

вертикальної швидкості, або змінюється на попередження екіпажу про те, щоб не змінювати поточну вертикальну швидкість. Одночасно подається голосова команда.

СПЗ працює за принципом обчислення часу, тому, незалежно від взаємної геометрії траєкторій конфліктуючих літаків, в даний момент часу попередження про повітряну обстановку і рекомендації щодо усунення видаються екіпажу приблизно з одним і тим же запасом часу.

В загальному вигляді алгоритм моделювання буде полягати у виконанні наступних дій:

1. Задаються початкові координати літаків та їх швидкості.
2. Обираються типи польоту кожного з конфліктуючого літаків: набір висоти, зменшення висоти, горизонтальний політ.
3. За виразом (6) розраховуються прогнозоване значення координат на час що відповідає часу входження літаку в зону підвищеної уваги.
4. За виразами (7) та (8) визначається можливість присутності літаків в зоні підвищеної уваги.
5. За виразом (6) розраховуються прогнозоване значення координат на час, що відповідає часу входження літаку в зону попередження.
6. За виразами (9) та (10) визначається можливість присутності літаків в зоні підвищеної уваги.
7. Розрахунок рекомендацій по зміні поточного ешелону та вектору швидкості одного літака і не зміні ешелону іншого літака.
8. За необхідності, коригування траєкторій руху літаків.
9. Повернення до виконання пунктів 3–8.

Алгоритм моделі руху літаків в зоні підвищеної уваги та роботи СПЗ наведено на рис. 2.

Висновки. Таким чином в роботі було запропоновано для перевірки працездатності та надійності роботи системи попередження зіткнення літаків використовувати розрахункові вирази, що дозволяють визначати входження літаків в зони підвищеної уваги, зону попередження та зону зіткнення. Запропонований алгоритм роботи математичної моделі дозволяє визначати усі етапи відпрацювання СПЗ та перевіряти її роботу в режимі видачі рекомендацій про зміну ешелону, курсу та швидкості руху літаків в зоні попередження та зоні зіткнення.

Література

1. Яновицький С.О. Способи дискретного вимірювання часового критерію небезпеки у вторинних радіолокаційних системах попередження зіткнення літаючих апаратів / С.О. Яновицький // Міжнародний науково-технічний журнал. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. –1997. – № 1. – С. 101–104.
2. Яновицький С.О. Аналіз похибок аналогових вимірювачів часу до зіткнення літаків в бортових радіолокаційних системах / С.О. Яновицький, О.К. Яновицький // Міжнародний науково-технічний журнал Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1997. – № 1. – С. 104–107.
3. Любчик В.Р. Моделювання руху літальних апаратів в аеродромній зоні / В.Р. Любчик, С.О. Яновицький, О.В. Мазуренко // Механіка та інформатика: тези наукових праць. VIII Українсько-польська конференція молодих науковців, 12–14 травня 2011 р., м. Хмельницький (Україна) – Хмельницький національний університет, 2011. – С. 83–85.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.

Надійшла 19.2.2012 р.

УДК 621.396

О.В. МІРОШНИЧЕНКО

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ КОРЕЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ПЕЛЕНГАЦІЇ

У статті розглядається оцінка пропускної спроможності кореляційних систем пеленгації джерел активних шумових перешкод в складній перешкодовій обстановці.

In the article the estimation of carrying capacity of the correlation systems of taking of sources of active noise hindrances the bearing is considered, in a sticky pomehovoy wicket.

Ключові слова: активна шумова перешкода, радіолокаційна станція, діаграма направленості, пропускна спроможність.

Постановка задачі

В складній перешкодовій обстановці, що характеризується числом постановників активних шумових перешкод в зоні більше 4...5, стають малоефективними засоби адаптивного захисту від активних шумових перешкод активних радіолокаційних станцій (РЛС), (якість придушення кожної перешкоди знижується з 17...23 ДБ до 8...10 ДБ). В цих умовах зростає роль систем пасивної локації (СПЛ)

