

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG HỆ SỐ KÊNH THÔNG TIN BẢO VỆ ĐẾN HIỆU QUẢ LÀM VIỆC CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH HÀNG HẢI INMARSAT

EVALUATING OF THE INFLUENCE OF FACTOR'S PROTECTION INFORMATION CHANNELS ON EFFICIENT OPERATION OF INMARSAT SYSTEM

TS. ĐÌNH XUÂN MẠNH; TS. PHẠM KỲ QUANG
Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Trong bài báo, chúng tôi giới thiệu phương pháp tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống thông tin hàng hải INMARSAT, khi có ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến (loại dải hẹp), nhằm nâng cao độ chính xác an toàn hàng hải, trên cơ sở sử dụng nhóm chỉ tiêu, gồm: Hệ số kênh thông tin bảo vệ (K_{bv}), khả năng truyền tín hiệu thông tin kịp thời (P_{th}) và cấu trúc hiệu quả của hệ thống (ϵ).

Abstract

In this article, we introduced the way of calculating the optimum efficient operation of INMARSAT system under the influence of narrowband noise to raise the accuracy of safety navigation, by using the criterions of the factor's protection information channels; the probabilistic message transfer and the optimum efficient structure of system.

1. Mô hình hóa, lựa chọn và đưa ra miền chỉ tiêu tối ưu hệ số kênh thông tin bảo vệ khi có ảnh hưởng nhiễu vô tuyến trong các kênh thông tin của hệ thống INMARSAT.

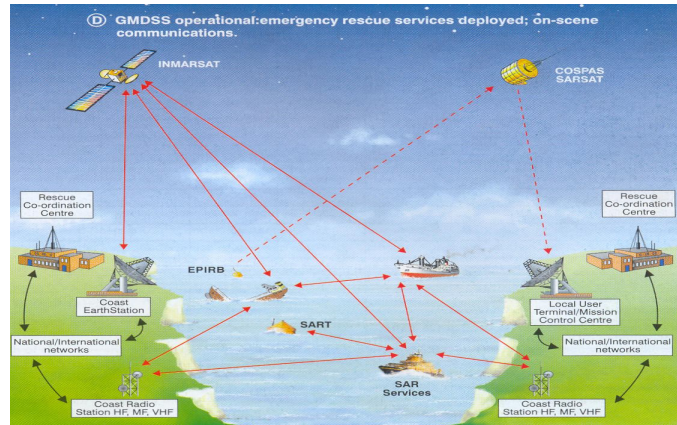
Hệ thống thông tin vệ tinh INMARSAT là một bộ phận quan trọng, không thể thiếu trong tổ hợp hệ thống tìm kiếm và cứu nạn toàn cầu GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System). Hình 1 mô tả vai trò của hệ thống thông tin vệ tinh INMARSAT trong tổ hợp GMDSS. Trong bài báo, chúng tôi đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống INMARSAT bằng cách sử dụng một nhóm chỉ tiêu đặc trưng cơ bản nhất của hệ thống, gồm:

- Chỉ tiêu "Hệ số kênh thông tin bảo vệ - $K_{bv-INMARSAT}$ " trong các kênh thông tin của hệ thống INMARSAT khi ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến (loại dải hẹp) và đặc trưng bằng số [1, 3, 4]:

$$J_1 = K_{bv-INMARSAT} = 1 - \frac{\hat{S}_{vc}}{\hat{S}_{vc \max}} \quad (1)$$

Trong đó: \hat{S}_{vc} - diện tích vùng chết tín hiệu hàng hải; $\hat{S}_{vc \max}$ - diện tích giới hạn lớn nhất vùng chết tín hiệu trong các kênh thông tin của hệ thống vệ tinh hàng hải INMARSAT và $\hat{S}_{vc \max} = 441$ (đơn vị diện tích).

Từ (1) nhận xét rằng: về mặt lý thuyết miền biến thiên của hệ số $K_{bv-INMARSAT}$ là: $0 \leq K_{bv} \leq 1$ và viết dưới dạng hàm số $K_{bv-INMARSAT} = f(\hat{S}_{vc})$.



