

Giải pháp xây dựng môi trường giả lập xác định tham số góc tấn giới hạn cho phép của máy bay Su-27

Lê Ngọc Lâm^{1*}, Phùng Quang Khải², Ngô Doãn Thanh²

¹Viện Kỹ thuật Phòng không - Không quân, Khương Trung, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam;

²Học viện Phòng không - Không quân, Kim Sơn, Sơn Tây, Hà Nội, Việt Nam.

*Email: lengoclan12@gmail.com

Ngày nhận: 04/01/2024; Hoàn thiện: 26/02/2024; Chấp nhận đăng: 14/3/2024; Xuất bản: 01/4/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.CAPITI.2024.140-146>

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất giải pháp xây dựng môi trường giả lập để tổng hợp dữ liệu nhằm xác định tham số góc tấn giới hạn cho phép của máy bay Su-27. Điều này rất có ý nghĩa với các nghiên cứu thiết kế chế tạo máy tính tín hiệu giới hạn thay thế tương đương. Bởi vì trong thực tiễn, việc tính toán góc tấn giới hạn bằng mô hình toán học mà hiện nay trên máy tính tín hiệu giới hạn BCO-1-1 của máy bay Su-27 đang sử dụng không được công bố do điều kiện bảo mật thông tin của nhà sản xuất máy bay. Giải pháp được xây dựng đơn giản, dễ áp dụng để xác định góc tấn giới hạn cho phép cho máy bay Su-27 cũng như các loại máy bay khác.

Từ khóa: Góc tấn giới hạn cho phép; Hệ thống COC-2-1; Su-27.

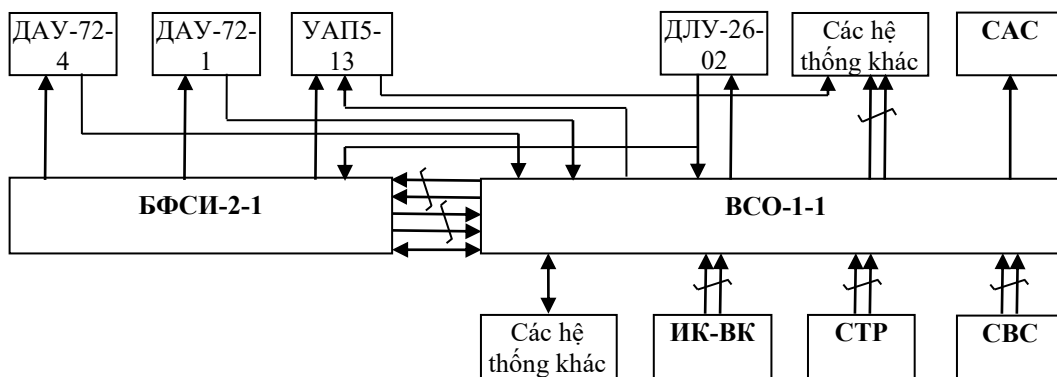
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy bay Su-27 được trang bị hệ thống tín hiệu giới hạn COC-2-1 dùng để đưa ra các tín hiệu cảnh báo và hạn chế khi máy bay đạt tới trạng thái giới hạn giúp phi công điều khiển máy bay an toàn. Thành phần chính của hệ thống COC-2-1 là máy tính BCO-1-1 dùng để tính toán các tham số giới hạn.

Để tính toán tương đối chính xác tham số góc tấn tới hạn, phải phụ thuộc vào tham số động học (hình dạng cánh) của máy bay [1, 2]. Và đối với mỗi máy bay, qua quá trình thực nghiệm, nhà sản xuất sẽ đưa ra giá trị giới hạn cho phép để đảm bảo an toàn trong quá trình bay (giá trị này thường nhỏ hơn giá trị tới hạn của máy bay). Các vấn đề đó, đều được nhà sản xuất bảo mật. Điều này gây ra nhiều khó khăn khi muốn thiết kế, chế tạo máy tính tương đương BCO-1-1.

Vì vậy, giải pháp được đề xuất ở đây là bằng phương pháp khảo sát, thống kê sẽ xây dựng bộ tham số các tín hiệu giới hạn cho phép (lấy góc tấn làm tham số ví dụ để thực hiện). Việc thiết kế hệ thống để khảo sát tham số góc tấn giới hạn cho phép của máy tính BCO-1-1 được thực hiện trên cơ sở xây dựng môi trường giả lập để xác định các tham số cần thiết.

