

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM**  
**KHOA ĐÓNG TÀU**



**THUYẾT MINH**  
**ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG**

**Đề tài: NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ  
HIỆU QUẢ KINH TẾ TRONG THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI**

**Chủ nhiệm đề tài: Ths. NGUYỄN THỊ THU QUỲNH**  
**Thành viên tham gia: Ths. ĐỖ THỊ HẢI LÂM**

**Hải Phòng, tháng 05 /2016**

## MỤC LỤC

	Trang
<b>MỞ ĐẦU.....</b>	<b>5</b>
<b>Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH HIỆU QUẢ VÀ CHỈ TIÊU TIÊU HIỆU QUẢ TRONG THIẾT KẾ TÀU.....</b>	<b>7</b>
1.1. Khái niệm về tính hiệu quả và chỉ tiêu hiệu quả.....	7
1.2. Chỉ tiêu đơn và chỉ tiêu kép.....	9
1.3. Các chỉ tiêu thành phần .....	17
1.4. Chỉ tiêu tĩnh và chỉ tiêu động.....	16
1.5. Chỉ tiêu xác định và chỉ tiêu ngẫu nhiên.....	120
1.6. Chỉ tiêu kinh tế và chỉ tiêu phi kinh tế	20
<b>Chương 2: CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ TRONG THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI.....</b>	<b>26</b>
2.1. Chỉ tiêu phi kinh tế.....	26
2.2. Chỉ tiêu kinh tế.....	27
2.3. Lựa chọn chỉ tiêu đánh giá hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải.....	29
2.4. Ví dụ sử dụng chỉ tiêu chi phí quy đổi trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu vận tải.....	<b>37</b>
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>38</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>39</b>

## DANH SÁCH BẢNG BIỂU

<b>Tên bảng</b>	<b>Trang</b>
<i>Bảng 1.1. Một vài loại chỉ tiêu kinh tế trong thiết kế tàu</i>	21

## DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Tên hình	Trang
<i>Hình 1.1. So sánh các chỉ tiêu loại “giá thành – hiệu quả”</i>	11
<i>Hình 1.2. Sự thay đổi hiệu quả và chi phí trong vòng đời của tàu</i>	17
<i>Hình 1.3. Ví dụ quan hệ giữ hiệu quả của tàu với thời gian</i>	19
<i>Hình 2.1. Sơ đồ phân chia doanh thu (các ký hiệu ở đây trùng với bảng 1.1)</i>	29

# MỞ ĐẦU

## 1. Lý do lựa chọn đề tài

Trong thiết kế hệ công trình phức tạp nói chung và thiết kế tàu vận tải nói riêng, nhà thiết kế ngoài việc thiết kế ra một con tàu thỏa mãn được các yêu cầu kỹ thuật đề ra từ phía chủ tàu và các tiêu chuẩn an toàn từ phía đăng kiểm, cần phải tính toán thêm được sơ bộ hiệu quả kinh tế mà tàu thiết kế dự kiến đạt được. Trên cơ sở đó mới có thể tiến hành xây dựng được luận chứng kinh tế-kỹ thuật cho tàu thiết kế.

Để có thể đánh giá được hiệu quả kinh tế mà tàu thiết kế dự kiến mang lại, ta cần phải dựa trên các chỉ tiêu hiệu quả đang được áp dụng phổ biến trên thế giới trong lĩnh vực thiết kế tàu. Tuy nhiên, ở trong nước, hiện tại các tài liệu viết về các chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế hệ công trình phức tạp nói chung và tàu vận tải nói riêng còn rất hạn chế và chủ yếu mới chỉ dừng lại ở mức giới thiệu mà chưa có tài liệu nào đi sâu vào.

Trên cơ sở các vấn đề nêu trên, nhóm tác giả nhận thấy rằng việc nghiên cứu các phương pháp đánh giá hiệu quả kinh tế trong thiết kế tàu là cần thiết bởi nó có ý nghĩa khoa học và thực tiễn hết sức quan trọng.