постановників активних шумових перешкод, проте можливості надійної пеленгації джерел активних шумових перешкод каналами пеленгації існуючих РЛС також забезпечується тільки при обмеженому числі постановників активних шумових перешкод в зоні. Причиною обмеження є низька якість оцінки сумарної потужності заважаючої активної шумової перешкоди, що впливає по бічних пелюстках діаграми спрямованості (БП ДС), яке обумовлене невідповідністю просторових характеристик БП основної антени і ДС допоміжної антени каналу усунення помилкових пеленгів. Результатом перевищення рівня компенсації (нормування) прийнятого сигналу є пропуск ряду постановників активних шумових перешкод з меншою інтенсивністю активної шумової перешкоди на вході. Параметром, що визначає ефективність СПЛ в складній порешкодовій обстановці служить так названа пропускна спроможність систем пеленгації (СП). Для існуючих СПЛ вона не перевищує 4...5 постановників активних шумових перешкод. У ряді опублікованих робіт (наприклад [1]) запропоновані алгоритми кореляційних пеленгаторів з декількома антенами, які по проведеному аналізу дозволяють істотно понизити рівень прийому по БП і, тим самим, підвищити пропускну здатність каналу пеленгації. Дані оцінки пропускну здатності до теперішнього часу засновані тільки на результатах бойової роботи і полігонних випробувань РЛС. Методика аналітичної оцінки пропускну здатності як для існуючих каналів РЛС, так і для перспективних алгоритмів пеленгації відсутні.

Мета статті: розробити методику аналітичної оцінки пропускну здатності і провести кількісний аналіз по запропонованій методиці і методом моделювання.

Модель кореляційного пеленгатора (КП).

В системі пеленгації, побудованої по будь-якому відомому алгоритму, використовується роздільна оцінка дисперсії сумарного сигналу, прийнятого основною антеною і каналом усунення помилкових пеленгів з подальшим нормуванням першої оцінки до другої. Корисним сигналом при цьому є N сигналів постановників активних шумових перешкод, які приймаються основним пелюстком ДС антени, а «перешкодою» є аналогічні по структурі сигнали активних шумових перешкод, що впливають по БП антени.

Узагальнена структурна схема КП з рознесеним прийомом, запропонована в [1] представлена на рис.1.

Значення умовних позначень:

U_0, U_1, U_n – сигнали активних шумових перешкод на входах антен (тут і надалі для скорочення опускається запис аргументу – часу);

V_c, V_n – оператори обробки відповідно в основному і «перешкодовому каналах»;

Y, W – оператори об'єднання, значення яких пояснюється нижче.

$$V_c[U_0, U_k] = \overline{U_0 U_k};$$

$$V_n[U_k] = K_{yi} |U_k|^2;$$

$$Y[U_0, U_j, U_k] = (\overline{U_0 U_j}) \times (\overline{U_0 U_k});$$

$$W[V_c, V_n] = \frac{V_c}{V_n}.$$

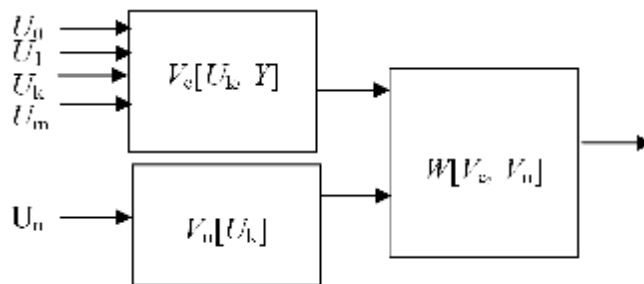


Рис. 1. Узагальнена структурна схема КП з рознесеним прийомом

Повні аналітичні вирази вказаних операторів і сигналів приведені в [1].

В даному випадку приводиться запис кінцевих виразів у вигляді, зручному для подальшого виконання вирішуваної задачі:

$$V_c = s_c^2 ah \sum_{i=1}^n s_i^2 + s_{u}^2; \quad V_n = \beta \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + \sigma_{u}^2, \quad (1)$$

де σ_c^2, σ_i^2 – дисперсії сигналу і « i »-ї перешкоди α – середній відносний рівень БП основної антени, β – відносний рівень прийому допоміжної антени з урахуванням додаткового посилення в каналі оператора, η – множник придушення бічного прийому за рахунок кореляційної обробки сигналів.