Hình 1. Sơ đồ tổng quát của hệ thống tìm kiếm cứu nạn toàn cầu GMDSS.

- Chỉ tiêu “*Khả năng truyền tín hiệu thông tin kịp thời*” trong các kênh thông tin của hệ thống INMARSAT, được đặc trưng bằng xác suất lỗi (P_{th}) và đảm bảo rằng, thời gian truyền tín hiệu thông tin trong hệ thống (t) luôn luôn nhỏ hơn thời gian giới hạn (t_{gh}) [1, 3]:

$$J_2 = [P_{th}(t \leq t_{gh}) \leq 1] \quad (2)$$

- Chỉ tiêu “*Cấu trúc hiệu quả tối ưu*” hệ thống INMARSAT, được xác định bằng số [2, 3]:

$$J_3 = \varepsilon^* = \frac{\lg 10^{-6}}{-9} = \frac{2}{3} \approx 0,676 \quad (3)$$

Để đảm bảo mục tiêu nghiên cứu, theo như (1) cần thiết lập mô hình toán để mô hình hóa diện tích vùng chết tín hiệu thông tin hàng hải - \hat{S}_{vc} khi có ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến (*loại dải hẹp*), sao cho diện tích vùng chết tín hiệu có giá trị nhỏ nhất. Từ đó, lựa chọn và đưa ra miền chỉ tiêu tối ưu hệ số kênh thông tin bảo vệ - $K_{bv-INMARSAT}$ của hệ thống INMARSAT [2, 3, 4]. Mô hình toán được viết dưới dạng là [4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{bv-INMARSAT} = 1 - \frac{\hat{S}_{vc}}{\hat{S}_{vc \max}} \\ \hat{S}_{vc} = f[g_0^2(x, y)] = f(C) \\ g_0^2(x, y) = C = \frac{1}{N^2} \left| \frac{\sin \pi x(y-1)}{\pi x} \sum_{n=1}^N \exp j(\Psi_m - 2\pi n x) - \frac{\sin \pi x y}{\pi x} \exp(-j\pi x) \sum_{n=1}^{N-1} \exp j(\Psi_m - 2\pi n x) \right| \\ C = g_{0gh}^2 = g_0^2(x, y) = \frac{K_{gh}}{h_N^2} \\ K_{gh} = \frac{2h_0^2}{[\Phi^{-1}(1 - 2P_{gh})]^2} \\ \Phi(\alpha) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^\alpha e^{-U^2/2} dU \end{array} \right. \quad (4)$$

Trong đó: ω - tần số sóng mang; $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$; $x = \frac{\Delta\Omega}{\omega_0}$; $y = \frac{\Delta t}{T}$; $x \in [-1, 1]$; $y \in [-1, 1]$;

$T = N\tau_0$, τ_0 - chiều dài tín hiệu; ψ_0 - pha ban đầu; $\psi_m = a_m\pi$, $a_m \in \{0, 1\}$ - chiều dài mã thời gian của tín hiệu thứ r ; $P_{gh} = 10^{-1}$ - xác suất giới hạn tối đa cho phép trong các kênh thông tin của hệ thống vệ tinh khi có ảnh hưởng của nhiễu dải hẹp và thỏa mãn yêu cầu của P_{gh} , khi hằng số $h_0 = 10$ và hệ số giới hạn $K_{gh} = 10$; h_N^2 - năng lượng nhiễu vô tuyến.

Xét 4 trường hợp đặc trưng của giá trị $h_N^2 = 30$; 10^2 ; $3 \cdot 10^2$; 10^3 , thay các giá trị này vào công thức (7), nhận được các giá trị tương ứng: $C = 0,3$ (a); $0,1$ (b); $0,03$ (c); $0,01$ (d).

