

**XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH HIỂN THỊ THÔNG TIN ỔN ĐỊNH
TÀU HÀNG RỜI THEO THỜI GIAN THỰC**
ESTABLISHING THE PROGRAM ON PERFORMANCE OF THE STABILITY
INFORMATION IN REAL TIME FOR BULK CARRIERS

NGUYỄN XUÂN LONG^{1*}, NGUYỄN KIM PHƯƠNG², NGUYỄN TRUNG ĐỨC³

¹Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Viện Đào tạo Sau đại học, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

³Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: nguyensexuanlong@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong thực tiễn hàng hải, trước khi tàu hành trình, các thông số liên quan đến ổn định tàu được tính toán trước thông qua chương trình xếp hàng được đăng kiểm phê duyệt và các thông số này đều thỏa mãn các yêu cầu của Bộ luật quốc tế về Ổn định nguyên vẹn (IS Code-2008). Tuy nhiên, khi tàu hành trình trên biển, việc kiểm tra ổn định của tàu thường xuyên, liên tục rất khó thực hiện do chương trình xếp hàng trên tàu không có tính năng tính toán ổn định của tàu theo thời gian thực. Việc xây dựng chương trình hiển thị thông tin ổn định cho tàu hàng rời theo thời gian thực sẽ giúp sỹ quan hàng hải có thể đánh giá được ổn định của tàu và kịp thời đưa ra các hành động phù hợp khi tàu có xu hướng giảm hoặc mất ổn định.

Từ khóa: Tàu hàng rời, tính ổn định của tàu, phần mềm hiển thị thông tin ổn định tàu theo thời gian thực.

Abstract

In navigation practice, before sailing, all parameters related to the ship's stability are calculated in advance through a loading instrument approved by the society classification and these parameters meet the requirements of International Code on Intact Stability (IS Code-2008). However, when the ship sails at sea, regular and constant checking of the ship's stability is difficult because the loading instrument does not have the feature of calculating the ship's stability in real time. Establishing the program on performance of the stability information in real time for bulk carriers will help the deck officers can assess the ship's stability from time to time and timely take appropriate actions when the ship tends to reduce stability or destabilize.

Keywords: Bulk carriers, the ship's stability, software for displaying the ship's stability in realtime.

1. Đặt vấn đề

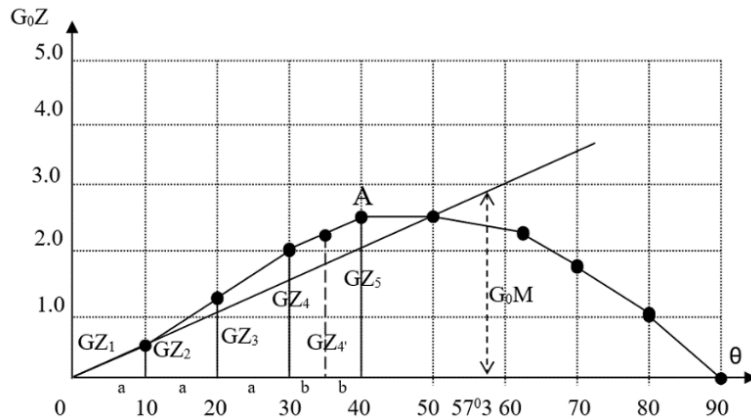
Tàu hàng rời thường là những tàu có trọng tải lớn, hầm hàng được thiết kế thuận tiện cho việc xếp, dỡ hàng, tuyến hoạt động linh hoạt và chở được nhiều loại hàng thông dụng đáp ứng nhu cầu vận tải biển quốc tế. Trong quá trình hàng hải, với một số loại hàng rời có khả năng dịch chuyển hoặc có khả năng hóa lỏng dưới tác dụng của ngoại lực, hay một con tàu do hư hỏng ẩn tỳ thì tính ổn định của con tàu sẽ bị suy giảm và có thể mất hoàn toàn, ảnh hưởng trực tiếp tới sự an toàn của nó. Khoảng thời gian dẫn đến tàu mất ổn định có thể diễn ra trong vài tiếng, vài ngày tùy đặc điểm hàng hóa trên tàu, điều kiện ngoại cảnh, khả năng điều động của thuyền trưởng và sỹ quan trên tàu. Tính ổn định của con tàu bị mất khi hành trình trên biển và không được phát hiện sớm là những nguyên nhân chính gây ra một số vụ tai nạn tàu hàng rời.