## 2. Mục đích nghiên cứu của đề tài

Nghiên cứu các vấn đề liên quan đến đánh giá chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế hệ công trình phức tạp nói chung đang được áp dụng phổ biến trên thế giới, trên cơ sở đó lựa chọn các chỉ tiêu hiệu quả phù hợp áp dụng trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế cho tàu vận tải.

## 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các hệ công trình phức tạp và các tàu vận tải.

## 4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là dựa trên phương pháp phân tích hệ thống và toán kinh tế.

## **5. Ý nghĩa của đề tài**

Đề tài sẽ là một tài liệu tham khảo thiết thực phục vụ cho sinh viên ngành Thiết kế thân tàu thủy, cũng như các giảng viên trong khoa Đóng tàu khi tìm hiểu về các vấn đề liên quan đến đánh giá chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu.

## **Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH HIỆU QUẢ VÀ CHỈ TIÊU TIÊU HIỆU QUẢ TRONG THIẾT KẾ TÀU**

### **1.7. Khái niệm về tính hiệu quả và chỉ tiêu hiệu quả**

*Tính hiệu quả* của tàu được hiểu là mức độ đạt được mục đích đề ra trong thiết kế, tính chất này được thể hiện trong mối quan hệ tác động qua lại giữa tàu thiết kế và môi trường xung quanh (điều kiện ngoại cảnh) và nó là yếu tố mang tính chất quyết định, bởi việc đạt được hiệu quả cao nhất (đối với tàu vận tải đó chính là hiệu quả kinh tế) là mục đích của nhà thiết kế và của chủ tàu.

Hiện nay có rất nhiều các tài liệu viết về vấn đề đánh giá tính hiệu quả của của tàu ngay từ khi nó còn đang nằm ở giai đoạn thiết kế ban đầu, tất nhiên trong trường hợp này giá trị về tính hiệu quả của tàu chỉ có tính chất dự báo và không thể có được độ tin cậy tuyệt đối. Ngoài ra việc xây dựng các chỉ tiêu đánh giá tính hiệu quả của tàu thiết kế là một quá trình mang tính chất chủ quan, phụ thuộc vào chất lượng các thông tin đầu vào mà người thiết kế có được.

Tính hiệu quả của tàu có thể được đánh giá qua giá trị tuyệt đối hoặc qua cách đối chiếu so sánh. Trong trường hợp đầu thì việc đánh giá tính hiệu quả tàu thiết kế được so sánh với các mức tiêu chuẩn của chúng. Trong trường hợp thứ hai – việc đánh giá tính hiệu quả của tàu thiết kế dựa trên việc so sánh chúng với các phương án thiết kế khác và với các tàu khác. Khi đánh giá tính hiệu quả của tàu theo cách đối chiếu so sánh, chúng ta cần phải chứng minh được tính tương đồng của các điều kiện được lấy để so sánh. Việc chứng minh này bản thân nó đã là một vấn đề rất phức tạp.

Việc đánh giá tính hiệu quả của tàu thiết kế có thể mang tính chất *định tính* và *định lượng*. Việc đánh giá *định tính* được dựa trên đánh giá trực quan của các chuyên gia. Việc đánh giá mang tính chất *định lượng* là các đánh giá chuẩn số.

*Chỉ tiêu hiệu quả (hàm mục tiêu)* – là thước đo định lượng trong việc đạt được mục tiêu thiết kế đề ra trong nhiệm vụ thư thiết kế. Chỉ tiêu – đây là hàm đánh giá liên quan đến mức độ hoàn thiện thiết kế.

Chỉ tiêu thiết kế - đây là các thông số thiết kế mà người thiết kế mong muốn tìm được các giá trị tốt nhất hoặc các giá trị giới hạn trong quá trình thiết kế.

Lựa chọn chỉ tiêu – việc lựa chọn này luôn mang tính chất chủ quan của người thiết kế hay chủ tàu. Do vậy, nghiệm thu được từ bài toán tối ưu cũng mang tính chất chủ quan mặc dù các thu tục tìm kiếm nó mang tính chất khách quan.

