NGHIÊN CỨU TRƯỜNG NHIỄU THỦY ÂM ẢNH HƯỞNG ĐẾN HOẠT ĐỘNG CỦA ĐÀI SÔNA TRONG VÙNG BIỂN BẮC BỘ

Bùi Trường Giang[1*], Trần Công Tráng[1], Nguyễn Đức Thiết[2]

Tóm tắt: *Bài báo phân tích các kết quả đã công bố về nguồn nhiễu thủy âm chính ảnh hưởng đến hoạt động của đài sôna trong vùng biển vịnh Bắc bộ. Kết quả phân tích cho thấy, nhiễu động lực học và nhiễu giao thông biển là các nguồn nhiễu chính. Dựa trên kết quả phân tích, tác giả mô phỏng phổ nhiễu thủy âm tương ứng với vùng biển này.*

Từ khóa: Nhiễu thủy âm; Nhiễu động lực học; Nhiễu giao thông biển; Vịnh Bắc bộ; Đài sôna.

1. GIỚI THIỆU VỀ TRƯỜNG NHIỄU THỦY ÂM

Nhiễu thủy âm của môi trường biển là một thông số âm học quan trọng, có ảnh hưởng lớn đến hoạt động của đài sôna. Ở đây, chỉ xét đến phần phông nhiễu chung của môi trường biển, quan sát được bởi các đầu thu thủy âm (hydrophone) không định hướng, không liên quan đến đầu thu sôna và phương pháp lắp đặt nó (nghĩa là không tính đến nhiễu phương tiện mang và các nguồn nhiễu nội tại từ đài sôna) và các nguồn nhiễu cục bộ nào đó (như tàu ngẫu nhiên đến gần đài sôna).

Trong đại dương có vô số nguồn gây nhiễu đóng góp trường nhiễu thủy âm. Dựa vào bản chất và cơ chế tạo thành, có thể kết hợp chúng vào một số nhóm cơ bản như sau [1-3]:

- Nhiễu động lực học: Là các nhiễu có nguồn gốc liên quan đến động lực của sóng biển, các luồng chảy rối trong nước biển, nhiễu sóng xô bờ, nhiễu do mưa gây ra, nhiễu sủi bọt khí,...

- Nhiễu sinh học: Là nhiễu được tạo ra bởi các dạng động vật biển khác nhau như cá voi, cá heo, giáp xác,...

- Nhiễu địa chấn: Là nhiễu được tạo bởi quá trình kiến tạo và núi lửa trong lòng Trái Đất.

- Nhiễu băng: Là nhiễu liên quan đến sự tạo thành và hoạt động của lớp băng, sự tương tác của mặt nhấp nhô của băng với gió hoặc dòng chảy ngầm.

- Nhiễu kỹ thuật (còn gọi là nhiễu giao thông biển): Là nhiễu được tạo ra bởi các hoạt động của con người, bao gồm các hoạt động giao thông biển, tiếng ồn do các phương tiện kỹ thuật ở cảng biển, tiếng ồn nhân tạo dưới đáy biển,...

- Nhiễu nhiệt: Là nhiễu gắn với chuyển động nhiệt của các phân tử nước biển. Đây là nhiễu duy nhất trong các nhiễu tạp âm môi trường biển có độ lớn tăng theo tần số.

