

0569 r3 - 912

УДК 621.391:621.396

станція гідро акустическая авиаци

параметри станції

антенна гідро акустич.

точність станції

С.П. Волковецький, канд. техн. наук, старш. наук. співроб.
(Національний авіаційний університет)І.В. Чекед, канд. техн. наук
(Національний авіаційний університет)

УЯВЛЕННЯ ЩОДО ВПЛИВУ РУХУ АНТЕНИ В ПРОСТОРІ НА ТОЧНІСНІ ПАРАМЕТРИ АвіАЦІЙНИХ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СТАНЦІЙ

Розглянуто вплив складного руху антени в просторі на точнісні параметри авіаційних гідроакустичних станцій.

Вступ. Усі авіаційні гідроакустичні станції (ГАС) функціонують під впливом різномірних факторів. По-перше, до них належить складний коливальний й обертальний рух антени в просторі, що пояснюється нерівномірними поступовими переміщеннями авіаційного носія в повітрі і на водній поверхні, які складаються з бортового та кільового качання, ривка відносно курсу і вертикальних зміщень, хвилюванням океану, морськими течіями і приливами.

По-друге, для роботи авіаційних ГАС характерна зміна за простором та часом фізичних параметрів середовища розповсюдження гідроакустичних коливань (температури, солоності, щільності, стиснення, тиску та ін.), яка викликана внутрішніми хвилями та хаотичними переміщеннями океанських мас.

По-третє, авіаційні ГАС зазнають дію багатоконпонентних завад різної природи: динамічних, підлідних, біологічних, сейсмічних, технічних (індустріальних) шумів, морської реверберації та ін.

Зазначені фактори сумісно впливають на приймальні антени і ГАС, що дестабілізує їх роботу. Тому ігнорування реальних умов функціонування ГАС спричиняє значні втрати точності вимірювання параметрів гідроакустичних сигналів. Зокрема, рух гідроакустичної антени в просторі призводить до викривлення гідроакустичного сигналу. У шістдесятих роках було замічено, що під час рівномірного руху антени (синтезовані апертури) викривлення сигналу зводяться до доплеровського зміщення спектру, яке при відомій очікуваній частоті коливання може бути ефективно використано щодо поліпшення кутової вибірковості систем просторово-часової обробки (ПЧО) сигналів. Тривалий час вважалося, що складні переміщення антени, які обумовлені, в першу чергу, хвилюванням океану, призводять до негативних наслідків. Дослідження останніх років показують, що ситуація неоднозначна.

Постановка завдання. Аналіз робіт присвячено питанню впливу складного руху антени в просторі на точнісні параметри авіаційних ГАС та узагальненню уявлення щодо ПЧО гідроакустичних сигналів у динамічних умовах.

Традиційні підходи щодо впливу руху антени в просторі на точнісні параметри ГАС. У роботі [1] показано, що рух окремого приймача в плоскохвильових полях сигналу та завади надає суттєвий вплив на вихідне відношення сигнал/завада (ВСЗ).

Кількісну оцінку впливу руху систем звукоприймачів, які знаходяться в плоскохвильових полях сигналу і заваді, на вихідне ВСЗ було здійснено в роботі [2]. З цієї метою отримано просторово-часові кореляційні функції полів сигналу та завади. З результатів розрахунків ВСЗ на виході лінійної еквідистантної системи звукоприймачів, яка рухає рівномірно та прямолінійно, видно, що рух системи звукоприймачів суттєво впливає на вихідне ВСЗ, причому ступінь впливу залежить від кількості звукоприймачів, поля завади, ширини стрічки випромінювання та способу компенсації руху антенної системи (АС). Розрахунки показують, що при п'яти приймачах вихідне ВСЗ не відрізняється від такого ж відношення для нерухомої системи звукоприймачів. Із підвищенням кількості звукоприймачів різниця стає все більш значною. Це обумовлено тим, що при русі звукоприймачів ефект Доплера різною мірою змінює спектри плоских хвиль, які складають поле завади, і ступінь кореляції завади на виходах пар звукоприймачів. Незважаючи на те, що для вибраного значення ВСЗ, величина ефекту та зміна кореляції завади на ви-

ходах пар звукоприймачів незначні в порівнянні з випадком відсутності руху, при значній кількості приймачів вплив ефекту Доплера на вихідне ВСЗ збільшується.