Các chỉ tiêu được sử dụng trong thiết kế tàu là rất đa dạng và chúng có thể được phân loại theo các dấu hiệu sau [6]:

*Chỉ tiêu đơn và chỉ tiêu kép.* Chỉ tiêu đơn chỉ phản ánh một tính chất của hệ, còn chỉ tiêu kép sẽ phản ánh tập hợp các tính chất của hệ;

*Chỉ tiêu thống nhất và chỉ tiêu thành phần.* Chỉ tiêu thống nhất phản ánh một hoặc nhiều tính chất của hệ nói chung, còn chỉ tiêu thành phần sẽ tính đến tính chất của các chỉ tiêu hệ thống và các bộ phận tạo nên hệ thống.

*Chỉ tiêu tĩnh và chỉ tiêu động.* Chỉ tiêu tĩnh là các chỉ tiêu không tính đến ảnh hưởng của các yếu tố thời gian đến tính chất của hệ. Đây là điểm khác biệt giữa chỉ tiêu tĩnh và động.

*Chỉ tiêu xác định và chỉ tiêu ngẫu nhiên.* Trong chỉ tiêu xác định thì tất cả các thành phần của nó cũng như bản thân nó là đã được xác định rõ ràng. Trong trường hợp, khi các yếu tố xác định tính chất của hệ là các đại lượng ngẫu nhiên thì khi đó người ta sẽ áp dụng chỉ tiêu ngẫu nhiên;

*Chỉ tiêu kinh tế và chỉ tiêu phi kinh tế.* Chỉ tiêu kinh tế sẽ đánh giá chất lượng của hệ về giá trị kinh tế, còn các chỉ tiêu còn lại sẽ là chỉ tiêu phi kinh tế;



Trong công trình [8] đã thiết lập được tính chất mong muốn của chỉ tiêu: nó cần phải *bao quát* được tất cả các khía cạnh của vấn đề, *thực tế*, có lợi trong phân tích hệ thống, *có thể phân tách được* để quá trình đánh giá nó được đơn giản.

Dưới đây nhóm tác giả xin trình bày đặc điểm của các chỉ tiêu đang được áp dụng trong thiết tàu nói chung và tàu vận tải nói riêng phù hợp với các dấu hiệu phân loại được liệt kê ở trên.

### 1.8. Chỉ tiêu đơn và chỉ tiêu kép

Phần lớn các chỉ tiêu hiệu quả đối với các công trình kỹ thuật nói chung và tàu biển nói riêng được xây dựng dựa trên nguyên tắc “hiệu quả - chi phí”, nghĩa là các cách thức đạt được mục tiêu với chi phí gần đúng thu được nó.

Hiện có hai dạng chỉ tiêu thuộc loại này. Dạng thứ nhất sẽ xem xét việc đạt được hiệu quả có lợi nhất khi cho trước các chi phí nguyên liệu. Nó được thiết lập dựa trên nguyên tắc *tối đa hóa hiệu quả có lợi*. Dạng thứ hai - đây là dạng dựa trên nguyên tắc *tối thiểu hóa các chi phí nguyên liệu* khi nhất thiết cần phải đạt được mức độ hiệu quả đề ra. Hai dạng này được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$Z = \max[E(X, I_0^+)] \text{ hay } Z = \min[C(X, I_0^+)] \quad (1.1)$$
$$E(X, I_0^+) \geq E^* \quad C(X, I_0^+) \geq C^*$$

trong đó:

$E(X, I_0^+)$  và  $C(X, I_0^+)$  - lần lượt là hàm đánh giá hiệu quả và hàm đánh giá chi phí;

$E^*$  - là mức hiệu quả đề ra;

$C^*$  - là mức chi phí đề ra;

$X$  - là véc tơ của các biến tối ưu;

$I_0^+$  - là véc tơ của các thông số đầu vào mô tả các điều kiện bên ngoài.