Do đó, nếu có thể liên tục cập nhật được tính ổn định của con tàu theo thời gian thực trong suốt quá trình hàng hải, đưa ra các cảnh báo về sự thay đổi bất thường tính ổn định của tàu sẽ là một trợ giúp hiệu quả, quan trọng với người hàng hải. Việc nghiên cứu xây dựng phần mềm hiển thị thông tin ổn định tàu hàng rời theo thời gian thực sẽ góp phần giải quyết được vấn đề này và đây sẽ là công cụ hữu ích cho các sỹ quan hàng hải khi muốn kiểm tra ổn định của tàu hàng rời tại bất kỳ thời điểm nào trong khi tàu hành trình.

2. Cơ sở xây dựng chương trình hiển thị thông tin ổn định tàu hàng rời theo thời gian thực

2.1. Tiêu chuẩn ổn định đối với tàu hàng rời của Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO)

Theo Quy định của Bộ luật quốc tế về ổn định nguyên vẹn năm 2008 (IS Code-2008) đối với các tàu hàng nói chung, tàu hàng rời nói riêng, đặc tính đường cong cánh tay đòn ổn định tĩnh phải thỏa mãn đồng thời các điều kiện sau [1]:



Hình 1. Diện tích dưới đường cong cánh tay đòn ổn định tĩnh (G_oZ)

Từ Hình 1, gọi diện tích phía dưới cánh tay đòn ổn định tĩnh (G_oZ) tính đến góc nghiêng $\theta = 30^\circ$ là $A(30^\circ)$, tính đến góc nghiêng $\theta = 40^\circ$ là $A(40^\circ)$, nằm giữa góc nghiêng 30° và 40° là $A(30^\circ - 40^\circ)$, khi đó:

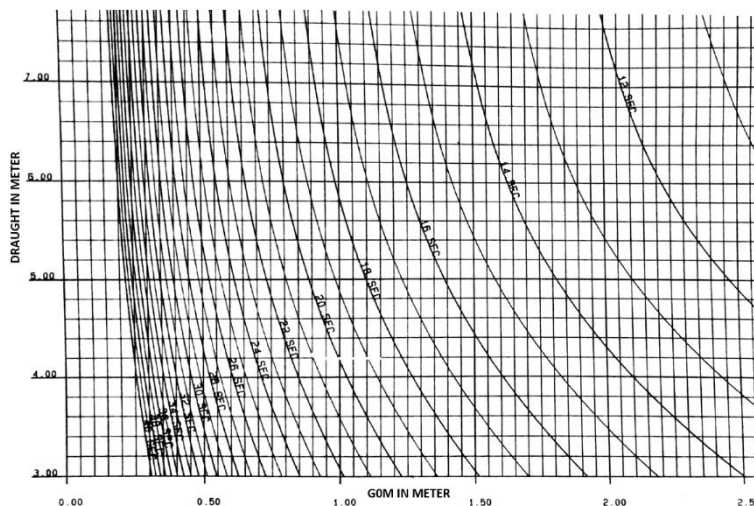
- $A(30^\circ) \geq 0,055 \text{ m-rad}$;
- $A(40^\circ) \geq 0,090 \text{ m-rad}$;
- $A(30^\circ - 40^\circ) \geq 0,030 \text{ m-rad}$;
- Độ lớn của G_oZ tối thiểu phải bằng $0,20 \text{ m}$ tại $\theta \geq 30^\circ$;
- G_oZ phải đạt giá trị cực đại tại $\geq 25^\circ$;
- Chiều cao thể vững ban đầu sau khi đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của mặt thoáng chất lỏng (G_oM) $\geq 0,15 \text{ m}$.