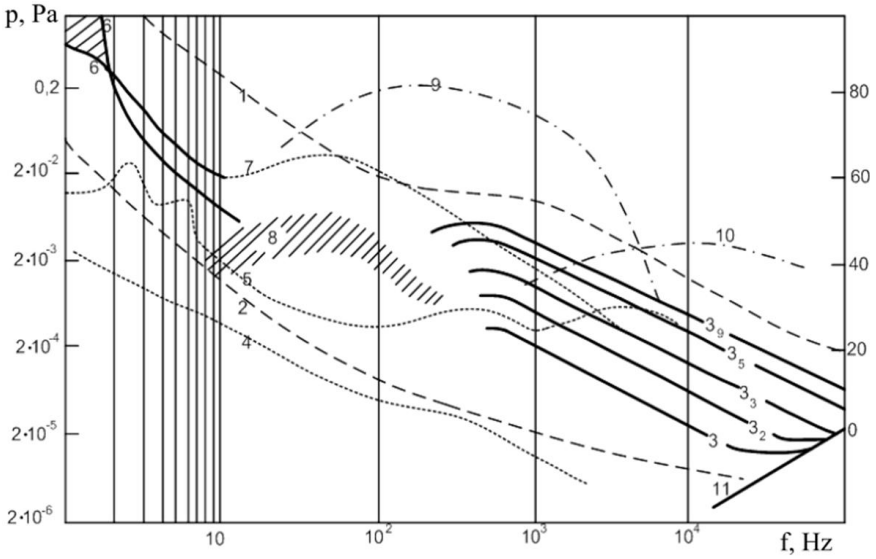
Nhân tố cơ bản xác định các tham số của trường nhiễu âm là đặc điểm vùng khảo sát (độ sâu khu vực, phân bố sinh vật, khoảng cách so với tuyến hàng hải,…), tham số khí tượng thủy văn (vận tốc, sự ổn định của gió, trạng thái mặt biển, sự phụ thuộc vận tốc âm thanh vào tọa độ,…), cũng như các điều kiện và phương pháp tiến hành thí nghiệm. Nhiễu âm của biển tại một vị trí nào đó là kết quả tổng hợp những dao động âm thanh khác nhau về tần số, biên độ, pha, hướng,... Ở các môi trường biển khác nhau (ví dụ như biển nông và biển sâu), ảnh hưởng của các dạng nhiễu đến hoạt động của đài sôna cũng khác nhau.

Bài báo phân tích các dạng nhiễu chính của khu vực biển Vịnh Bắc bộ, mô phỏng các dạng nhiễu và đánh giá ảnh hưởng của chúng lên hoạt động của các thiết bị thủy âm nói chung và đài sôna nói riêng, đặc biệt là đài sôna thụ động.

2. KHẢO SÁT TRƯỜNG NHIỄU THỦY ÂM KHU VỰC VỊNH BẮC BỘ

Để đánh giá ảnh hưởng của trường nhiễu âm lên hoạt động của một hệ thống (đài sôna) ở một dải tần cụ thể, có thể áp dụng cơ sở lý thuyết và thực nghiệm của Knudsen hoặc Wenz [4, 5], được biểu diễn trên hình 1. Đây là sơ đồ phổ nhiễu âm biển ảnh hưởng đến quá trình thu nhận tín hiệu sôna, cần phải khảo sát, tính toán khi khai thác, sử dụng hoặc thiết kế, chế tạo đài sôna. Trục

tung bên trái biểu diễn áp suất âm học tuyệt đối, còn trục tung bên phải biểu diễn mức áp suất so với áp suất âm chuẩn là $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} (N/m^2)$.



Hình 1. *Đặc tính phổ của các nguồn nhiễu ảnh hưởng đến đài sôna*

1,2 – Mức nhiễu biển tối đa và tối thiểu; 3 – Nhiễu sóng biển (Chỉ số ở dưới – mức vận tốc gió); 4, 5 – Nhiễu băng; 6 – Nhiễu địa chấn; 7 – Nhiễu giao thông biển; 8 – Nhiễu của tuyến hàng hải; 9, 10 – Nhiễu tôm và cá; 11 – Nhiễu chuyển động nhiệt của phân tử.

Ảnh hưởng của môi trường biển, đặc biệt là các trường nhiễu thủy âm lên hoạt động của đài sôna cũng đã được đề cập trong một số nghiên cứu trong nước [6, 7]. Kết quả khảo sát, phân tích đặc điểm thủy văn - âm học của vùng biển Bắc bộ được mô tả cụ thể trong các tài liệu [8-11]. Trong bài báo này, tác giả tập trung phân tích các nguồn âm đóng góp vào trường nhiễu thủy âm ở dải tần số hoạt động của đài sôna trong vùng biển vịnh Bắc bộ. Cụ thể, tác giả nghiên cứu trường nhiễu âm tác động đến các đài sôna làm việc trong dải tần từ 0,5 kHz đến 5 kHz – là dải tần đặc trưng cho các đài sôna thụ động định hướng tiếng ồn.