2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TÍN HIỆU GIỚI HẠN COC-2-1



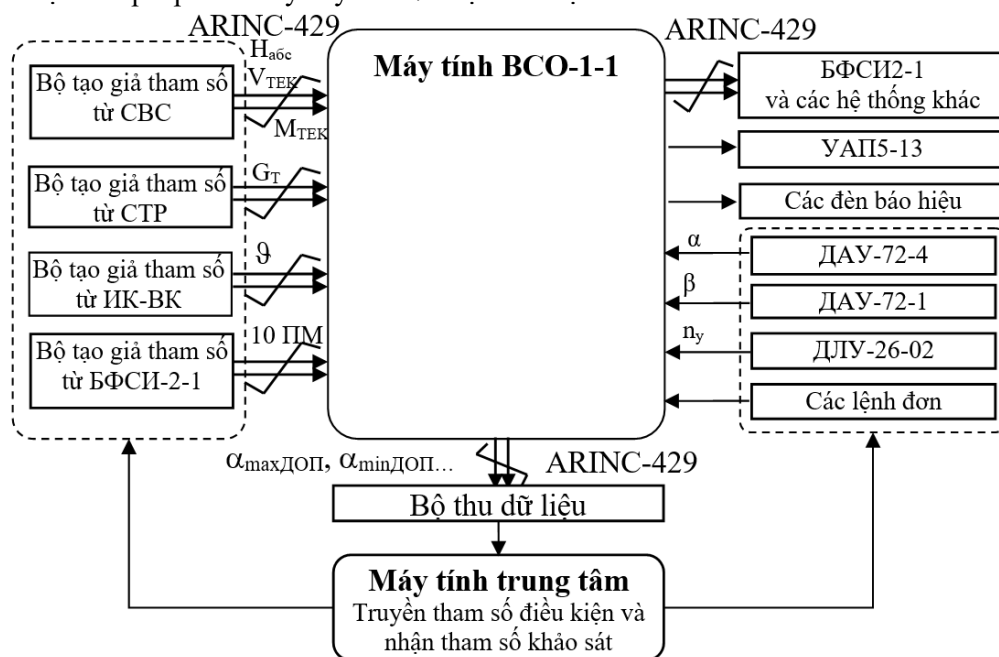
Hình 1. Sơ đồ liên kết chức năng của máy tính BCO-1-1 trong hệ thống COC-2-1.

Sơ đồ liên kết chức năng giữa máy tính BCO-1-1 với các thiết bị khác trong hệ thống COC-2-1 được thể hiện trên hình 1 [3]. Các tín hiệu giới hạn đầu ra của máy tính BCO-1-1 được đưa đến hệ thống đặc biệt, đến hệ thống tự động điều khiển (CAY) và đến hệ thống báo các tín hiệu khẩn cấp (CAC). Các giá trị tính toán của góc tấn thực, của góc tấn lớn nhất cho phép, của quá tải lớn nhất cho phép được đưa đến bộ tạo tín hiệu chỉ thị БФСИ-2-1. ДАУ-72-1, ДАУ-72-4 là truyền cảm góc trượt cạnh và truyền cảm góc tấn; ДЛТУ-26-02 là truyền cảm quá tải; УАП5-13 là đồng hồ chỉ góc tấn và quá tải; ИК-БК là hệ thống hướng quán tính; СТП là hệ thống nhiên liệu; CBC là hệ thống những tín hiệu không khí.

3. XÂY DỰNG MÔI TRƯỜNG KHẢO SÁT THAM SỐ GÓC TẤN GIỚI HẠN CHO PHÉP TRÊN MÁY BAY SU-27

3.1. Giải pháp xây dựng môi trường khảo sát

Nhiệm vụ được đặt ra là khảo sát tham số góc tấn giới hạn cho phép của máy bay Su-27 theo số M và các lệnh đơn, được tính toán trên máy tính BCO-1-1 của hệ thống tín hiệu tới hạn COC-2-1. Giải pháp đưa ra là xây dựng môi trường giả lập các tín hiệu như trên máy bay khi thực hiện các trạng thái bay khác nhau, bằng cách thiết kế, xây dựng các bộ tạo giả dữ liệu đầu vào cho máy tính BCO-1-1. Sơ đồ khối chức năng giải pháp xây dựng môi trường khảo sát tham số góc tấn giới hạn cho phép trên máy bay Su-27 được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ chức năng giải pháp xây dựng môi trường khảo sát tham số góc tấn giới hạn cho phép trên máy bay Su-27.