2.2. Xác định chiều cao thể vững của tàu hàng rời thông qua chu kỳ lắc ngang

Để xác định được chu kỳ lắc ngang của tàu theo thời gian thực thì trên tàu cần trang bị cảm biến góc gia tốc. Khi tàu lắc ngang, tín hiệu từ cảm biến gia tốc sẽ được xử lý thông qua một loạt các thuật toán được xây dựng sẵn để lọc các nhiễu và tính toán chu kỳ lắc ngang T của tàu [4].

Trong thực tế, để tiện cho việc kiểm tra G_oM của tàu, trong các hồ sơ tàu đã lập sẵn bảng kiểm tra G_oM (Rolling Period Table) hoặc đồ thị các đường cong kiểm tra G_oM (Rolling Period- G_oM Curves) thông qua chu kỳ lắc ngang và mớn nước trung bình của tàu (Hình 2).

Mớn nước trung bình của tàu được xác định ở thời điểm trước khi tàu hành trình. Giá trị này có thể lấy từ sơ đồ xếp hàng của tàu (Cargo stowage plan), sau đó hiệu chỉnh với lượng tiêu thụ nhiên liệu, nước ngọt cho đến thời điểm khảo sát thì sẽ có mớn nước trung bình tại thời điểm khảo sát. Trên cơ sở bảng tra nói trên có thể lập chương trình tra cứu giá trị G_oM từ đối số là chu kỳ lắc đã đo được (T_s), mớn nước trung bình của tàu.



Hình 2. Đồ thị các đường cong chu kỳ lắc ngang để xác định G_oM [3]

Các công thức (1) và (2) làm cơ sở cho tính toán lập bảng hoặc đồ thị nhằm tra cứu G_oM từ chu kỳ lắc ngang của tàu (T_s), cụ thể như sau [2, 3]:

$$T_s = 2\pi \times \frac{K}{\sqrt{g \times G_0 M}} = 2.01 \times \frac{K}{\sqrt{G_0 M}} \quad (1)$$

Hay: $G_0 M = \left(\frac{2.01 \times K}{T_s}\right)^2$ (2)

Với: K được xác định theo công thức sau:

$$\left(\frac{K}{B}\right)^2 = f \times \left(C_b \times C_u + 1.10 \times C_u \times (1 - C_b) \times \left(\frac{H_s}{d} \gamma - 2.20\right) + \left(\frac{H_s}{B}\right)^2\right)$$

$$K = B * \sqrt{f \times \left(C_b \times C_u + 1.10 \times C_u \times (1 - C_b) \times \left(\frac{H_s}{d} \gamma - 2.20\right) + \left(\frac{H_s}{B}\right)^2\right)} \quad (3)$$

Trong đó: K là bán kính quay (radius of gyration) (m); ngoài việc được xác định theo công thức (3) thì K còn có thể được xác định theo đồ thị đường cong $\left(\frac{K}{B}\right)^2$ được cho sẵn trong hồ sơ tàu (Hình 3);

B là chiều rộng định hình (m);

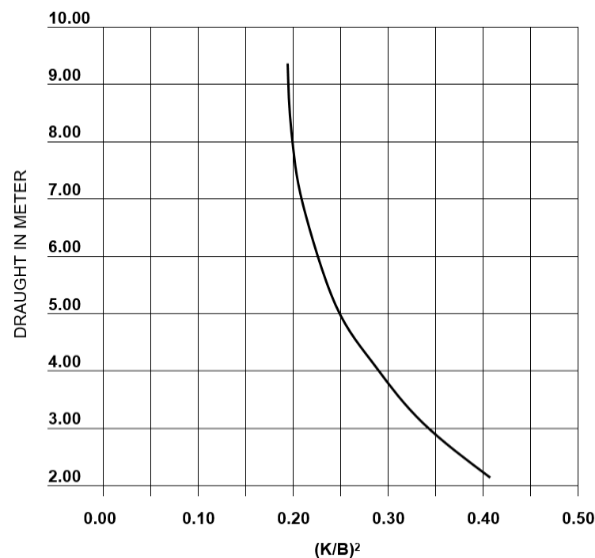
H_s là hệ số ảnh hưởng của chiều chìm của tàu và được xác định qua công thức (4):