Từ những lưu ý như trên, việc phân tích phổ nhiễu thủy âm của biển của vịnh Bắc bộ đưa đến một số kết luận như sau:

1. Nguồn gây nhiễu chính đối với hoạt động của đài sôna trong khu vực vịnh Bắc bộ là: nhiễu động lực học, do dao động của sóng gió biển gây ra và phụ thuộc vào cấp sóng biển; tiếp đó là nhiễu giao thông biển do tàu thuyền hoạt động quanh khu vực gây ra.

2. Ảnh hưởng của gió mùa và xoáy nhiệt đới theo các mùa trong năm, dẫn đến thay đổi nhiễu động lực học, từ đó, nhiễu tổng cộng cũng thay đổi theo các mùa trong năm.

3. Phần nhiễu giao thông biển nằm trong dải tần làm việc của đài sôna có ảnh hưởng đáng kể lên phổ nhiễu chung. Ngoài ra, các tàu hoạt động gần với khu vực đặt đài sôna có thể gây ra nguồn nhiễu âm cục bộ. Nhiễu cục bộ này phụ thuộc vào vùng khảo sát và có đặc tính ngẫu nhiên lớn nên chỉ có thể xem xét trong trường hợp cụ thể và không được phân tích trong bài báo.

4. Nhiễu sinh học thay đổi thường xuyên theo thời gian và không gian. Do đó, cũng giống nhiễu cục bộ, chỉ nên xem xét nhiễu này khi nghiên cứu hoạt động của đài sôna ở một khu vực cụ thể.

5. Vùng biển khảo sát có khí hậu nhiệt đới nên không xét đến dạng nhiễu băng. Các dạng nhiễu khác như nhiễu nhiệt, nhiễu địa chấn,... ít ảnh hưởng đến bức tranh nhiễu trong dải tần hoạt động của đài sôna. Do đó, có thể bỏ qua ảnh hưởng của các dạng nhiễu này.

3. MÔ PHỎNG TRƯỜNG NHIỄU THỦY ÂM KHU VỰC VỊNH BẮC BỘ

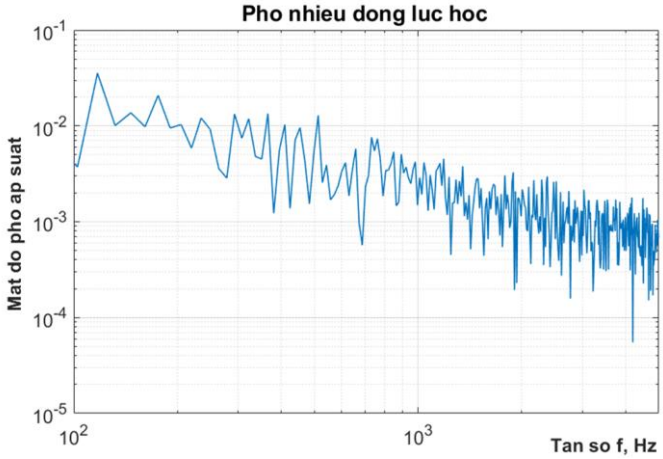
3.1. Nhiễu động lực học

Nhiễu động lực học chủ yếu là do sóng gió, mưa biển gây ra. Đặc điểm của dạng nhiễu này trong phổ nhiễu chung và trong khu vực biển Bắc bộ được phân tích trong các tài liệu [5, 8, 9]. Công thức thực nghiệm để tính phổ mật độ phổ áp suất của dạng nhiễu này biểu diễn như sau:

$$P_i = 1{,}8 \cdot 10^{-2} \cdot V^{1,5} \cdot f_i^{-0,84} \quad (1)$$

Trong đó: P_i - Mật độ phổ áp suất nhiễu ở tần số f_i tương ứng ($Pa/\sqrt{Hz}$); V - Vận tốc gió trên mặt biển (m/s).

Áp dụng công thức thực nghiệm trên cho dải tần số làm việc của đài sôna là khoảng từ 0.5-5 kHz, vận tốc gió trung bình ở vịnh Bắc bộ vào khoảng 9 m/s, ta thu được phổ nhiễu động lực học biểu diễn ở hình 2.