Причиною погіршення параметрів сигналу системи обробки гідроакустичної інформації є хитання носія антени, тому що міри стабілізації носія на морському коливанні, які застосовуються на судах, зазвичай виявляються недостатніми [3]. Метод електронної стабілізації осі характеристики направленості дискретної АС при хитанні носія, який має перевагу у порівнянні з механічною, описано в роботі [3]. Цей метод дозволяє легко компенсувати як кутові, так й лінійні переміщення АС, а також оперативно враховувати зміни швидкості звука у воді при значно меншій кількості приладів, які забезпечують стабілізацію.

Для стримання впливу руху АС на точнісні параметри у гідроакустиці поширені різноманітні методи компенсації під час ПЧО гідроакустичних сигналів. Наприклад, аналітичні та розрахункові результати дозволяють установити межі використання фазового методу компенсації у разі приймання як шумових, так й детермінованих сигналів з урахуванням доплеровського відхилення частоти стосовно щодо лінійних та циліндричних антен [4].

У роботі [5] розглянуто компенсацію викривлення шумоподібного сигналу, які вносяться, зокрема, рухомою приймальною системою (ефектом Доплера), здійснюється методом квазікогерентного накопичення сигналу.

Інший підхід до компенсації руху АС – не накопичувати сигнал, а подавляти заваду – пропонує автор роботи [6]. Зразок випромінюваного шумового сигналу (аплікатор) залишається в пам'яті реєструвального приладу. Прийнятий сигнал у суміші з адитивною шумовою завадою корелюється з аплікатором. Якщо спектри компонентів сигналу не викривлені в процесі розповсюдження сигналу, то вони когерентні з аплікатором та часова функція кореляції на виході корелятора щодо сигналу повторює імпульсний відклик каналу. При цьому ослаблення часової функції кореляції сигналу хвилеводом ідентично ослабленню детермінованого імпульсного сигналу за звуковим тиском. Шумова завада частково або повністю некогерентна з аплікатором й подавляється корелятором. Це саме відбудеться й з сигналом, якщо умови розповсюдження звуку викривлюють його спектр, наприклад, у зв'язку з рухом АС у просторі. Тому необхідно компенсувати ці викривлення. У роботі [6] досліджується відклик мультиплікативної антени на шумове поле, яке складається з корисного сигналу та завади середовища. Антенна система має дві рознесені вертикальні антени, кожна з яких виділяє в звуковому полі одну з нормальних хвиль. У вузькострічковому режимі така система володіє доброю завадостійкістю та направленістю. Під час широкострічкового прийому ситуація погіршується з причини частотної дисперсії мод.

Приклад дестабілізуючого впливу хитань антени носія на структуру багатопроменевого гідролокаційного сигналу наведено у роботі [7].

Розробка методів компенсації викривлень гідроакустичної інформації при оцінці точнісних параметрів ГАС та їх завадостійкості потребує значних матеріальних та обчислювальних затрат.

Сучасне уявлення щодо ПЧО гідроакустичних сигналів у динамічних умовах. З початку вісімдесятих років збільшилася кількість робіт, присвячених ПЧО гідроакустичних сигналів у складних динамічних умовах [8–19]. У роботах І.І. Горбаня [8; 11–14; 17–19] розглянуто теоретичні основи побудови та алгоритмічного забезпечення систем ПЧО з урахуванням дії сукупності типових для ГАС факторів (складного руху антени в просторі, багатокомпонентних завад та викривлення сигналу, яке супроводжується утворенням множини променів та мод), запропоновано моделі антени та її руху в просторі, які враховують випадкові переміщення та повороти центра антени в тривимірній системі координат, просторово-часові моделі квазідетермінованих та шумових сигналів, а також завадових полів різної природи.