Так, при одній рознесеній на базу « d » антені відповідно до результату аналізу в [1] він визначається виразом:

$$\eta = \exp\{-1,4d^2\Delta f^2c^{-2}[\sin(\theta - \sin(\theta \pm \theta_i))]^2\},$$

де Δf – ширина спектру перешкоди, θ, θ_i – напрям пеленгації і « i »-го джерела активної шумової перешкоди.

Статистична модель пеленгації

За визначенням пропускна здатність – максимальне число постановників активних шумових перешкод в зоні з однаковими потужностями на вході РЛС, яке може бути знайдено із заданою вірогідністю, відповідно до цього модель роботи СПЛ припускає рівномірний розподіл постановників активних шумових перешкод в зоні, однаково потужності перешкод і їх попарну некорельованість. Будь-яка реальна модель перешкодової обстановки може бути приведена в заданому секторі $[\Delta\beta]$ до еквівалентної по формулі усереднювання:

$$\frac{1}{\Delta\beta} = \frac{1}{r_1 - r_2} \int_{\Delta\beta} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{c}{r_1 - r_2},$$

де r_1, r_2 – інтервал дальності.

Якщо потужності джерел в центрі зони прийняти за 1, то:

$$N_{екв} = \frac{N(r_1 + r_2)^2}{4r_1r_2} \quad (2)$$

Методика розрахунку пропускної здатності

Вихідні сигнали КП (V_c, V_n) при обмеженому часі усереднювання T є випадковим процесом з дисперсією, що визначається виразом [2]:

$$\sigma_w^2 = \frac{P_{V_c} P_{V_n}}{\mu},$$

$$\mu = \pi\Delta f T.$$

Коефіцієнт кореляційного накопичення μ має порядок $10^4.. 10^5$.

Методика аналітичної оцінки пропускної здатності заснована на використуванні основного виразу розрахунку умовної вірогідності правильного виявлення при нормальному розподілі вихідного процесу:

$$P_{вияв} = 0,5 \left[1 + \Phi \left(\frac{\bar{W} - W_0}{S_w} \right) \right] \quad (3)$$

W_0 – поріг рішення.

Для умов прийнятої моделі пеленгації значення параметрів вирази (3) мають вигляд:

$$\bar{W} = \sigma^2 [\beta(N-1) - \alpha\eta N]; \sigma_w \cong \bar{W}^2 \mu^{-1/2}; W_0 = \sigma_w \sqrt{-2 \ln P}$$

Опускаючи нескладні перетворення, позначимо загальний аргумент інтеграла вірогідності через $X_{вияв}$ вираз (3) можна записати у вигляді:

$$\arg \Phi(2P_{вияв} - 1) = X_{вияв}. \quad (4)$$

Записане для скорочення загальний вираз (4) розв'язується відносно β і, таким чином, визначаємо результат аналітичної оцінки пропускної здатності.

Результати аналізу

Кількісний аналіз проведений при наступному значенні параметрів:

$$a = -23 \text{ ДБ}; h = -27 \text{ ДБ} \text{ (середнє при } |q - q_i| (5 \div 6) q_{0,5P}; P_{вияв} = 0,75; P = 10^{-6}.$$

Значення β вибирається з умови перевищення максимального БП ДС, тобто якщо відносний результуючий рівень бічного прийому α (середній відносний рівень БП основної антени) визначити як середнє квадратичне значення, то β (відносний рівень прийому допоміжної антени з урахуванням додаткового посилення в каналі оператора) принаймні в 3...4 рази повинен перевищувати його.

Висновки

1. Представлена методика аналітичної оцінки пропускної спроможності може бути використаний для каналу пеленгації, побудованого не тільки по кореляційному, але і будь-кому іншому алгоритму при зміні операторів рис.1.

2. Результати аналізу для усереднених параметрах пеленгатора підтверджують необхідність для

забезпечення пропускної здатності 10...12 постановників активних шумових перешкод, зменшувати відносний рівень бічного прийому до -33...-35 і менш ДБ.

Література

1. Долгушин В.П. Метод підвищення ефективності (пропускної спроможності) систем пеленгації джерел АШП на основі просторово-кореляційного алгоритму обробки сигналів / В.П. Долгушин, О.В. Горшколепов, О.В. Мірошніченко // Збірник наук. праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2006. – Вип. 2. – С. 56–63.