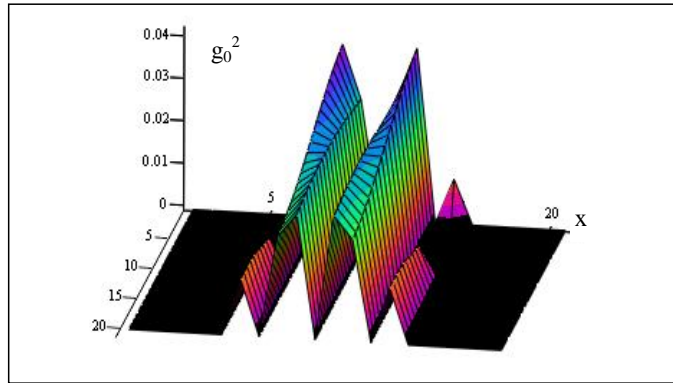
Sử dụng công cụ toán học “MathCad” để mô hình hóa mô hình toán đã được thiết lập và kết quả nhận được mô tả theo hình 2. Diện tích vùng chết tín hiệu nhỏ nhất trong 4 trường hợp đặc trưng tìm được là:

$$\hat{S}_{vc \min-INMARSAT} = \hat{S}_{vc \min(d)} = 105.841 \quad (5)$$

Thay (5) vào công thức đầu tiên của (4), nhận giá trị: $K_{bvmin-INMARSAT} = K_{bvmin}(d) = 0,76$.

Kết luận: Miền tối ưu của hệ số kênh thông tin bảo vệ - $K_{bv-INMARSAT}$ trong các kênh thông tin của hệ thống INMARSAT là:

$$0,76 \leq K_{bvmin-INMARSAT} \leq 1,00 \quad (6)$$



g2r

Hình 2. Diện tích vùng chết tín hiệu khi ảnh hưởng của nhiễu trong các kênh thông tin của hệ thống INMARSAT.

2. Thiết lập mô hình toán để tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT theo nhóm chỉ tiêu

Hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống mỗi hệ thống i -th (Q) có thể xác định theo công thức tổng quát [1, 2, 3]:

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^3 a_i J_i^2(S)} \quad (7)$$

Trong đó: a_i - hệ số chỉ tiêu chất lượng ứng với từng J_i đối với hệ thống S và đảm bảo rằng

$\sum_{i=1}^3 a_i = 1$. Đối với hệ thống S là INMARSAT thì:

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^3 a_i J_i^2(\text{INMARSAT})} \quad (8)$$

Theo kết quả nghiên cứu [1, 3], giá trị $a_2 = 0,4$ và các giá trị còn lại sẽ biến đổi trong khoảng $0,1 \leq a_{1,3} \leq 0,5$. Trên cơ sở lý luận từ (1), (2), (3), (6) và (8), thiết lập mô hình toán theo sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \sqrt{\sum_{i=1}^3 a_i J_i^2(\text{INMARSAT})} = \sqrt{a_1 J_1^2 + a_2 J_2^2 + a_3 J_3^2} \\ 0,76 \leq K_{bv \min - \text{INMARSAT}} \leq 1,00 \\ \sum_{i=1}^3 a_i = 1; a_2 = 0,4; 0,1 \leq a_{1,3} \leq 0,5 \\ J_i = K_{bv - \text{INMARSAT}} \\ J_2 = [P_{th}(t \leq t_{gh}) \leq 1] \\ J_3 = \varepsilon^* = 0,676 \end{array} \right. \quad (9)$$

Sử dụng chương trình tính toán “Excel” đối với mô hình toán (9). Kết quả tính toán cụ thể giá trị hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống thông tin INMARSAT theo nhóm chỉ tiêu được đưa ra trong các bảng 1÷5. Đồng thời các hình 3, 4 và 5 đưa ra các đồ thị đánh giá mối quan hệ hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT phụ thuộc vào từng thành phần trong nhóm chỉ tiêu.