На базі розроблених моделей синтезовані алгоритми оптимальної ПЧО квазідетермінованих та шумових сигналів у динамічних умовах при дії багатокомпонентних завад та з урахуванням особливостей середовища розповсюдження гідроакустичної інформації.

Отримані І.І. Горбанем результати дозволили по-новому поглянути на фактор руху антени

і причини, які викликають його. Традиційно рух антени, викликаний хитанням та маневрами носія, розглядався як дестабілізуючий фактор. Для його заглушення використовувалися різні системи стабілізації. Проведені дослідження на базі розроблених формалізованих моделей, адекватних умовам роботи ГАС, показують, що при складному русі антени область просторового спостереження розширюється, завдяки чому можливе підвищення просторово-часової вибірковості та завадостійкості систем обробки, а при роботі з лінійною антеною – розв'язання задачі усунення неоднозначності пеленга.

У зв'язку з цим такі явища, як хвилювання океану та маневрування носія, які дають складний рух антени в просторі, неможливо відносити до виключно негативних. Під час коректного обліку переміщень антени та її елементів їх можливо використовувати щодо поліпшення характеристик систем ПЧО.

Пізніше у роботах А.Я. Калюжного [7; 15; 16; 20], присвячених подальшому розвитку теоретичних основ та розробки прикладних методів ПЧО гідролокаційних сигналів у складних сигнально-задаєвих умовах при впливі сукупності дестабілізуючих факторів, отримано променеєве уявлення поля відображених локаційних сигналів, які розповсюджуються у шаро-неоднорідному середовищі, при поступово-коливальному русі антени, що випромінює та приймає з урахуванням неоднорідності середовища розповсюдження та вільної форми випромінюваного сигналу.

На основі аналізу розроблених оптимальних, квазіоптимальних та адаптивних алгоритмів ПЧО гідролокаційних сигналів в умовах лінійного руху антени підтверджено результати, які отримані у роботах І.І. Горбаня. Хитання приймальних антен призводить до значного зниження ефективності роботи алгоритмів просторової обробки сигналів, які розраховані на стаціонарні умови роботи. Якщо приймач знаходиться у далекому полі джерела, то поступово-коливальний рух джерела та приймача може бути замінено поступово-обертальним рухом. Витрати, які виникають, можуть бути зменшені за рахунок попереднього формування горизонтальної направленості за кожним ярусом антени [20].

Висновок. Обробка гідроакустичної інформації здійснюється в складних динамічних та задаєвих умовах. У більшості робіт складний рух гідроакустичної антени в просторі традиційно розглядається як потужний дестабілізуючий фактор, що заважає оцінці точнісних параметрів ГАС. Однак у багатьох випадках завдяки складному руху можливо значно поліпшити основні параметри систем ПЧО: підвищити частотно-кутову вибірковість та завадостійкість.

Список літератури

1. Курьянов Б.Ф. О влиянии помех на определение направления прихода волны с помощью движущегося приемника // Акустический журн. – 1964. – Т. 10. Вып. 3. – С. 358–370.
2. Саморуков С.Б. Влияние движения системы звукоприемников на входное соотношение сигнал/помеха // Акустический журн. – 1988. – Т. 34. Вып. 3. – С. 516–521.
3. Петров С.П. Электронный метод стабилизации направленности гидроакустической антенны с учетом качки // Судостроение. – 1982. – № 11. – С. 33–34.
4. О применимости фазовых методов компенсации в тракте пространственной обработки / О.М. Алещенко, Н.Г. Гаткин, Н.С. Дубанина и др. // Акустический журн. – 1983. – Т. 29. Вып. 2. – С. 137–145.
5. Морозов А.К. Применение методов квазикогерентного накопления импульсной реакции гидроакустического канала при обработке шумоподобных сигналов в эксперименте THETIS-II // Акустический журн. – 1996. – Т. 42. Вып. 6. – С. 829–834.
6. Кудряшов В.М. Мультипликативная антенна в поле шумового сигнала и помехи // Акустический журн. – 1998. – Т. 44. Вып. 3. – С. 391–395.
7. Калюжный А.Я. Лучевое представление поля эхолокационных сигналов в слоисто-неоднородной среде при сложном движении приемно-излучающих антенных систем // Акустический журн. – 1994. – Т. 40. № 4. – С. 599–605.
8. Горбань И.И. Быстрый алгоритм пространственно-временной обработки сигналов для подвижных антенных решеток // Радиоэлектроника. – 1989. – № 8. – С. 34–37.
9. Stergiopoulos S., Sullivan E.J. Extended towed array processing by an overlap-correlator // JASA. – 1989. – Vol. 86. – P. 158–171.