Hình 2. *Phổ nhiễu động lực học ảnh hưởng đến hoạt động của đài sôna.*

3.2. Nhiễu giao thông biển

Nhiễu giao thông biển là kết quả cộng hợp trường nhiễu từ một số lượng lớn (hàng ngàn) tàu thuyền với các khoảng cách khác nhau đến điểm đo lường. Mỗi tàu thuyền là một nguồn gây nhiễu và đóng góp vào trường nhiễu chung. Trường nhiễu âm tàu thuyền đặc trưng bởi sự tồn tại của các thành phần phổ liên tục và thành phần phổ rời rạc ở tần số hoạt động của máy móc và các sóng hài của chúng. Mức mật độ phổ áp suất của nhiễu giao thông biển có thể được tính toán qua công thức thực nghiệm sau [5, 8, 9]:

$$P_{\text{tau_thuyen}}(f) = \frac{Q\left(\frac{f}{f_0}\right)^n}{1+\left(\frac{f}{f_0}\right)^{2n}} \quad (2)$$

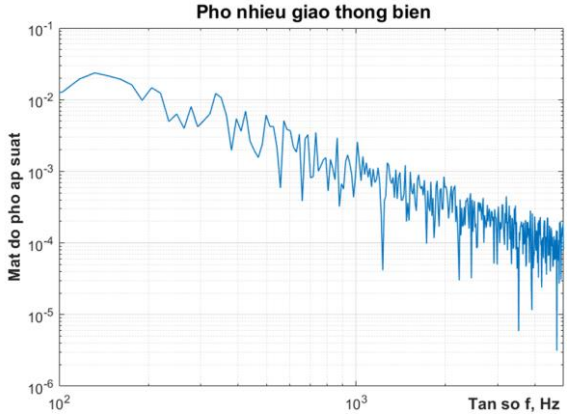
Trong đó: P_{tau_thuyen} - Mật độ phổ nhiễu ở tần số f tương ứng ($Pa/\sqrt{Hz}$); f_0 - Tần số mà mật độ phổ đạt giá trị tối đa (f_0 = 55 Hz); Các giá trị không thứ nguyên Q, n tương ứng với bảng sau.

Bảng 1. *Cường độ lưu thông tàu thuyền.*

Cường độ lưu thông tàu thuyền	Rất lớn	Lớn	Vừa	Nhỏ
Q	$12 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$3 \cdot 10^{-3}$
n	1.61	1.525	1.209	1.49

Phân tích đặc điểm lưu thông tàu thuyền trong khu vực vịnh Bắc bộ cho thấy, lượng tàu thuyền lưu thông ở mức lớn (hoặc rất lớn – tùy theo thời gian trong năm) [9, 11]. Để mô phỏng trường nhiễu âm, ta có thể sử dụng mức độ "lớn" theo bảng 1.

Trên hình 3 biểu diễn cường độ phổ nhiễu giao thông biển ảnh hưởng đến hoạt động của đài sôna. Dễ nhận thấy, phổ nhiễu này giảm dần theo tần số, nhưng vẫn có đóng góp đáng kể đến phổ nhiễu chung trong dải tần hàng kHz.



Hình 3. *Phổ nhiễu giao thông biển ảnh hưởng đến hoạt động của đài sôna.*

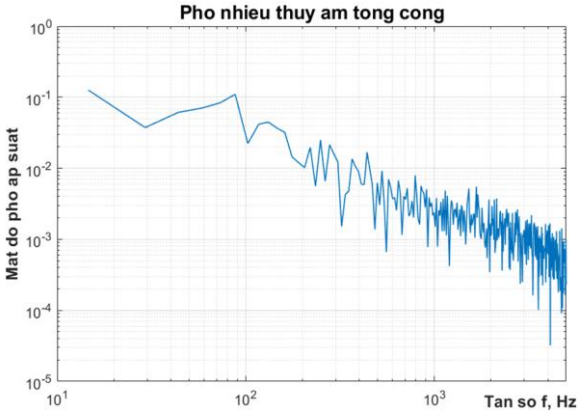
3.3. Nhiễu thủy âm tổng cộng

Áp suất của nhiễu thủy âm tổng cộng được tính bằng tổng áp suất của các nhiễu thành phần:

$$P_{tong_cong}(f) = \sum_{i=1}^{n} P_i(f) \tag{3}$$

Trong đó: $i = 1,2..n$ tương ứng với các thành phần nhiễu đóng góp vào nhiễu tổng cộng.