Bảng 1. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT khi $a_{11} = 0,1$ và $a_{31} = 0,5$

a_{11}	a_2	a_{31}	K_{bv}	P_{th}	ϵ^*	Q_1
0,1	0,4	0,5	0,70	0,304	0,676	0,560762338
0,1	0,4	0,5	0,80	0,495	0,676	0,624898392
0,1	0,4	0,5	0,90	0,729	0,676	0,722540241
0,1	0,4	0,5	0,96	0,820	0,676	0,767859326
0,1	0,4	0,5	0,98	0,900	0,676	0,805312362
0,1	0,4	0,5	0,99	0,953	0,676	0,830530915

Bảng 2. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT khi $a_{12} = 0,2$ và $a_{32} = 0,4$

a_{12}	a_2	a_{32}	K_{bv}	P_{th}	ϵ^*	Q_2
0,2	0,4	0,4	0,70	0,304	0,676	0,563699211
0,2	0,4	0,4	0,80	0,495	0,676	0,639375007
0,2	0,4	0,4	0,90	0,729	0,676	0,746570024
0,2	0,4	0,4	0,96	0,820	0,676	0,797540218
0,2	0,4	0,4	0,98	0,900	0,676	0,835984689
0,2	0,4	0,4	0,99	0,953	0,676	0,861448780

Bảng 3. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT khi $a_{13} = 0,3$ và $a_{33} = 0,3$

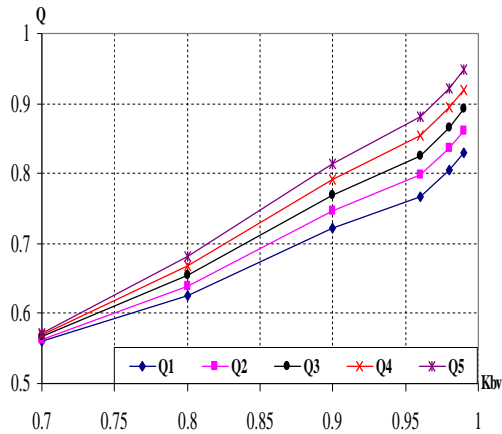
a_{13}	a_2	a_{33}	K_{bv}	P_{th}	ϵ^*	Q_3
0,3	0,4	0,3	0,70	0,304	0,676	0,566620861
0,3	0,4	0,3	0,80	0,495	0,676	0,653531025
0,3	0,4	0,3	0,90	0,729	0,676	0,769850115
0,3	0,4	0,3	0,96	0,820	0,676	0,826155433
0,3	0,4	0,3	0,98	0,900	0,676	0,865570794
0,3	0,4	0,3	0,99	0,953	0,676	0,891294788

Bảng 4. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT khi $a_{14} = 0,4$ và $a_{34} = 0,2$

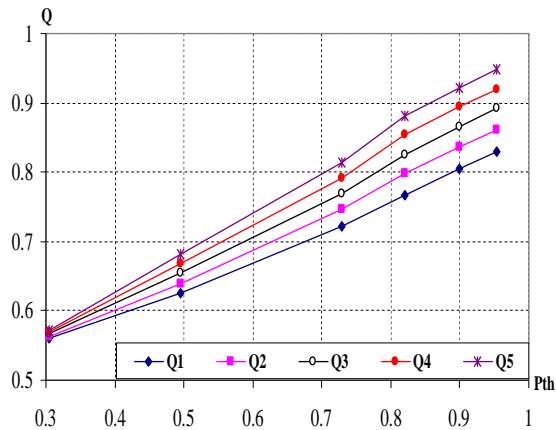
a_{14}	a_2	a_{34}	K_{bv}	P_{th}	ϵ^*	Q_4
0,4	0,4	0,2	0,70	0,304	0,676	0,569527523
0,4	0,4	0,2	0,80	0,495	0,676	0,667386844
0,4	0,4	0,2	0,90	0,729	0,676	0,792446591
0,4	0,4	0,2	0,96	0,820	0,676	0,853812157
0,4	0,4	0,2	0,98	0,900	0,676	0,894178506
0,4	0,4	0,2	0,99	0,953	0,676	0,920173245

Bảng 5. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT khi $a_{15} = 0,5$ và $a_{35} = 0,1$

a_{15}	a_2	a_{35}	K_{bv}	P_{th}	ϵ^*	Q_5
0,5	0,4	0,1	0,70	0,304	0,676	0,572419427
0,5	0,4	0,1	0,80	0,495	0,676	0,680960792
0,5	0,4	0,1	0,90	0,729	0,676	0,814416355
0,5	0,4	0,1	0,96	0,820	0,676	0,880600704
0,5	0,4	0,1	0,98	0,900	0,676	0,921898910
0,5	0,4	0,1	0,99	0,953	0,676	0,948172558



Hình 3. Đồ thị mối quan hệ $Q = f(K_{bv-INMARSAT})$.