Các dữ liệu đầu vào:

- Các tham số H_{a6c} , V_{TEK} , M_{TEK} được tạo giả bằng bộ tạo giả các tín hiệu từ CBC, tham số trọng lượng dầu G_T được tạo giả bằng bộ tạo giả tham số từ CTP, tín hiệu góc chúc ngóc 9 được tạo giả bằng bộ tạo giả tham số từ ИК-БК, tham số phương án vũ khí được tạo giả bằng bộ tạo giả tham số từ БФСИ-2-1. Các bộ tạo giả tham số trên nhận các tham số tạo giả từ máy tính trung tâm từ đó biến đổi thành chuẩn truyền thông ARINC-429 với địa chỉ và tham số tương ứng để đưa đến máy tính BCO-1-1.

- Góc tấn α , góc trượt cạnh β được lấy từ mô hình truyền cảm ДАУ-72-4, ДАУ-72-1, quá tải đứng được lấy từ mô hình truyền cảm ДЛТУ-26-02.

- Các lệnh đơn (thu càng, thả càng, độ cao nhỏ hơn độ cao nguy hiểm,...) được lấy từ bộ tạo các tham số lệnh đơn.

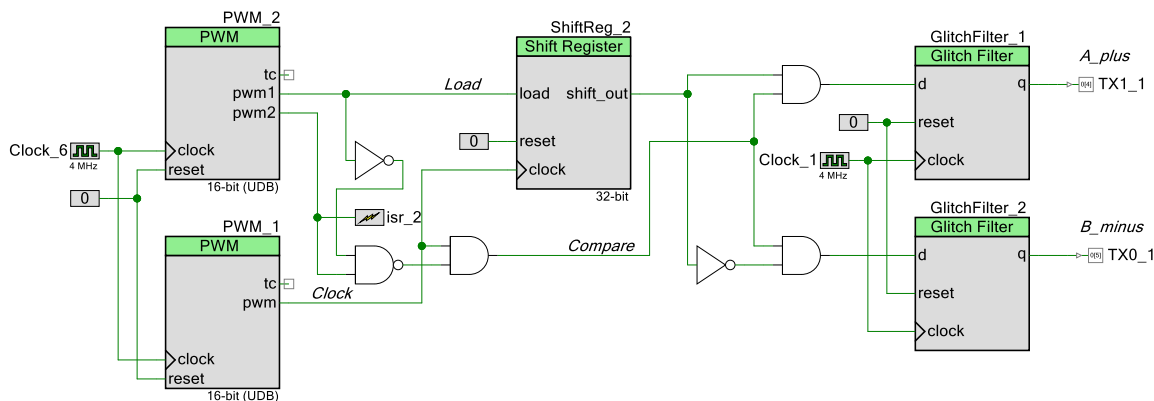
Các dữ liệu đầu ra của máy tính BCO-1-1:

- Tham số góc tấn cho phép lớn nhất ($\alpha_{\max\text{ДОП}}$) và nhỏ nhất ($\alpha_{\min\text{ДОП}}$); giá trị hiện tại (tức thời) của góc nghiêng quỹ đạo $\theta_{\text{ТЕК}}$; giá trị hiện tại thực của góc tấn $\alpha_{\text{ИСТ}}$ và góc trượt $\beta_{\text{ИСТ}}$; giá trị hiện tại của quá tải đứng $n_{y\text{ ТЕК}}$; giá trị lớn nhất và nhỏ nhất cho phép của quá tải đứng; tốc độ đồng hồ lớn nhất và nhỏ nhất; giá trị lớn nhất cho phép của số M được truyền ra theo chuẩn ARINC-429 được thu, ghi lưu trên máy tính trung tâm và được truyền đến БФСИ2-1.

- Các tham số lệnh đơn báo trạng thái tốt của hệ thống, các giá trị đạt tới ngưỡng giới hạn được đưa ra các đèn tín hiệu và mô hình đồng hồ YAИ5-13.