$$H_s = D + A_S/L_{PP} \quad (4)$$

D là chiều cao mạn định hình của tàu;

A_S là diện tích phần hứng gió tại mạn quan sát;

C_u là hệ số diện tích phần hứng gió được xác định bằng công thức (5):



Hình 3. Đồ thị xác định bán kính quay (radius of gyration) [3]

$$C_U = \frac{\text{Diện tích phần hứng gió trên mặt boong}}{(B \times L_{PP})} \quad (5)$$

Trong đó: C_b là hệ số béo;

f là hệ số có giá trị từ 0,136 (tàu nhẹ tải) đến 0,131 (tàu đầy tải) (giá trị này chỉ áp dụng cho tàu hàng);

g là gia tốc trọng trường (9,8 m/s²);

γ là hệ số được xác định bằng công thức (6):

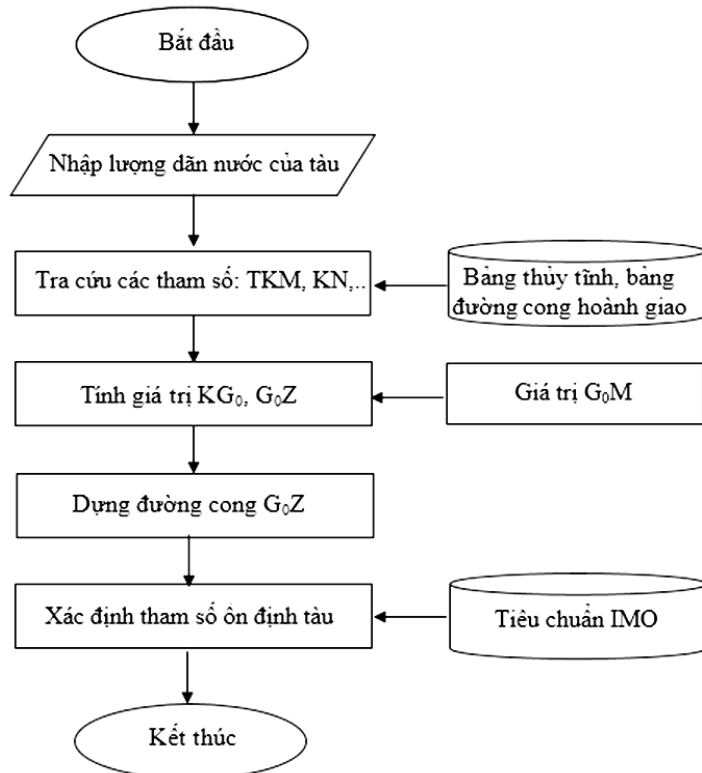
$$\gamma = 1 - e^{-28 \times (d/d_0)^2} \quad (6)$$

d là mớn nước trung bình của tàu;

d₀ là mớn nước của tàu trong trạng thái đầy tải.

