
ẢNH HƯỞNG HỆ SỐ CỦA KÊNH THÔNG TIN BẢO VỆ ĐIỆN TỬ TRƯỜNG TRONG HỆ THỐNG VI SAI HÀNG HẢI KHU VỰC RỘNG (K_{dt}) ĐỐI VỚI HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN TÀU THỦY (TĐĐKTT)
THE INFLUENCE OF FACTOR'S ELECTROMAGNETIC SECURITY OF THE SYSTEM SBAS INFORMATION CHANNELS ON EFFICIENCY OF AUTOMATION CONTROL SYSTEM FOR SHIPS

NCS. PHẠM KỲ QUANG

Trường ĐH GTĐT Quốc gia Xanh-Petecbua, LB Nga

Tóm tắt:

Hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng có ý nghĩa quan trọng đối với an toàn hàng hải và hiệu quả khai thác tàu thủy. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu vắn tắt kết quả nghiên cứu ảnh hưởng hệ số của kênh thông tin bảo vệ điện tử trường trong hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS đối với hiệu quả hoạt động của hệ thống TĐĐKTT. Từ đó đưa ra tiêu chuẩn tối ưu đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống TĐĐKTT.

Abstract:

The Satellite Based Augmentation System (SBAS) is very important for safety navigation and effective operation. In this article, we would like to introduce in generally the result of research of the influence of factor's electromagnetic security of the system SBAS information channels on efficiency of automation control system for ships. Therefore, the optimum criterion for an estimation of efficiency of automation control system for ships is shown.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS đảm bảo nâng cao độ chính xác và độ tin cậy trong việc xác định vị trí tàu, đặc biệt khi tàu hành trình trong khu vực hàng hải khó khăn, khu vực gần bờ, khu vực luồng v.v... Sai số bình phương trung bình vị trí xác định đạt 0,8 - 2,5 m và thậm chí độ chính xác của vị trí tàu đạt đến centimet. Trong trường hợp rủi ro hoặc lỗi làm việc của hệ thống SBAS, gây ra bởi sự xuất hiện tập trung nhiễu thời gian hoặc có sự gia tăng đột biến gây ra sự mất mát năng lượng khi lan truyền sóng vô tuyến trong không trung, thì độ chính xác vị trí tàu không được đảm bảo. Nghĩa là ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn hàng hải và hiệu quả hoạt động khai thác của hệ thống TĐĐKTT [2].

Trong [1, 3, 4] đã chỉ rằng, khi đánh giá hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT theo hệ số K_{dt} bao gồm:

- Đánh giá ảnh hưởng hệ số của kênh thông tin bảo vệ điện tử trường trong hệ thống SBAS và hệ số cấu trúc tối ưu của hệ thống TĐĐKTT (ϵ^*).
- Đánh giá xác suất truyền tín hiệu vô tuyến (tín hiệu thông tin) kịp thời trong hệ thống (P_{kt}).

2. Ảnh hưởng hệ số của kênh thông tin bảo vệ điện tử trường trong hệ thống SBAS và hệ số cấu trúc tối ưu của hệ thống TĐĐKTT

Việc đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống TĐĐKTT dựa trên cơ sở tính toán theo chỉ tiêu chất lượng, hoặc theo hệ số và cũng có thể xác định theo một chỉ tiêu, hoặc một nhóm chỉ tiêu chung. Một trong những chỉ tiêu này là "hệ số của kênh thông tin bảo vệ điện tử trường trong hệ thống SBAS - K_{dt} ". Hệ số K_{dt} phụ thuộc vào diện tích vùng chết (lỗi) của tín hiệu vô tuyến và xác định theo công thức [1]:

$$K_{dt} = 1 - \frac{\hat{S}_r}{\hat{S}_{r \max}} \quad (1)$$

Trong đó: \hat{S}_r - diện tích đánh giá vùng chết của tín hiệu;

$\hat{S}_{r \max}$ - diện tích đánh giá lớn nhất vùng chết của tín hiệu.