3.2. Cơ sở xây dựng giải pháp truyền dữ liệu

Để truyền/nhận dữ liệu theo chuẩn ARINC-429, các bộ biến đổi của các hãng (ARINC429/RS422,...) thường được sử dụng. Tuy nhiên, hiện nay để mua được là khó khăn (vì ARINC-429 là chuẩn truyền cho hàng không, tên lửa và máy bay quân sự), giá thành cao và không chủ động về công nghệ khi thiết kế thiết bị. Vì vậy, giải pháp truyền dữ liệu xây dựng trên cơ sở kết hợp ứng dụng các khối số và bộ vi điều khiển tích hợp trong chip PSoC5 được đề xuất và giải quyết (hình 3).



Hình 3. Sơ đồ thực hiện giải pháp truyền tín hiệu theo chuẩn ARINC-429 trên chip PSoC5 ứng dụng các khối số và bộ vi điều khiển.

Trong đó, bộ tạo dao động trong chip tạo tín hiệu “Clock” tần số truyền mong muốn (đối với máy bay Su-27 tần số truyền thông là 50KHz). Sử dụng các khối số tạo tín hiệu “Compare” với chum 32 xung (tần số 50KHz) và 4 chu kỳ nghi (4T = 80μs) như dạng tín hiệu 3 trên hình 4. Khối ghi dịch 32 bits của chip PSoC5 sử dụng tín hiệu “Clock” ở trên. Tạo xung “Load” khởi tạo để bắt đầu quá trình ghi dữ liệu (tín hiệu 1 trên hình 4) cho bộ ghi dịch với tín hiệu khởi tạo xuất hiện trước xung đầu tiên của “Compare” một phần tư chu kỳ của “Clock”. Do đó, sau khi có xung “Load” khi xuất hiện clock đầu tiên sẽ lần lượt tải dữ liệu đến đầu ra của bộ ghi dịch, tín hiệu này sẽ được so sánh với tín hiệu “Compare” để được tín hiệu ra tương ứng (tín hiệu 2) tín hiệu này gọi là “A_plus”, tương tự ta có tín hiệu “B_minus” (là tín hiệu có giá trị nghịch của tín hiệu “A_plus”).

Tín hiệu “A_plus” và “B_minus” được đưa ra ngoài qua bộ chuyển đổi dữ liệu (HI-8586) sẽ thành tín hiệu lưỡng cực (“A”, “B”) của đường truyền ARINC-429 mong muốn (tín hiệu kênh “A” có dạng như tín hiệu 4 trên hình 4) với địa chỉ và dữ liệu được truyền từ chip PSoC5 được nhận từ máy tính trung tâm. Trong đó, 8 bit đầu là địa chỉ tham số, bit thứ 29 đến 15 là dữ liệu của tham số, bit 30 và 31 xác định dấu của tham số, bit 32 là bit chặn/lẻ dùng để xác định tính hợp cách. Giá trị bit chặn/lẻ được tính toán trong bộ vi điều khiển từ dữ liệu trên máy tính đưa đến.



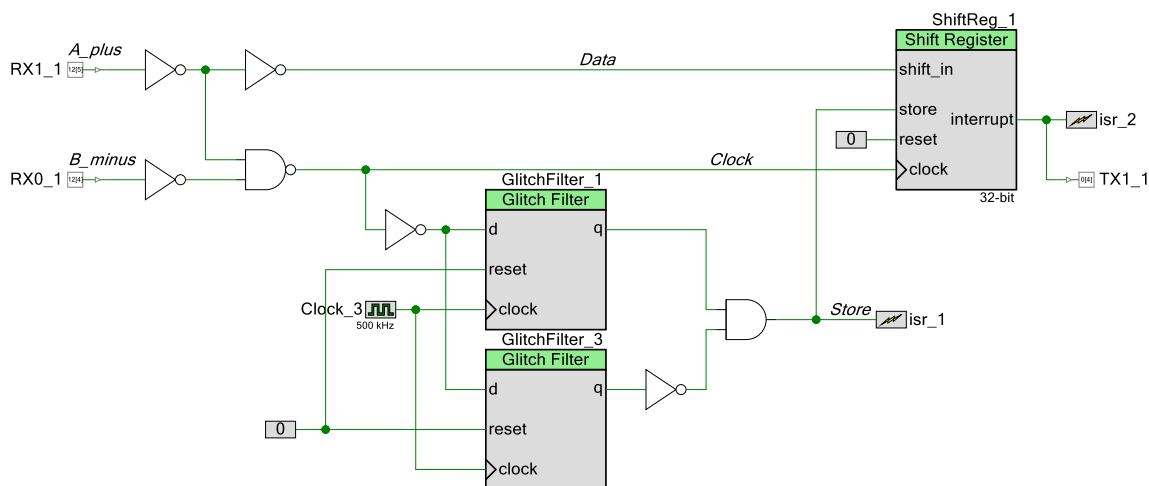
Hình 4. Giản đồ xung giải pháp truyền tín hiệu theo chuẩn ARINC-429.

