

MÔ HÌNH HÓA VÙNG CHẾT TÍN HIỆU NỐI TIẾP TRONG ĐƯỜNG DÂY VÔ TUYẾN CỦA HỆ THỐNG VI SAI HÀNG HẢI NHẪM NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC AN TOÀN HÀNG HẢI

MODELING OF SEQUENTIAL FAILING SIGNAL FIELD ON SATELLITE BASED AUGMENTATION SYSTEM RADIO LINES TO RAISE THE ACCURACY OF SAFETY NAVIGATION

TS. PHẠM KỶ QUANG
Khoa Sau Đại học, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS (Satellite Based Augmentation System) có ý nghĩa vô cùng quan trọng đối với an toàn hàng hải. Hệ thống đã nâng cao độ chính xác và độ tin cậy trong việc xác định vị trí tàu. Trong bài báo đưa ra kết quả mô hình hóa diện tích vùng chết tín hiệu nối tiếp, trong các đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS, khi có sự tác động lẫn nhau của nhiều vô tuyến. Từ đó đưa ra chỉ tiêu tối ưu đánh giá mức độ an toàn hàng hải.

Abstract

The system SBAS is very important for navigation safety. This system have been increased the accuracy and reliability of the determining ship position. The article introduces the result of modeling of sequential failing signal field on SBAS system radio lines under the influence of interburst interference. Therefore, the optimum criterion of navigation safety is shown.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng, ký hiệu SBAS có ý nghĩa vô cùng quan trọng đối với độ chính xác an toàn hàng hải, bởi vì hệ thống đã nâng cao độ chính xác, độ tin cậy, tính toàn vẹn và liên tục trong việc xác định vị trí tàu. Độ chính xác xác định vị trí tàu tăng từ 4-7 lần so với hệ thống vi sai DGPS hiện tại (sai số trung bình 7,5-10m) ở cùng trạng thái. Đặc biệt ở trạng thái tĩnh, độ chính xác của hệ thống SBAS tính đến centimet [3].

Cấu trúc mã tín hiệu thông tin trong hệ thống gồm nhiều tổ hợp (blocks). Mỗi block chứa 250 bit, trong đó: 212 bit chứa khối lượng dữ liệu thông tin, 6 bit dùng cho việc nhận dạng thông tin, 8 bit ấn định cho phần mở đầu (giới thiệu), 24 bit ấn định cho quá trình sửa lỗi và kiểm tra tính nguyên vẹn trong hệ thống. Tốc độ truyền dữ liệu là 250 bit/s. Trong hệ thống SBAS sử dụng 64 loại thông tin khác nhau, được đánh số từ 0 – 63, tương ứng với mỗi ký tự số sẽ là nội dung của thông tin. Tuy nhiên có một số ký tự số tập hợp thành nhóm số và có cùng ý nghĩa thông tin [1]. Chẳng hạn, nhóm số 2-5 nghĩa là sửa lỗi nhanh, 28 - 61, dự trữ thông tin tương lai v.v.

Trong bài báo này đã sử dụng mô hình toán để mô hình hóa vùng chết tín hiệu nối tiếp trong các đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS, khi có ảnh hưởng của nhiễu tác động lẫn nhau. Trên cơ sở này, tính toán hệ số kênh thông tin bảo vệ đường dây vô tuyến (K_{bv}) theo công thức (1), nhằm rút ra tiêu chuẩn tối ưu về độ chính xác an toàn hàng hải [1, 2]:

$$K_{bv} = 1 - \frac{\hat{S}_{vc}}{\hat{S}_{vc \max}} \quad (1)$$

Trong đó: \hat{S}_{vc} - diện tích vùng chết tín hiệu nối tiếp; $\hat{S}_{vc \max}$ - diện tích lớn nhất cho phép của vùng chết tín hiệu nối tiếp, khi có tác động lẫn nhau của nhiễu, trong đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS và $\hat{S}_{vc \max} = 441$ (đơn vị diện tích) [1, 2].