Khi tính toán hệ số K_{dt} theo diện tích vùng chết của tín hiệu, thì giá trị hệ số K_{dt} biến đổi trong khoảng $0 \leq K_{dt} \leq 1$ và hoàn toàn thỏa mãn với công thức (1). Trong [1] đã chứng minh rằng, khi $0 \leq K_{dt} < 0,4$ sự ảnh hưởng của nó đối với xác suất tin cậy truyền tín hiệu vô tuyến kịp thời của hệ thống là vô cùng bé, nghĩa là hiệu quả hoạt động của hệ thống TĐĐKTT bị ảnh hưởng không đáng kể trong khoảng biến thiên này. Do đó không xét khoảng biến thiên $0 \leq K_{dt} < 0,4$ đối với P_{kt} mà chỉ xét trong khoảng còn lại $0,4 \leq K_{dt} \leq 1$.

Hệ số cấu trúc tối ưu của hệ thống TĐĐKTT có tính đến ảnh hưởng của hệ số K_{dt} , được tính theo công thức:

$$\varepsilon^* = \frac{1}{1 + \lg \varepsilon} \quad (2)$$

Trong đó: ε - chỉ tiêu hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT.

Trong [4] đã chứng minh rằng, hệ thống TĐĐKTT hoạt động hiệu quả khi hệ số cấu trúc của nó tồn tại các giá trị $\varepsilon = 0,543, 0,624$ và $0,676$. Nghiêm nhiên lựa chọn trong số đó hệ số tối ưu nhất khi $\varepsilon = 0,676$.

3. Đánh giá xác suất truyền tín hiệu vô tuyến kịp thời trong hệ thống

Một trong những yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến độ chính xác của hệ thống SBAS là điện từ trường của đường dây truyền tín hiệu vô tuyến từ các trạm điều khiển mặt đất đến các vệ tinh và ngược lại. Công thức đánh giá xác suất tin cậy truyền tín hiệu vô tuyến kịp thời được xác định theo [1].

$$P_{kt} = \left[K_{dt} + (1 - K_{dt}) e^{-(\lambda + \mu)t_{th}} \right] e^{-\lambda t_{gh}} \quad (3)$$

Trong đó: t_{th} , t_{gh} - thời gian thực hiện và thời gian giới hạn cho phép của việc truyền tín hiệu thông tin;

μ - khả năng hồi phục lỗi của hệ thống;

λ - tần suất lỗi của hệ thống và tính theo công thức:

$$\lambda = \mu\gamma \quad (4)$$

Giá trị hệ số γ liên quan chặt chẽ với hệ số K_{dt} và tính theo công thức:

$$\gamma = \frac{1}{K_{dt}} - 1 \quad (5)$$

P_{kt} - xác suất tin cậy truyền tín hiệu vô tuyến kịp thời của hệ thống, được đánh giá như xác suất của khoảng thời gian truyền tín hiệu này ($P\{t_{th}\}$) và đảm bảo rằng không vượt quá xác suất thời gian giới hạn cho phép ($P\{t_{gh}\}$) và tính theo công thức:

$$P_{kt} = \left[K_{dt} + (1 - K_{dt}) e^{-(\lambda + \mu)t_{th}} \right] e^{-\lambda t_{gh}} = P\{t_{th} < t_{gh}\} \leq 1 \quad (6)$$

Như vậy xác suất P_{kt} phụ thuộc chặt chẽ vào hệ số K_{dt} và có thể biểu diễn sự phụ thuộc theo hàm số toán học $P_{kt} = f(K_{dt})$. Giá trị γ hoàn toàn tính được khi $0,4 \leq K_{dt} \leq 1$ theo công thức (4). Ví dụ khi $\mu = 2$, tính được P_{kt} theo các giá trị cho trước của t_{gh} (chẳng hạn $t_{gh} = 0 \div 5$ phút). Kết quả tính toán cụ thể cho trong bảng 1. Trên cơ sở kết quả tính toán này thực hiện vẽ đồ thị hàm số $P_{kt} = f(K_{dt})$ (hình 1).