Bảng 1. Địa chỉ tham số vào cho máy tính BCO-1-1.

TT	Địa chỉ (hệ 8)	Ký hiệu	Tham số
1	223	$H_{a\delta c}$	Độ cao tuyệt đối
2	225	M_{TEK}	Số M hiện tại
3	226	V_{TEK}	Tốc độ hiện tại
4	345	G_T	Giá trị lượng dầu
5	331	ϑ	Góc chúc ngóc
6	333	Θ_{TEK}	Góc nghiêng quỹ đạo
7	241	10 IIM	Phương án mang treo

3.3. Cơ sở giải pháp đọc dữ liệu từ máy tính BCO-1-1

Trong phần này, giải pháp đọc dữ liệu trực tiếp từ chip PSoC5 thông qua các khối số và bộ vi điều khiển được xây dựng (hình 5).



Hình 5. Sơ đồ thực hiện giải pháp thu tín hiệu theo chuẩn ARINC-429 trên chip PSoC5 ứng dụng các khối số và bộ vi điều khiển.

Tín hiệu vào chuẩn ARINC-429: “A” và “B” sẽ được đưa qua bộ biến đổi (HI-8588) để biến đổi từ lưỡng cực sang đơn cực: “A_plus” và “B_minus” và đưa đến chip PSoC5 (tín hiệu 4 hình 6).

Tín hiệu “A_plus” sẽ là “Data” đầu vào shift-in của bộ ghi dịch 32 bits (tín hiệu 2 hình 6); tín hiệu “A_plus” và “B_minus” qua các khối số để biến đổi thành chuỗi xung 32 bit có tần số là tần số của đường truyền (50KHz) trở thành tín hiệu “Clock” (tín hiệu 3 trên hình 6) để đưa đến đầu vào clock cho bộ ghi dịch. Khi đó khi mỗi xung “Clock” xuất hiện dữ liệu (“Data”) sẽ được

truyền đến bộ đệm FIFO của bộ ghi dịch, cho đến khi kết thúc 32 xung 32 bits “Data” sẽ được truyền đủ vào bộ đệm. Qua các khối biến đổi xác định xung “Store” xuất hiện khi kết thúc xung thứ 32 và khoảng trống lớn hơn 1T (1 chu kỳ xung), khi xung “Store” xuất hiện sẽ thực hiện ghi dữ liệu từ bộ đệm của bộ ghi dịch vào vi điều khiển, tại đây dữ liệu được kiểm tra tính hợp cách và giải mã dữ liệu rồi truyền lên máy tính trung tâm.



Hình 6. Giản đồ xung giải pháp thu tín hiệu theo chuẩn ARINC-429.

Bảng 2. Địa chỉ tham số ra từ máy tính BCO-1-1.

TT	Địa chỉ (hệ 8)	Ký hiệu	Tham số
1	227	$V_{\max\text{доп}}$	Giá trị vận tốc lớn nhất cho phép
2	321	$V_{\min\text{доп}}$	Giá trị vận tốc nhỏ nhất cho phép
3	322	$\alpha_{\max\text{доп}}$	Giá trị góc tấn lớn nhất cho phép
4	323	$\alpha_{\min\text{доп}}$	Giá trị góc tấn nhỏ nhất cho phép
5	373	$M_{\max\text{доп}}$	Giá trị cực đại cho phép của trị số M
6	326	$n_{\max\text{доп}}$	Giá trị quá tải đứng lớn nhất cho phép
7	327	$n_{\min\text{доп}}$	Giá trị quá tải đứng nhỏ nhất cho phép
8	346	$n_{\text{УТЕК}}$	Giá trị hiện tại của quá tải
9	371	$\beta_{\text{ИСТ}}$	Giá trị của góc trượt thực
10	370	$\alpha_{\text{ИСТ}}$	Giá trị hiện tại của góc tấn thực