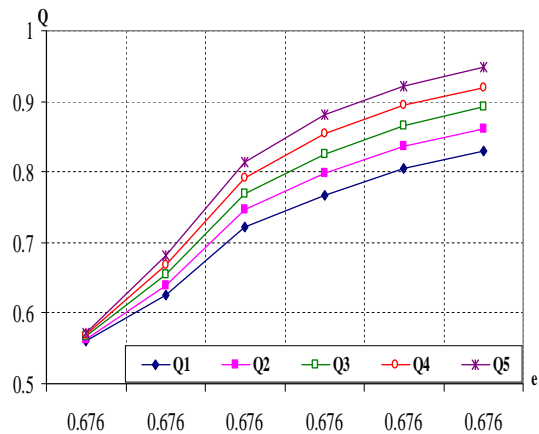
Hình 4. Đồ thị mối quan hệ $Q = f(P_{th})$.

3. Kết luận

Phân tích cụ thể các giá trị trong các bảng 1÷5 và các đồ thị từ các hình vẽ 3, 4 và 5, rút ra kết luận:

Hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống INMARSAT có dạng gần như đường thẳng, phụ thuộc chặt chẽ vào từng thành phần trong nhóm chỉ tiêu. Với chỉ tiêu ε^* tối ưu và không đổi, giá trị hiệu quả Q phụ thuộc rất lớn vào các chỉ tiêu $K_{bv-INMARSAT}$ và P_{th} .

Khi $K_{bv-INMARSAT} > 0,96$ và $P_{th} > 0,82$, thì hiệu quả làm việc của INMARSAT tăng khá nhanh và rõ rệt. Như vậy, nhóm chỉ tiêu cần lựa chọn, để đảm bảo cho hệ thống INMARSAT hoạt động với hiệu quả tối ưu là: $0,96 < K_{bv-INMARSAT} \leq 1$; $0,82 < P_{th} \leq 1$ và $\varepsilon^* = 0,676$.



Hình 5. Đồ thị mối quan hệ $Q = f(\varepsilon^*)$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Фам Ки Куанг. "Исследование влияния электромагнитной защищённости информационных каналов широкозонных дифференциальных подсистем на точность мониторинга и управления движением судов", СПГУВК, 2010, с.118.
- [2] Фам Ки Куанг., Ю.Г. Вишневский. Оценка общей эффективности автоматизированной системы управления движением судов. Программные продукты и системы, вып. 2, 2008, с. 60.
- [3] Ю.Г. Вишневский., А.А. Сикарев. Поля поражения сигналов и электромагнитная защищённость информационных каналов в АСУДС. - М.: СПб «Судостроение», 2006. - 356 с.
- [4] TS. TTr. Đinh Xuân Mạnh., TS. TTr. Phạm Kỳ Quang. Nghiên cứu ảnh hưởng điện từ trường bảo vệ trong đường dây vô tuyến của hệ thống thông tin INMARSAT đối với độ chính xác an toàn hàng hải. Tạp chí Giao thông vận tải, № 7, 2010.
- [5] TS. Phạm Kỳ Quang, KS. Lã Văn Hải., KS. Lại Thế Việt. Nghiên cứu ảnh hưởng thời gian hồi phục sự cố tín hiệu thông tin hàng hải trong các kênh thông tin của hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS đối với độ chính xác an toàn hàng hải. Đề tài NCKH cấp Trường, năm học 2010 - 2011.

Người phản biện: TS. Nguyễn Kim Phương