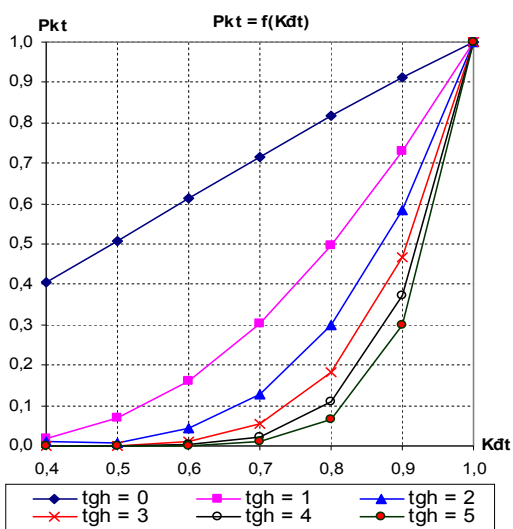
Phân tích giá trị trong bảng 1 và hình 1 rút ra kết luận sau:

- Khi hệ số K_{dt} tăng dần đến giá trị giới hạn "1" thì xác suất P_{kt} cũng tăng dần theo. Khi hệ số K_{dt} tăng dần trong khoảng $0,4 \leq K_{dt} \leq 0,8$ thì xác suất P_{kt} tăng không đáng kể, thậm chí ngay cả khi $K_{dt} = 0,8$, $P_{kt} < 0,5$ tại $t_{gh} = 1$ phút và $P_{kt} = 0,067$ tại $t_{gh} = 5$ phút. Khi $0,8 \leq K_{dt} \leq 0,9$ thì xác suất $P_{kt} > 0,5$ chỉ khi $t_{gh} \leq 2$ phút.

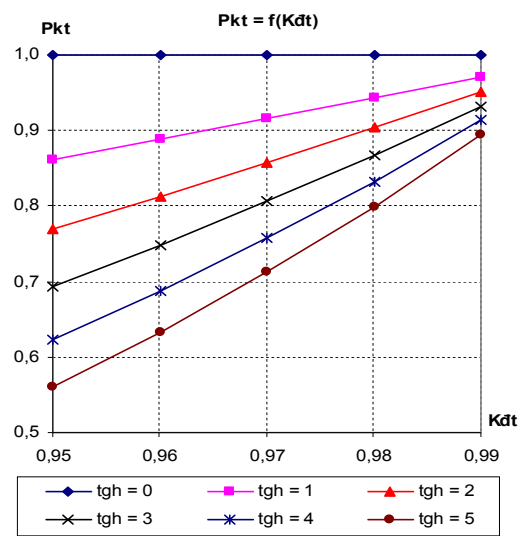
- Xác suất P_{kt} tăng nhanh và rõ rệt khi $K_{dt} > 0,9$, đặc biệt trong khoảng $0,95 \leq K_{dt} \leq 0,98$.
 Xác suất P_{kt} đạt từ 0,79 khi $t_{gh} \leq 2$ phút và khi $t_{gh} \geq 3$ phút, thì xác suất $P_{kt} \geq 0,8$ chỉ khi $K_{dt} \geq 0,98$.

Bảng 1. Xác suất P_{kt} theo các giá trị cho trước của t_{gh}

K_{dt}	$\gamma = \frac{1}{K_{kt}} - 1$	$\lambda = \mu\gamma$	P_{kt}					
			$t_{gh} = 0$	$t_{gh} = 1$	$t_{gh} = 2$	$t_{gh} = 3$	$t_{gh} = 4$	$t_{gh} = 5$
0,4	1,50	3,00	0,404	0,020	0,010	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$
0,5	1,00	2,00	0,509	0,069	0,009	0,001	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$
0,6	0,67	1,34	0,614	0,162	0,043	0,011	0,003	$8 \cdot 10^{-4}$
0,7	0,43	0,86	0,717	0,304	0,129	0,055	0,023	0,010
0,8	0,25	0,50	0,816	0,495	0,300	0,182	0,110	0,067
0,9	0,11	0,22	0,911	0,729	0,584	0,468	0,374	0,300
1,0	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000



Hình 1. Đồ thị xác định mối quan hệ của P_{kt} và K_{dt} khi giá trị t_{gh} khác nhau



Hình 2. Đồ thị xác định mối quan hệ của P_{kt} và K_{dt} khi giá trị t_{gh} khác nhau và $K_{dt} \geq 0,95$

Để phân tích chi tiết sự thay đổi xác suất P_{kt} phụ thuộc vào hệ số K_{dt} , có thể xét khi giá trị $K_{dt} \geq 0,95$. Trong bảng 2 đưa ra kết quả tính toán cụ thể P_{kt} theo các giá trị cho trước t_{gh} với điều kiện $K_{dt} \geq 0,95$.