3.4. Xây dựng chương trình truyền, nhận dữ liệu và ghi lưu để tổng hợp tham số góc tấn giới hạn

Chương trình trên máy tính trung tâm được xây dựng để truyền số liệu đến các bộ tạo giả: Bộ tạo giả tham số từ CBC (H_{abc} , $V_{\text{ТЕК}}$, $M_{\text{ТЕК}}$), bộ tạo giả tham số từ CTP (G_T), bộ tạo giả tham số từ ИК-ВК (9) và bộ tạo giả tham số từ БФСИ2-1. Sau đó, nhận tham số được truyền đến từ bộ thu dữ liệu (thu nhận các giá trị giới hạn cho phép của máy bay được tính toán từ máy tính BCO-1-1). Chương trình trên máy tính trung tâm sẽ ghi lưu tham số, từ đó, xây dựng đồ thị tham số góc tấn giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất cho phép.

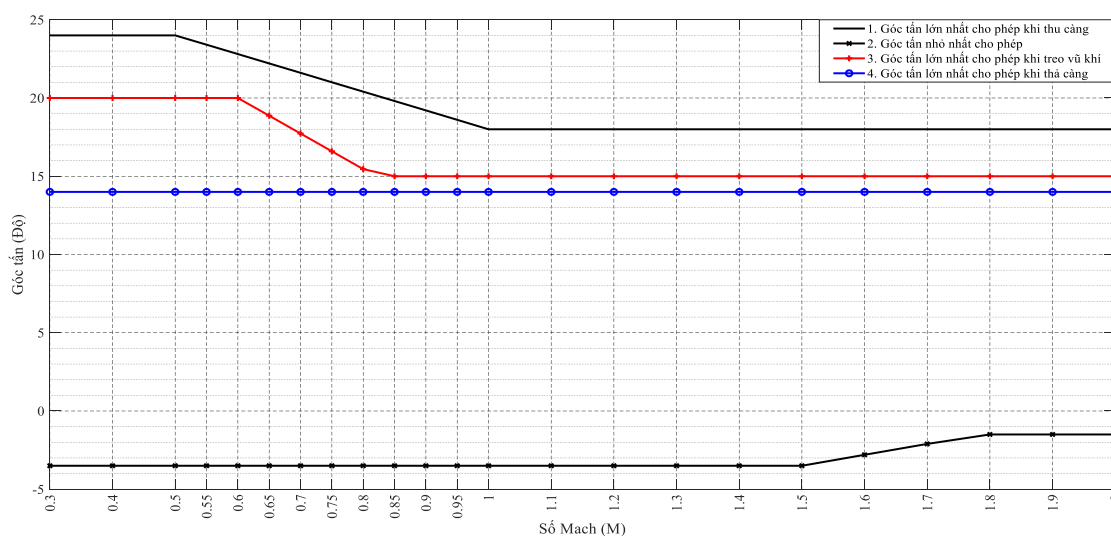
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả thực nghiệm khảo sát tham số góc tấn lớn nhất và nhỏ nhất cho phép ($\alpha_{\max\text{доп}}$, $\alpha_{\min\text{доп}}$) trên máy bay Su-27 sử dụng môi trường giả lập các tham số vào và đọc các giá trị tính toán trên máy tính BCO-1-1 của máy bay Su-27 được thể hiện trên bảng 3 và hình 7.

Các tham số khảo sát là cơ sở ban đầu để xây dựng tính toán, thiết kế chế tạo “máy tính BCO-1-1 mới” thay thế tương đương máy tính nguyên bản do Nga sản xuất.

Bảng 3. Giá trị số M, góc tấn giới hạn cho phép $\alpha_{\max, \text{ДОП}}$ và $\alpha_{\min, \text{ДОП}}$.