Chỉ tiêu trong công thức (1.1) là loại chỉ tiêu đơn, nghĩa là hàm đánh giá hiệu quả thu được hay chi phí nguyên liệu thường liên quan đến một chỉ số chất lượng duy nhất của hệ, ví dụ tổng doanh thu hay giá thành. Ở đây cần lưu ý rằng, dạng chỉ tiêu (1.1) có điểm đặc thù là cùng với hàm đánh giá thì nó đưa vào thêm điều kiện biên về chỉ tiêu.

Các nguyên tắc tối đa hóa hiệu quả và tối thiểu hóa nguyên liệu có ý nghĩa tương đồng nhau, do vậy để tìm kiếm một cách khách quan nghiệm tối ưu của hệ ta có thể sử dụng bất kỳ một trong hai dạng chỉ tiêu hiệu quả ở trên.

Ngoài hai dạng chỉ tiêu kể trên, khi thiết kế các công trình kỹ thuật nói chung và tàu nói riêng ta có thể sử dụng một dạng chỉ tiêu khác được gọi là chỉ tiêu riêng loại “*giá thành – hiệu quả*”:

$$Z = \max[E(X, I_0^+) / C(X, I_0^+)] \text{ hay } Z = \min[C(X, I_0^+) / E(X, I_0^+)] \quad (1.2)$$

trong đó:

$E(X, I_0^+)$  và  $C(X, I_0^+)$  - lần lượt là hàm đánh giá hiệu quả và hàm đánh giá chi phí;

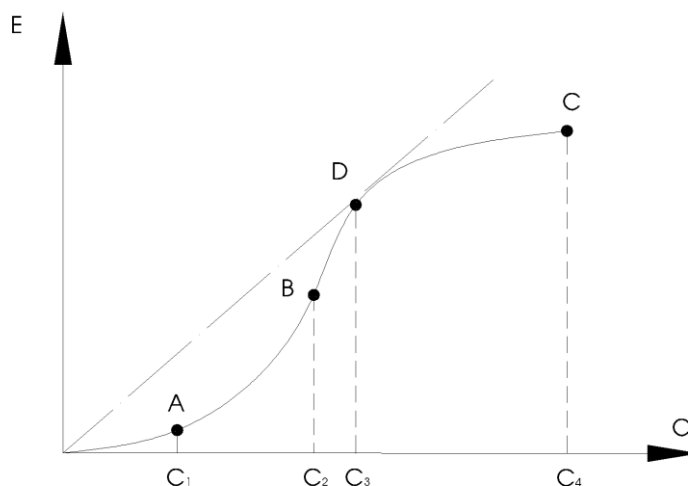
$E^*$  - là mức hiệu quả đề ra;

$C^*$  - là mức chi phí đề ra;

$X$  - là véc tơ của các biến tối ưu;

$I_0^+$  - là véc tơ của các thông số đầu vào mô tả các điều kiện bên ngoài.

Chỉ tiêu trong công thức (1.2) được gọi là chỉ tiêu kép, bởi ở đây trong một hàm đánh giá có sử dụng đến hai chỉ số. Dạng chỉ tiêu “*giá thành – hiệu quả*” (1.1) và (2.2) không có tính tương đương nhau. Đặc tính của mối quan hệ hiệu quả thu được so với các chi phí nguyên liệu thường được biểu diễn bởi loại đường cong logic như trên *hình 1.1*.



**Hình 1.1.** So sánh các chỉ tiêu loại “giá thành – hiệu quả”

Ở đây ta xét trường hợp tối đa hóa hàm đánh giá vừa theo giá trị tuyệt đối và theo giá trị tương đối của dạng chỉ tiêu “giá thành – hiệu quả”. Các giá trị chỉ tiêu tương ứng với các nghiệm tối ưu khác nhau tại các chi phí cố định  $C_1^*, C_2^*, C_4^*$  lần lượt được biểu diễn bằng các điểm A, B, C. Nghiệm tương ứng với tối đa hóa chỉ tiêu riêng được biểu diễn bằng điểm D. Như vậy, sự lựa chọn mang chủ quan dạng chỉ tiêu sẽ làm thay đổi nghiệm tối ưu. Ví dụ trên còn minh họa vai trò quyết định của các điều kiện biên về chỉ tiêu đối với dạng chỉ tiêu tuyệt đối đang xét. Các đại lượng  $E^*$  và  $C^*$  thường được thiết lập dựa trên các quyết định mang tính chất độc đoán của người thiết kế.