2.3. Vẽ đường cong G₀Z

Để vẽ được đường cong G₀Z của tàu, cần thực hiện theo lưu đồ thuật toán như Hình 4:

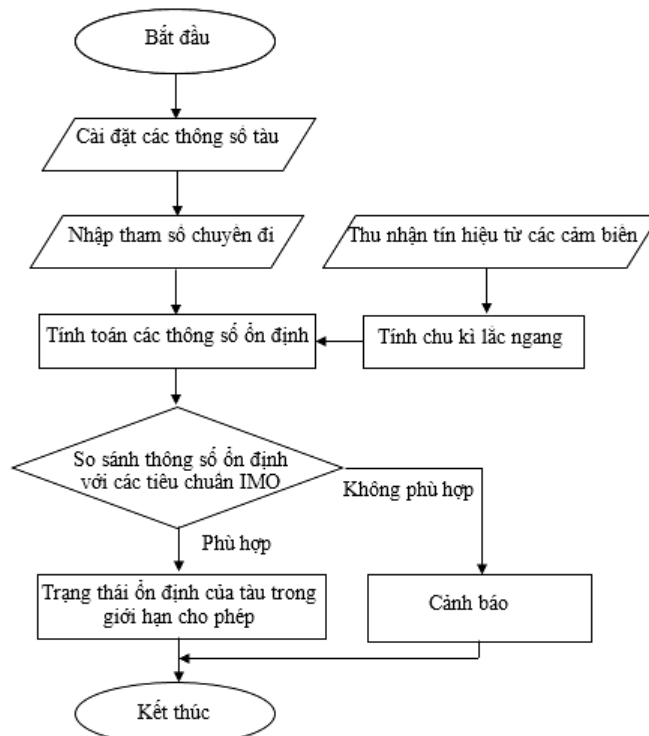


Hình 4. Lưu đồ thuật toán vẽ đường cong G_0Z

3. Xây dựng chương trình hiển thị thông tin ổn định tàu hàng rời theo thời gian thực

3.1. Lưu đồ thuật toán điều khiển

Căn cứ theo các cơ sở khoa học được trình bày ở trên, lưu đồ thuật toán điều khiển được thiết lập như sau:



Hình 5. Lưu đồ thuật toán điều khiển hệ thống thông báo ổn định tàu

Từ lưu đồ Hình 5 có thể thấy quá trình xử lý tín hiệu trong hệ thống tập trung vào hai pha chính: Tính chu kỳ lắc ngang của tàu và các thông số ổn định tàu.

3.2. Chương trình hiển thị thông số ổn định tàu theo thời gian thực

3.2.1. Nền tảng lập trình

Chương trình được thiết kế chạy trên hệ điều hành của hãng Microsoft với công nghệ nền tảng .NET FrameWork, Ngôn ngữ lập trình C# theo mô hình ba lớp:

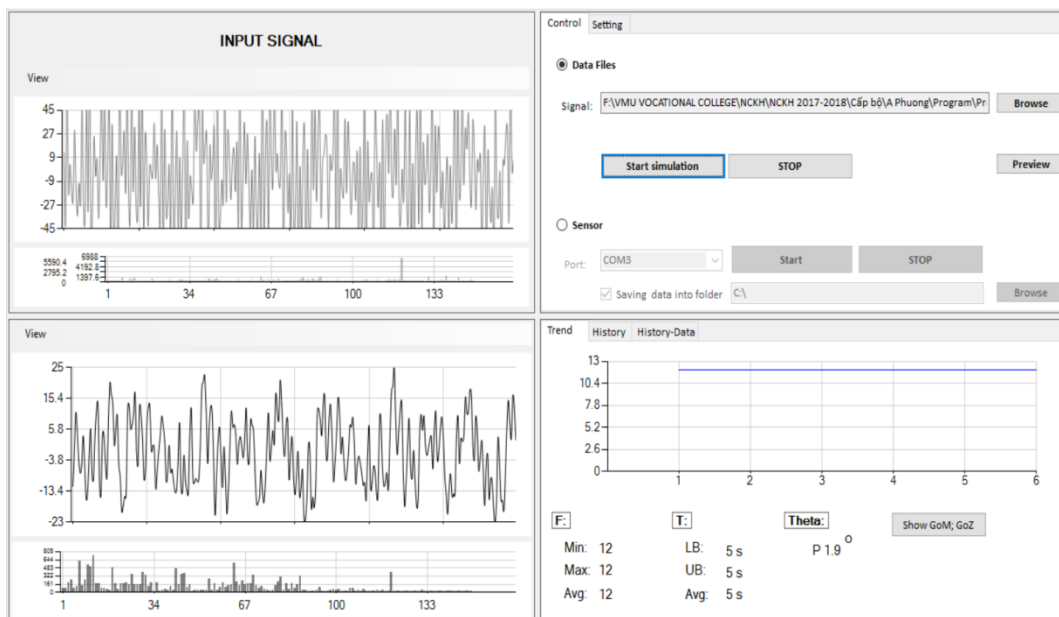
- Graphic User Interface (GUI): Thành phần giao diện, là các form của chương trình tương tác với người sử dụng.