2. Mô hình hóa vùng chết tín hiệu nối tiếp trong đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS, khi có sự tác động lẫn nhau của nhiễu

Xét mô hình toán học được sử dụng để mô hình hóa vùng chết tín hiệu nối tiếp. Khi có tác động lẫn nhau của nhiễu trong các đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS, xác định theo công thức [2]:

$$Z_r(t) = U_m \left\{ - \sum_{n=1}^{N_r} a_m \text{rect}[t - (n-1)\tau_0] \right\} \sin(\omega t + \psi_0 + \psi_m), \quad t \in [0, T], \quad (2)$$

Trong đó: U_m - biên độ; ω - tần số sóng mang; ψ_0 - pha ban đầu; $\psi_m = a_m \frac{\pi}{2}$, $a_m \in \{-1, 1\}$ - chiều dài mã thời gian của tín hiệu nối tiếp thứ r ; $T = N\tau_0$, τ_0 - chiều dài tín hiệu nối tiếp:

$$\text{rect}[t - (n-1)\tau_0] = \begin{cases} 1, & (n-1)\tau_0 \leq t \leq n\tau_0 \\ 0, & (n-1)\tau_0 > t > n\tau_0 \end{cases}$$

Trong phần lớn trường hợp $U_m = U_0 = \text{const}$, phương trình (2) có thể viết dưới dạng:

$$\mathcal{Z}_r(t) = U_0 \sum_{n=1}^{N_r} \text{rect}[t - (n-1)\tau_0] e^{j(m\omega_0 t + \psi_0 + \psi_m)} \quad (3)$$

Trong đó: $U_0 = \sqrt{\frac{2E_r}{T}}$; $E_r = 1$; $\psi_0 = 0$; $e^{j\psi_m} = a_m$; m - số nguyên.

Phương trình tích phân viết cho mối quan hệ tác động lẫn nhau của nhiễu và tín hiệu nối tiếp trong đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS.

$$G_{0r} = \left| \frac{1}{2} \int_0^T \frac{2}{N\tau_0} \sum_{n=1}^{N_r} \text{rect}[t - (n-1)\tau_0] e^{j(m\omega_0 t + \psi_m)} \times \sum_{n=1}^{N_r} \text{rect}[t - (n-1)\tau_0] e^{-j[(m\omega_0 + \Delta\Omega)(t - \Delta t) + \psi_m]} dt \right| \quad (4)$$

Khi $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{N\tau_0}$; $x = \frac{\Delta\Omega}{\omega_0}$; $y = \frac{\Delta t}{T}$; $x \in [-1, 1]$; $y \in [-1, 1]$; $0 \leq \Delta t \leq \tau_0$;

$-\frac{2\pi}{T} \leq \Delta\Omega \leq \frac{2\pi}{T}$ và biến đổi phương trình (4), nhận được dạng:

$$g_{0r}^2(x, y) = C = \frac{1}{N^2} \left| \begin{aligned} & e^{-j\frac{\pi x}{N}[1 - (yN - k)]} \frac{\sin\left\{\frac{\pi x}{N}[1 - (yN - k)]\right\}}{\frac{\pi x}{N}} \times \sum_{n=1}^{N-k} a_n a_{n+k} e^{-j\frac{\pi x}{N}(n-1)} + \\ & e^{-j\frac{\pi x}{N}(yN - k)} \frac{\sin\left[\frac{\pi x}{N}(yN - k)\right]}{\frac{\pi x}{N}} \times \sum_{n=1}^N a_n a_{n+k+1} e^{-j\frac{2\pi x}{N}n} \end{aligned} \right|^2 \quad (5)$$

Trong đó: $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$.

Khi có sự tác động của nhiễu, luôn tồn tại năng lượng nhiễu (h_N^2), khi đó công thức (5) có thể viết dưới dạng:

$$C = g_{0gh}^2 = g_{0r}^2(x, y) = \frac{K_{gh}}{h_N^2} \quad (6)$$

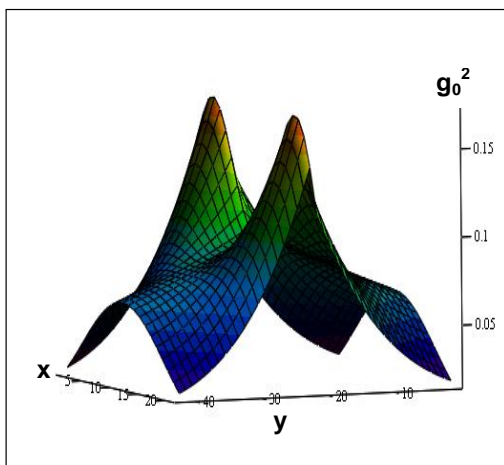
Trong đó: K_{gh} - hệ số giới hạn cho phép, khi có tác động lẫn nhau của nhiễu trong đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS và có giá trị $K_{gh} = 10$ [1, 2].