T	Giá trị mã số M (hệ 8)	Số M	Giá trị mã góc tấn lớn nhất cho phép (hệ 8)	Góc tấn lớn nhất cho phép (độ)	Giá trị mã góc tấn nhỏ nhất cho phép (hệ 8)	Góc tấn nhỏ nhất cho phép (độ)	Giá trị mã góc tấn lớn nhất cho phép (hệ 8) khi treo VK	Góc tấn lớn nhất cho phép (độ) khi treo VK
1	00454000	0.3	01042100	24	37660200	-3.5	00707000	20
2	00620000	0.4	01042100	24	37660200	-3.5	00707000	20
3	00764000	0.5	01042100	24	37660200	-3.5	00707000	20
4	01046000	0.55	01024400	23.406	37660200	-3.5	00707000	20
...
21	03410000	1.8	00631400	18	37735600	-1.5	00525200	15
22	03554000	1.9	00631400	18	37735600	-1.5	00525200	15
23	03720000	2	00631400	18	37735600	-1.5	00525200	15



Hình 7. Đồ thị góc tấn giới hạn cho phép trên máy bay Su-27 theo số M, lệnh đơn thả càng, độ cao nhỏ hơn độ cao nguy hiểm và khi treo vũ khí.

Kết quả cho thấy trên máy bay Su-27 ở các chế độ bay góc tấn giới hạn lớn nhất cho phép được nhà sản xuất giới hạn trong phạm vi không lớn hơn +24 độ, góc tấn giới hạn nhỏ nhất cho phép là không nhỏ hơn -3,5 độ. Khi thả càng và ở độ cao nhỏ hơn độ cao nguy hiểm giá trị góc tấn lớn nhất cho phép được giới hạn nhỏ hơn 14 độ (hình 7, đường số 4). Khi máy bay treo vũ khí ở các giá số 4, 6, 9 thì góc tấn giới hạn lớn nhất thay đổi trong khoảng từ 20 độ đến 15 độ như trên hình 7, đường số 3. Với các điều kiện bay khác nhau giá trị góc tấn giới hạn cho phép có các giá trị khác nhau để đảm bảo an toàn bay (hình 7). Tuy nhiên, các tín hiệu đưa ra nhằm để cảnh báo giúp đảm an toàn bay, trong nhiều trường hợp cơ động đặc biệt máy bay có thể đạt được những giá trị góc tấn lớn hơn. Kết quả khảo sát là giá trị góc tấn giới hạn cho phép, chưa phải là giá trị góc tấn tới hạn của máy bay. Để khảo sát các giá trị tới hạn của máy bay cần có nhiều điều kiện để khảo sát hơn nữa, đây là một vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tới.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất giải pháp xây dựng môi trường giả lập để tổng hợp dữ liệu khảo sát tham số góc tấn lớn nhất và nhỏ nhất cho phép ($\alpha_{\max, \text{ДОП}}$, $\alpha_{\min, \text{ДОП}}$) trên máy bay Su-27. Kết quả khảo sát đủ tin cậy để được ứng dụng trong thiết kế, chế tạo “máy tính BCO-1-1 mới” thay thế tương

đương máy tính nguyên bản của Nga sản xuất. Với giải pháp được đề xuất có thể khảo sát các tham số giới hạn cho phép khác của máy bay Su-27 trong quá trình thực hiện chế tạo mới máy tính BCO-1-1. Giải pháp xây dựng trên có thể áp dụng cho máy bay Su-30MK2 và các loại máy bay khác. Các vấn đề này cần được tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Институт транспорта и связи “*Основы аэродинамики и динамики полета*” Рига, (2010).
- [2]. И. С. Зегжда, С. Г. Бурлуцкий, А. М. Павлов “*Расчет летных и маневренных характеристик самолета*” Методические указания к выполнению домашнего задания Санкт – Петербург, (2015).
- [3]. “*Система Ограничительных Сигналов СОС-2-1*” Руководство по Техникекой Эксплуатации, (1991).

ABSTRACT

A solution to build a simulation environment to synthesize data to determine the limited angle of attack parameters of the su-27 aircraft

This article presents a solution to build a simulation environment to synthesize data to determine the allowable limit angle of attack parameters of the Su-27 aircraft. This parameter is determined to serve the process of researching and designing a limited signals computer of the Su-27 aircraft (under the information security conditions of the aircraft manufacturer, there are no aerodynamic parameters). The solution is simple and easy to apply to determine the limited angle of attack for Su-27 aircraft as well as other types of aircraft.

Keywords: Allowable limit angle of attack; СОС-2-1 system; Su-27.