- Business Logic Layer (BLL): Xử lý các nghiệp vụ của chương trình như tính toán, xử lý hợp lệ và toàn vẹn về mặt dữ liệu.

- Data Access Layer (DAL): Tầng giao tiếp với các hệ quản trị CSDL.

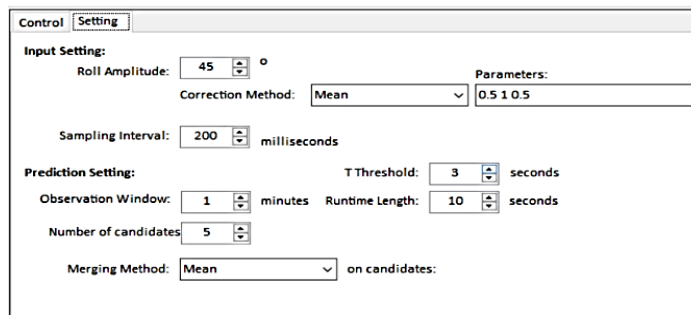
Trên cơ sở thuật toán và nền tảng ngôn ngữ lập trình đã được xác định, phần mềm thông báo ổn định của tàu hàng rời theo thời gian thực được xây dựng, đảm bảo chức năng tính toán, hiển thị các thông tin ổn định và đánh giá trạng thái ổn định. Phần mềm được xây dựng cho một tàu hàng rời cụ thể (tàu LUCKY STAR [2]).

3.2.2. Giao diện chính



Hình 6. Giao diện chính của chương trình phần mềm

- Hình 7 chỉ ra Cửa sổ cài đặt chung (Setting): hầu hết các thông số đã được cài đặt mặc định theo các phương pháp tính toán của chương trình. Nếu cần, người sử dụng chỉ cần đặt thông số ngưỡng chu kỳ lắc (T Threshold) và giới hạn góc nghiêng ngang của tàu (Rolling Amplitude) sao cho phù hợp với đặc tính góc nghiêng ngang và chu kỳ lắc ngang của tàu.



Hình 7. Cửa sổ cài đặt chung

- Cửa sổ điều khiển (control): được sử dụng để khởi chạy chương trình sau khi đã hoàn tất các công tác chuẩn bị, cài đặt các thông số ban đầu và dừng chương trình khi cần thiết (Hình 6).

- Cửa sổ hiển thị tín hiệu đầu vào (Hình 6) được lấy từ cảm biến lắp bên trong hệ thống. Khi tàu lắc ngang, thì cảm biến góc gia tốc sẽ hoạt động, tín hiệu nhận được từ cảm biến sẽ được phần mềm chuyển hóa thành các dao động và phổ năng lượng của dao động. Trục tung của đồ thị thể hiện biên độ của dao động lắc ngang. Còn biểu đồ phía dưới trục hoành là biểu diễn phổ năng lượng của các dao động lắc ngang.