Bảng 2. Xác suất P_{kt} theo các giá trị cho trước của t_{gh} khi $K_{dt} \geq 0,95$

K_{dt}	$\gamma = \frac{1}{K_{3M3}} - 1$	$\lambda = \mu\gamma$	P_{kt}					
			$t_{gh} = 0$	$t_{gh} = 1$	$t_{gh} = 2$	$t_{gh} = 3$	$t_{gh} = 4$	$t_{gh} = 5$
0,95	0,0526	0,1053	1	0,8606	0,7703	0,6928	0,6235	0,5612
0,96	0,0417	0,0833	1	0,8878	0,8131	0,7477	0,6879	0,6329
0,97	0,0309	0,0619	1	0,9154	0,8576	0,8058	0,7574	0,7120
0,98	0,0204	0,0408	1	0,9433	0,9035	0,8671	0,8324	0,7991
0,99	0,0101	0,0202	1	0,9715	0,9510	0,9318	0,9132	0,8949

Theo kết quả tính toán trong bảng 2, vẽ đồ thị hàm số $P_{kt} = f(K_{dt})$ với điều kiện $K_{dt} \geq 0,95$. Từ hình 2 nhận thấy rằng, xác suất P_{kt} phụ thuộc vào hệ số K_{dt} với điều kiện $K_{dt} \geq 0,95$ và có dạng đường thẳng. Giá trị xác suất P_{kt} tăng rất mạnh cùng với sự tăng của hệ số K_{dt} trong điều kiện $K_{dt} \geq 0,95$.

4. Tính toán hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT theo hệ số K_{dt}

Hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT theo hệ số K_{dt} (Θ) được đánh giá gần như chất lượng thực của hệ thống tiêu chuẩn (hệ thống mẫu - S) và xác định theo công thức [1, 3, 4]:

$$S \approx \Theta = \sqrt{a_1 K_{\Delta M}^2 + a_2 P_{cb}^2 (t \leq t_{don}) + a_3 \varepsilon^{*2}} \quad (7)$$

Trong đó: a_i - trọng số chỉ tiêu chất lượng của hệ thống mẫu S.

Giá trị đánh giá thực nghiệm chuẩn xác truyền thông tin kịp thời trong hệ thống được đưa ra là $a_2 = 0,4$. Các giá trị a_i còn lại sẽ biến đổi trong khoảng $0,1 \leq a_i \leq 0,5$ [1, 5].

Kết quả tính toán cụ thể hiệu quả hệ thống TĐĐKTT phụ thuộc vào sự thay đổi của hệ số K_{dt} và được đưa trong các bảng từ 1-5.

Bảng 1

a_{11}	a_2	a_{31}	K_{dt}	P_{kt}	ε^*	$\Theta 1$
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	0,82	0,676	0,767859326
0,1	0,4	0,5	0,98	0,9	0,676	0,805312362
0,1	0,4	0,5	0,99	0,953	0,676	0,830530915

Bảng 2

a_{12}	a_2	a_{32}	K_{dt}	P_{kt}	ε^*	$\Theta 2$
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	0,82	0,676	0,797540218
0,2	0,4	0,4	0,98	0,9	0,676	0,835984689
0,2	0,4	0,4	0,99	0,953	0,676	0,861448780

Bảng 3

a_{13}	a_2	a_{33}	K_{dt}	P_{kt}	ε^*	$\Theta 3$
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	0,82	0,676	0,826155433
0,3	0,4	0,3	0,98	0,9	0,676	0,865570794
0,3	0,4	0,3	0,99	0,953	0,676	0,891294788