Xét 3 trường hợp đặc trưng của giá trị $h_N^2 = 30$; 10^2 ; $3 \cdot 10^2$, thay các giá trị này vào công thức (6), nhận được các giá trị tương ứng: $C = 0,3$ (a); $0,1$ (b); $0,03$ (c).

Sử dụng công cụ toán học "MathCad" đối với mô hình toán học (5) và xét trong trường hợp $k = 1$, nhận được kết quả mô hình hóa vùng chết của tín hiệu nối tiếp (hình 1) và đồng thời nhận được giá trị hệ số điện từ trường bảo vệ, trong 3 trường hợp đặc trưng của hệ thống SBAS (hình 2), cụ thể:

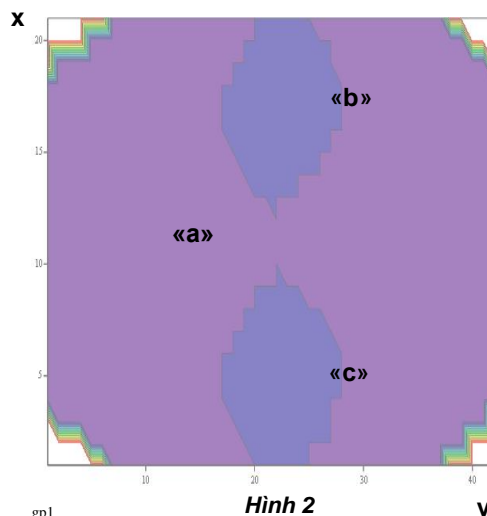
$$K_{bv(a)} = 1,00; \quad K_{bv(b)} = 0,81; \quad K_{bv(c)} = 0,06.$$

Với mỗi giá trị hệ số K_{bv} thay vào công thức (1), tương ứng tính được diện tích vùng chết tín hiệu nổi tiếp của hệ thống vi sai hàng hải SBAS. Với giá trị hệ số nhỏ nhất giới hạn là $K_{bv} = 0,06$, tương ứng với diện tích vùng chết tín hiệu nổi tiếp lớn nhất $\hat{S}_{vc \max} = 414,54$ (đơn vị diện tích).



g2r

Hình 1



Hình 2

3. Kết luận

Từ kết quả mô hình hóa và tính toán cụ thể, rút ra rằng:

- Khi có tác động lẫn nhau của nhiễu vô tuyến, trong đường dây vô tuyến của hệ thống vi sai SBAS, giá trị nhỏ nhất của hệ số $K_{bv} = 0,06$, tức là, miền giới hạn tối ưu của hệ số là $0,06 \leq K_{bv} \leq 1$. Trong trường hợp này, được coi như một trong những chỉ tiêu giới hạn đánh giá mức độ an toàn hàng hải, đồng thời cũng là chỉ tiêu cụ thể đánh giá mức độ tin cậy trong đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS.

- Diện tích vùng chết tín hiệu nổi tiếp càng nhỏ, tức là hệ số K_{bv} càng lớn, thì chất lượng tín hiệu thông tin thu được càng cải thiện và rõ nét. Như vậy, để đảm bảo độ chính xác an toàn hàng hải, thì bắt buộc phải nâng cao hệ số K_{bv} và giá trị hệ số càng gần với 1 càng tốt. Vì vậy, đảm bảo và nâng cao hiệu quả của điện từ trường bảo vệ trong các đường dây vô tuyến của hệ thống SBAS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Фам Ки Куанг. "Исследование влияния электромагнитной защищённости информационных каналов широкозонных дифференциальных подсистем на точность мониторинга и управления движением судов". - М.: СПГУВК, 2010. - С. 40.
- [2] Ю.Г.Вишнеvский., А.А.Сикарев. Поля поражения сигналов и электромагнитная защищённость информационных каналов в АСУДС. - М.: СПб «Судостроение», 2006. - 356 с.
- [3] Phạm Kỳ Quang. Các hệ thống vi sai hàng hải dùng trong thế kỷ 21. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Hàng hải, № 13, 2008, trang 13-16.

Người phản biện: TS. Phạm Văn Thuần