- Cửa sổ hiển thị kết quả đầu ra bao gồm các nội dung (Hình 6):

+ Biểu đồ hiển thị giá trị chu kỳ dao động lắc ngang (T) của tàu: trục tung là giá của chu kỳ lắc ngang; trục hoành là khoảng thời gian biến thiên T. Giá trị chu kỳ lắc ngang của tàu sẽ được hiển thị sau khoảng thời gian đã đặt ở Cửa sổ quan sát (Observation windows);

+ Góc nghiêng ngang của tàu "Theta";

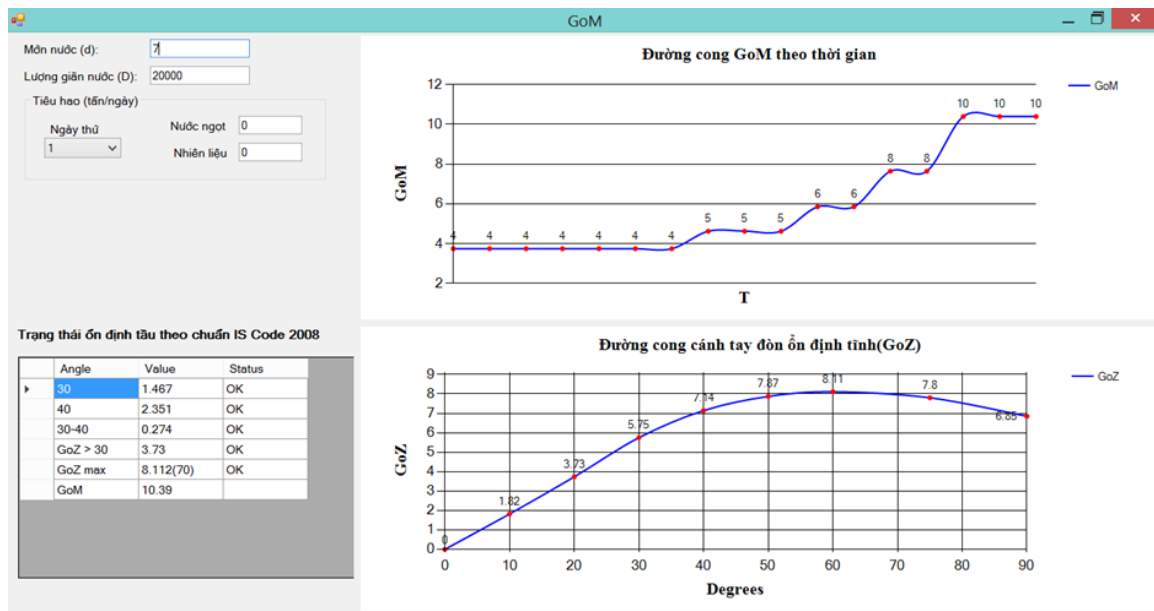
+ Giá trị trung bình chu kỳ lắc ngang tính toán được tại thời điểm quan sát "T".

Sau khi có "T" được xác định tại mỗi thời điểm quan sát. Thì phần mềm sẽ tự động tính toán các thông số ổn định của tàu tại thời điểm đó và đưa ra cảnh báo trong cửa sổ "Show G_oM; G_oZ" (Hình 8).

3.2.3. Giao diện hiển thị thông số ổn định tàu theo thời gian thực

- Cửa sổ nhập các thông tin chuyển đi: các thông số cần nhập (mức nước trung bình; lượng tiêu thụ nhiên liệu, nước ngọt; số ngày tiêu thụ) nhằm mục đích xác định lượng giãn nước của tàu và các thông số ổn định của tàu theo thời gian thực.

- Cửa sổ thông báo kết quả ổn định và đánh giá ổn định: đưa ra các giá trị liên quan đến việc đánh giá ổn định của tàu theo quy định của IMO như: A(30°), A(40°), A(30° - 40°), Giá trị G_oZ, G_oM.



Hình 8. Cửa sổ hiển thị các thông số ổn định tàu tại thời điểm quan sát

Ngoài ra trong giao diện hiển thị kết quả các thông số ổn định tàu còn có hình ảnh đồ thị biến thiên theo thời gian của G_oM và G_oZ (Hình 8) để cho Sỹ quan hàng hải đánh giá nhanh được xu hướng ổn định của tàu trong các khoảng thời gian tiếp theo.