10. Yen C.N., Carey W. Application of synthetic aperture processing to towed array data // JASA. – 1989. – Vol. 86. – P. 754–765.
11. Горбань И.И. Оптимальная пространственно-временная обработка сигналов в условиях движения антенны // Радиотехника. – 1990. – № 12. – С. 49–51.
12. Горбань И.И. Оптимальная пространственно-временная обработка шумового сигнала в условиях движения антенны // Радиотехника. – 1991. – № 11. – С. 24–27.
13. Горбань И.И. Оптимальная пространственно-временная обработка сигналов для подвижных антенн при воздействии локальных помех // Радиотехника. – 1993. – № 7. – С. 41–44.
14. Горбань И.И. Быстрые алгоритмы многоканальной пространственно-временной обработки сигналов с подавлением локальной помехи // Радиоэлектроника. – 1994. – № 4. – С. 9–13.
15. Калюжный А.Я. Лучевое представление поля эхолокационных сигналов в слоисто-неоднородной среде при сложном движении приемно-излучающих антенных систем // Акустический журн. – 1996. – Т. 40. № 4. – С. 599–605.
16. Калюжный А.Я. Оптимизация пространственно-временной обработки эхолокационных сигналов в условиях сложного движения приемно-излучающих антенных систем // Акустический журн. – 1996. – Т. 42. № 1. – С. 70–75.
17. Gorban I.I. Estimation of signal parameters when antenna is complicately moving in space // Belgium, Forum Acusticum. – 1996. – P. 222.
18. Gorban I.I. Space-time signal processing algorithms for moving antennas // JASA. – 1996. – Vol. 100. № 4. – Pt. 2. – P. 2638.
19. Gorban I.I. New approaches in optimization of space-time signal processing in hydroacoustics. Course notes of the tutorial. Oceans'98 // IEEE. – 1998. – 69 p.
20. Калюжный А.Я. Методы пространственно-временной обработки гидролокационных сигналов в сложных сигнально-помеховых условиях при наличии дестабилизирующих факторов: Дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.06. – К., 1996. – 348 с.

Стаття надійшла до редакції 18.11.02.

050p-38 6623.51+4481.2846 623.51

УДК 658.336:007:681.3.06

НАДЕЖНОСТЬ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ, ДИАГНОСТИКА ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ЗНАНИЙ, МЕТОД ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Н.М. Шибицька, канд. техн. наук, доц.
(Національний авіаційний університет)

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВАЛІДНОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Проведено дослідження способів визначення надійності тестового контролю з урахуванням різних методик оцінювання. Розглянуто поняття валідності, яке визначає достовірність методу педагогічних вимірювань, що має важливе значення під час організації тестового контролю знань. Результати досліджень обґрунтовано практичним використанням методики.

Для поняття “тестування” існує досить багато визначень психологів. За визначенням К. Інгенкампа [1], тестування – це метод педагогічної діагностики, який повинен максимально відповідати основним критеріям, що визначають якість методу:

- об’єктивність, коли метод вимірів вважається об’єктивним, а результати вимірів максимально незалежні від методу;
- надійність, яка визначається тим, наскільки збігаються результати вимірів, що проведені в однакових умовах;
- валідність або достовірність методу;
- точність, що визначається як мінімально припустима помилка методу:

$$\varepsilon = \sigma / \sqrt{NM},$$

де σ – середньоквадратичне відхилення; N – обсяг вибірки; M – математичне сподівання.

Проведемо аналіз валідності тестового завдання з урахуванням різних методик оцінювання [2–4]:

- методика 1: система здійснює “жорстке” порівняння відповіді того, кого навчають, з еталоном (двобальна шкала);