2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Книга первая / Левин Б.Р. – М. : Сов. радио, 1966.

Рецензент: д.т.н. Шинкарук О.М.
Надійшла 7.2.2012 р.

УДК 621.39

В.І. ЛУЖАНСЬКИЙ, Ю.О. БАБІЙ, Л.М. МЕЛЬНИК
Хмельницький національний університет

ВПЛИВ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

Проведено дослідження пропускної спроможності волоконно-оптичних ліній в корпоративних системах зв'язку зі спектральним ущільненням каналів, та огляд існуючих методів зменшення впливу нелінійних ефектів, міжмодової дисперсії та джиттера на пропускну здатність і довжину регенераційної ділянки волоконно-оптичних систем передавання. Запропоновано метод який найкраще забезпечить підвищення пропускної здатності транспортної мережі шляхом зменшення впливу поляризаційно-модової дисперсії оптичних світловодів волоконно-оптичних систем передавання інформації зі спектральним ущільненням каналів.

The research capacity of fiber optic lines in corporate communication systems with wavelength division multiplexing channels, and review of existing methods of reducing the influence of nonlinear effects of polarization dispersion and jitter on the bandwidth and the length of the regeneration areas of fiber optic transmission systems. The method that best secure higher bandwidth transport network by reducing the influence of polarization Mode Dispersion optical light guide fiber optic systems transmit information with spectral multiplexing.

Вступ

На даний момент Україна працює над розвитком золотодобувної галузі, і деякі проекти по освоєнню нових копалин вже є актуальними. Українська та польсько-австралійська компанії заключили договір по розробці проекту з видобутку золота у селі Бобрикове, Луганської області, що передбачає створення більш як 300 робочих місць. Для забезпечення швидкого та надійного зв'язку України з країнами партнерами, необхідно створення корпоративної системи зв'язку з використанням оптоволоконних ліній [1].

Якісними показниками оптоволоконних ліній зв'язку (ВОЛЗ) є швидкість передачі та завадостійкість сигналів. Зі збільшенням швидкостей у системах ущільнення оптичних каналів за довжинами хвиль WDM (Wavelength Division Multiplexing) виникають негативні явища, які впливають на якість сигналу, одним з яких є поляризаційна модова дисперсія (ПМД) та джиттер. Оптичні волокна (ОВ) транспортних мереж є анізотропним середовищем під впливом статичних і динамічних факторів (механічних спотворень), що призводить до різних швидкостей поширення поляризаційних складових і виникнення диференціальної групової затримки (ДГЗ), і як наслідок, поляризаційної модової дисперсії. Для боротьби з поляризаційною модовою дисперсією та джиттером використаємо метод підвищення пропускної здатності оптичної транспортної мережі за рахунок поканальної компенсації поляризаційної модової дисперсії оптичного волокна та зменшення впливу джиттера шляхом усунення впливу його детермінованої складової [2].

Постановка наукової задачі: сучасна мережа синхронної цифрової ієрархії SDH (Synchronous Digital Hierarchy) побудована на базі мультиплексування з часовим розподілом каналів TDM (Time Division Multiplexing), дійшовши до швидкості передавання 10 Гбіт/с, зіштовхнулася з проблемами хроматичної та поляризаційної дисперсії моди, котрі на швидкості вищій від 10 Гбіт/с, починають суттєво впливати на якість передачі. Таким чином, розширення пропускної здатності за допомогою TDM виявляється досить проблематичним. Ця проблема послужила поштовхом до створення систем ущільнення оптичних каналів за довжиною хвиль WDM [2].

Явища хроматичної та поляризаційної модової дисперсії в оптичному волокні ставлять обмеження на швидкість і дальність передачі сигналу. Для компенсації їх негативного впливу використовують різні методи компенсації: попереднє чірпування лазерного джерела, інверсію спектра в середині ділянки, волоконні бреггівських решітки з постійною лінійною складовою що змінюється (чірпування), волокно з компенсацією дисперсії і пристрої компенсації дисперсії[3].

На відміну від однохвильових систем передачі, в системах WDM актуальною стає компенсація