4. Kết quả thực nghiệm xác định G_oM, đường cong G_oZ trên tàu hàng rời LUCKY STAR

Bảng 1. Số liệu thực nghiệm xác định G_oM

TT	Chu kỳ lắc xác định bằng Chương trình hiển thị thông tin ổn định (s)	G _o M (m) Theo chu kỳ lắc xác định được	G _o M (m) Theo phần mềm xếp hàng của tàu được đăng kiểm phê duyệt	Sai lệch (m)	% Sai lệch
1	10,22	3,82	3,73	0,090	2,41
2	10,47	3,64	3,73	0,090	2,41
3	10,26	3,79	3,73	0,060	1,61
4	10,24	3,80	3,73	0,070	1,88

TT	Chu kỳ lắc xác định bằng Chương trình hiển thị thông tin ổn định (s)	G _o M (m) Theo chu kỳ lắc xác định được	G _o M (m) Theo phần mềm xếp hàng của tàu được đăng kiểm phê duyệt	Sai lệch (m)	% Sai lệch
5	10,56	3,57	3,73	0,160	4,29
6	10,15	3,87	3,73	0,140	3,75
7	10,38	3,71	3,73	0,020	0,54

Bảng 2. Số liệu thực nghiệm xác định đặc tính đường cong G_oZ

Tiêu chuẩn ổn định (IS Code 2008)	G _o Z theo tính toán từ phần mềm xếp hàng của tàu được đăng kiểm phê duyệt	G _o Z theo chương trình hiển thị thông tin ổn định	% Sai lệch
Diện tích 0 - 30° (m-rad)	0,563	0,576	2,26
Diện tích 30° - 40° (m-rad)	0,441	0,452	2,43
Diện tích 0 - 40° (m-rad)	1,003	1,016	1,28
G _o Z _{max} (m)	2,74	2,87	4,53
Góc nghiêng đạt G _o Z _{max} (độ)	44,00	42,00	4,76

Trên cơ sở các số liệu thực nghiệm thu thập được từ tàu hàng rời LUCKY STAR như trên, cho thấy sai lệch giá trị G_oM và G_oZ được xác định bằng chương trình hiển thị thông tin ổn định và bằng phần mềm xếp hàng của tàu được đăng kiểm phê duyệt là dưới 5%.

5. Kết luận

Chương trình thông báo ổn định tàu hàng rời theo thời gian thực đã được xây dựng trên cơ sở lưu đồ thuật toán được xác định từ trước, công nghệ nền tảng và các công cụ hỗ trợ phát triển phần mềm, cơ sở khoa học liên quan đến việc tính toán và đánh giá các thông số ổn định của tàu. Chương trình được xây dựng dựa trên các số liệu của một tàu hàng rời cụ thể, chương trình đã đảm bảo được chức năng tính toán, hiển thị các thông tin ổn định theo thời gian thực và đánh giá trạng thái ổn định tàu theo các yêu cầu được quy định bởi Bộ luật IS - 2008. Ngoài kết quả thực nghiệm trên tàu LUCKY STAR, tác giả đã thực nghiệm trên 04 tàu hàng rời khác và kết quả cho thấy chương trình hiển thị thông tin ổn định tàu hàng rời theo thời gian thực hoạt động ổn định, tin cậy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IMO, *Bộ luật quốc tế về ổn định nguyên vẹn - IS Code*, 2008.
- [2] M/V LUCKY STAR, *Loading Manual and Stability Information*.
- [3] M/V BMC BRAVO, *Loading Manual and Stability Information*.
- [4] Nguyen Xuan Long, *Assessing Intact Stability of Bulk Carriers through the Rolling Period*, AMFUF-2019.

Ngày nhận bài: 10/10/2019
 Ngày nhận bản sửa: 29/11/2019
 Ngày duyệt đăng: 11/12/2019