Chỉ tiêu kép loại “giá thành – hiệu quả” thậm chí cũng có thể có dạng là tổng hoặc tích sau:

$$Z = \max \sum_j a_j f_j(X, I_0^+); \quad Z = \min \sum_j a_j \varphi_j(X, I_0^+) \quad (1.3)$$

$$Z = \max \prod_j a_j f_j(X, I_0^+); \quad Z = \min \prod_j a_j \varphi_j(X, I_0^+), \quad (1.4)$$

trong đó:

$f_j(X, I_0^+)$  và  $\varphi_j(X, I_0^+)$  - tương ứng là các hàm đánh giá ưu điểm thứ  $j$  và nhược điểm của tàu thiết kế;

$a_j$  – là hệ số được đưa vào để đánh giá ưu điểm hoặc nhược điểm của tàu theo đơn vị đo đã được lựa chọn.

Chỉ tiêu dưới dạng tổng hay dưới dạng tích của các hàm đánh giá riêng còn được sử dụng trong bài toán đánh giá tổng thể phương án thiết kế trong bài toán tối ưu hóa đa mức.

### 1.9. Các chỉ tiêu thành phần (chỉ tiêu bộ phận)

Trong toàn bộ con tàu sẽ tồn tại các tiểu hệ thống nhỏ, các tiểu hệ thống này luôn có sự tương tác với hàm mục tiêu tổng thể của tàu. Để tiếp cận một cách có hệ thống trong việc đánh giá chất lượng của tàu thiết kế ta cần phải sử dụng các chỉ tiêu thành phần như thế nào đó để việc đánh giá tổng thể chất lượng của tàu thiết kế phụ thuộc vào các đánh giá cục bộ chất lượng của các tiểu hệ thống hay các bộ phận. Trong trường hợp này quan hệ giữa các hàm đánh giá cục bộ sẽ phản ánh đặc điểm tương tác giữa các tiểu hệ thống của tàu thiết kế.

Việc xây dựng các hàm đánh giá cục bộ thành phần sẽ làm nảy sinh vấn đề về sự tương thích (sự ăn khớp) và tính nhất quán [11].

Đối với chỉ tiêu cụ thể cần phải thỏa mãn điều kiện về *tính tương thích*, nếu nó làm xuất hiện các nghiệm nào đó trong tiểu hệ thống, mà nghiệm này dẫn đến sự mở rộng hoặc thu hẹp vùng nghiệm cho phép của hệ thống nói chung.

*Điều kiện về tính nhất quán* sẽ kích thích việc lựa chọn nghiệm của các tiểu hệ thống trong việc nâng cao chỉ tiêu tổng quát.

Ngoài ra, ta còn có thể thiết lập thêm một điều kiện nữa liên quan đến các chỉ tiêu bộ phận đó là *điều kiện đảm bảo tính toàn vẹn của hệ thống*.

Chỉ tiêu hiệu quả của toàn bộ hệ thống (chỉ tiêu tổng quát) đạt đến tối ưu khi giá trị của các biến tối ưu là như nhau và chung đối với các tiểu hệ thống riêng biệt phù hợp với nguyên tắc tối ưu tương thích.