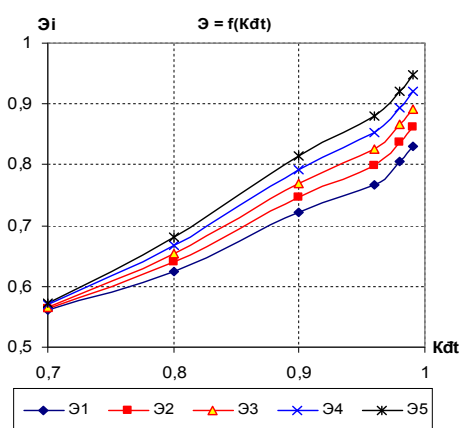
Bảng 4

a_{14}	a_2	a_{34}	K_{dt}	P_{kt}	ϵ	Θ
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	0,82	0,676	0,853812157
0,4	0,4	0,2	0,98	0,9	0,676	0,894178506
0,4	0,4	0,2	0,99	0,953	0,676	0,920173245

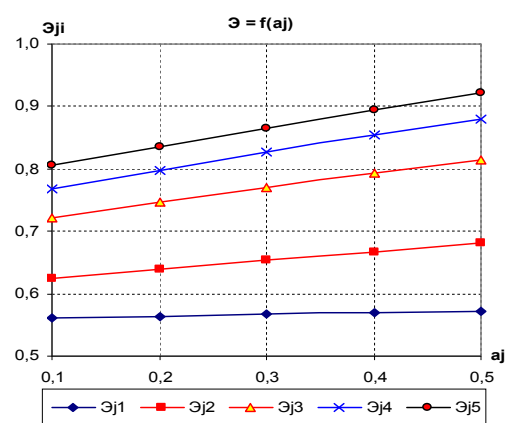
Bảng 5

a_{15}	a_2	a_{35}	K_{dt}	P_{kt}	ϵ	Θ
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	0,82	0,676	0,880600704
0,5	0,4	0,1	0,98	0,9	0,676	0,921898910
0,5	0,4	0,1	0,99	0,953	0,676	0,948172558

Trên cơ sở kết quả tính toán trong các bảng 1-5 tiến hành vẽ được hai đồ thị (hình 3 và 4).



Hình 3. Đồ thị đánh giá Θ của hệ thống TĐĐKTT phụ thuộc giá trị K_{dt}



Hình 4. Đồ thị đánh giá Θ của hệ thống TĐĐKTT phụ thuộc giá trị a_i

5. Kết luận

Phân tích giá trị trong các bảng 1-5 và các đồ thị rút ra kết luận:

Hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT có dạng gần như đường thẳng phụ thuộc chặt chẽ vào hệ số của kênh thông tin bảo vệ điện từ trường trong các mạng thông tin và theo dõi hàng hải đến giá trị $K_{dt} = 0,96$. Khi $K_{dt} > 0,96$ hiệu quả của hệ thống TĐĐKTT tăng nhanh và rõ rệt. Như vậy giá trị hệ số K_{dt} cần lựa chọn đảm bảo hệ thống TĐĐKTT hoạt động với hiệu quả tối ưu là $0,96 < K_{dt} \leq 1$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. Фам Ки Куанг., Ю. Г. Вишнеvский. Оценка общей эффективности автоматизированной системы управления движением судов. Программные продукты и системы, вып. 2(82), 2008, с. 59-60.

[2]. Фам Ки Куанг., Ю. Г. Вишнеvский. Оценка взаимосвязи навигационной безопасности мореплавания и электромагнитной защищенности информационных каналов (ЭМЗИК)

широкозонных дифференциальных подсистем (ШДПС). Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов, No.1, Январь, 2009, с. 124-125.

[3]. Ю. Г. Вишневецкий., А. А. Сикарев. *Поля поражения сигналов и электромагнитная защищённость информационных каналов в АСУДС.* - М.: СПб «Судостроение», 2006. - 356с.

[4]. Ю. Г. Вишневецкий. *Оценка эффективности структуры автоматизированной системы управления движением судов.* Программные продукты и системы, вып. 2(82), 2008, с. 75-76.

[5]. Е. Н. Литвяк., И. В. Пашенко., Н. Н. Торяник. *О взаимосвязи электромагнитной защищённости радиолиний и своевременности прохождения информации в АСУДС// Информационные системы на транспорте: Сб. Науч. Трудов/ Под. ред. проф. А. С. Бутова.* - СПб.: Судостроение, 2002, с. 193-197.

Người phản biện: TS. Nguyễn Phùng Hưng