Như đã phân tích, các dạng nhiễu khác ở dải tần hoạt động của đài sôna từ 0,5-5 kHz có giá trị không lớn. Do đó, phổ nhiễu thủy âm tổng cộng của khu vực vịnh Bắc bộ ảnh hưởng đến đài sôna làm việc trong dải tần này chủ yếu là nhiễu động lực học và nhiễu giao thông biển.



Hình 4. *Phổ nhiễu tổng cộng ảnh hưởng đến hoạt động của đài sôna.*

Kết quả tính toán, mô phỏng mật độ phổ áp suất của nhiễu thủy âm tổng cộng được biểu diễn trên hình 4, phù hợp với các công bố trước đó như đã trình bày ở hình 1. Dễ nhận thấy, giá trị lớn nhất của phổ nhiễu nằm ở vùng tần số hàng trăm Hz và giảm dần theo sự gia tăng của tần số. Kết quả thu được thể hiện sự hợp lý với lý thuyết trường nhiễu âm chung của môi trường biển, có nhiều điểm tương đồng với các khảo sát về phổ nhiễu trong vùng biển nông đã được đề cập trong các tài liệu nước ngoài.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích, khảo sát các dạng nhiễu biển ở vịnh Bắc bộ trong dải tần hoạt động cho trước của đài sôna cho thấy nhiễu động lực học và nhiễu giao thông biển đóng vai trò lớn nhất lên phổ nhiễu tổng cộng.

Kết quả tính toán, mô phỏng phổ nhiễu thủy âm của vịnh Bắc bộ có thể được sử dụng cho việc nghiên cứu khả năng khai thác sử dụng cũng như thiết kế, chế tạo các hệ thống sôna lắp đặt trong khu vực này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. A.D. Waite, "*Sonar for Practising Engineers*", Third Edition, John Wiley & Sons Ltd, Washington 2003.

[2]. Robert J.Urick, "*Principles of Underwater Sound*", 3rd Edition, McGrow-Hill Book Company, 2003.

[3]. А. П. Евтюков, А. Е. Колесников и др. "*Справочник по гидроакустике*", Л.: Судостроение, 1988. – 552 с.

[4]. Wenz G. M, "*Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources*", The Journal of the Acoustical Society of America vol. 34, no. 12, San Diego, 1962.

[5]. V. O. Knudsen, R. S. Alford, and J. W. Emling, "*Underwater ambient noise*", J. Marine Res. 7, 410–429 (1948).

[6]. Nguyễn Trà Lam, *"Thủy âm học và ứng dụng"*, Tạp chí Hải quân, 2008.

[7]. Bùi Văn Giao, *"Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường biển đến cự ly hoạt động của các thiết bị thủy âm",* Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 32 (11/2012).

[8]. Буй Чыонг Занг, "*Анализ и моделирование гидроакустических помех в районе залива Бакбо*", Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013, № 2, С. 77-86.

[9]. Viktor Ermolaev, Truong Giang Bui, "*Modeling of noise and acoustic field calculations in the limited water area of Beibu gulf using geospatial data*", Information Fusion and Geographic Information Systems 2013, Springer Verlag (Germany). (pp.277-287).

[10]. The atlas on oceanography of the South China Sea //Oceanography and a status of the marine environment of the Far East region of Russia (in Russian) (http://pacificinfo.ru/data/cdrom/9/text.html#wind).

[11]. The marine traffic's map for Beibu Gulf, https://www.marinetraffic.com/en/ais/.

ABSTRACT

RESEARCH ON THE HYDROACOUSTIC FIELD AFFECTING THE PERFORMANCE OF SONAR SYSTEM WORKING IN THE BEIBU GULF

The article analyzes the main sources of hydroacoustic noise affecting the performance of sonar system working in the Beibu Gulf. The results show that dynamic noise and shipping noise are the main sources of total noise. Based on the analysis results, the author simulates the hydroacoustic noise spectrum curves corresponding to this sea area.

Keywords: Hydroacoustic noise; Shipping noise; Dynamic noise; Beibu Gulf; Sonar system.

Nhận bài ngày 30 tháng 6 năm 2021
Hoàn thiện ngày 30 tháng 7 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 02 tháng 8 năm 2021

Địa chỉ: [1]Học viện Hải quân;
[2]Viện Ra đa, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.
*Email: truonggiang27685@gmail.com.