Để giải quyết một cách đơn giản nhất vấn đề các vấn đề chỉ ra ở trên, người ta sẽ sử dụng loại chỉ tiêu *tích tích chấp*. Chỉ tiêu này có dạng như sau:

$$Z(X) = \sum_{i=1}^N a_i z_i(X_i), \quad (1.5)$$

trong đó:

$N$  – là số tiểu hệ thống hay (hoặc các bộ phận);

$z_i(X_i)$  – hàm đánh giá cục bộ của tiểu hệ thống  $i$  hoặc của bộ phận  $i$ ;

$X_i$  – véc tơ các biến tối ưu của tiểu hệ thống  $i$  hoặc của bộ phận  $i$ , trong đó

$$\bigcap_{i=1}^n X_i = \emptyset;$$

$a_i$  – là hệ số chỉ ra mức độ ưu tiên của hệ thống thứ  $i$  trong đánh giá toàn bộ hệ thống. Nếu tất cả  $a_i = 1$  thì điều đó có nghĩa là tích chấp tuyến tính [5].

Ví dụ tích chấp dưới dạng hàm Cobb-Douglas [16]:

$$Z(X) = \prod_{i=1}^N [a_i \cdot z_i(X)]^{\beta_i}, \quad (1.6)$$

trong đó:  $\alpha_i, \beta_i$  – là các hệ số do nhà thiết kế lựa chọn, nghĩa là nó đặc trưng cho tính chủ quan.

Để đạt được sự so sánh dưới dạng số các chỉ tiêu riêng người ta có thể thực hiện việc chuẩn hóa chúng. Trong số đó có các phương pháp chuẩn hóa được áp dụng phổ biến như [16]:

Phương pháp chuẩn hóa tự nhiên:

$$\bar{z}_i(X) = \frac{z_i(X) - \min_i \{z_i(X)\}}{\max_i \{z_i(X)\} - \min_i \{z_i(X)\}} \quad (1.7)$$

Phương pháp chuẩn hóa so sánh:

$$\bar{z}_i(X) = \frac{z_i(X)}{\max_i \{z_i(X)\}} \quad (1.8)$$

Phương pháp chuẩn hóa trung bình:

$$\bar{z}_i(X) = \frac{\bar{z}_i(X)}{\sum_{i=1}^N z_i(X)} \quad (1.9)$$

Ở đây cần lưu ý rằng, tính tích chập được ngầm hiểu là tàu thiết kế có cấu trúc đơn giản dưới dạng tập hợp các tiểu hệ thống độc lập nằm trong cùng một bậc.

Trong công trình [11] đề xuất dạng chỉ tiêu cho hệ thống hai mức. Trong đó tại mức cao sẽ chỉ có một yếu tố, còn các tiểu hệ thống sẽ nằm ở mức thấp không có sự liên quan đến nhau. Bài toán tối ưu hóa sẽ được phân tách ra thành tập hợp các bài toán tối ưu các tiểu hệ thống riêng biệt.

Bài toán tối ưu hóa yếu tố mức cao có dạng như sau:

$$\begin{aligned} G_s(X, \bar{X}_k) &= A_s \quad \forall s \in \{S_1\} \\ G_s(X, \bar{X}_k) &\geq A_s \quad \forall s \in \{S_2\}, \\ \min Z(X, \bar{X}_k) \end{aligned} \quad (1.10)$$

Trong đó:

$X$  – là véc tơ của các biến tối ưu, chúng xác định yếu tố mức cao của hệ;

$\{S_1\}, \{S_2\}$  – tương ứng là tập hợp các điều kiện biên, được biểu diễn dưới dạng các phương trình và bất phương trình;

$Z(X, \bar{X}_k)$  - các chỉ tiêu của bài toán mức cao, nó là chỉ tiêu thống nhất, ví dụ, chi phí quy đổi của hệ nói chung.

Bài toán đối với tiểu hệ thống  $k$  tách biệt mức thấp được biểu diễn dưới dạng:

$$\begin{aligned} g_{sk}(X^0, X_k) &= a_{sk}, \quad \forall s \in \{S_k\}, \quad k \in \{K\} \\ \min z_k(X^0, X_k), \end{aligned} \quad (1.11)$$

trong đó:

$z_k(X^0, X_k)$  - là chỉ tiêu riêng của tiểu hệ thống  $k$ ;

$X^0$  - là nghiệm của bài toán mức cao.

Mỗi bài toán trong (1.11) cần phải được giải khi các nghiệm của bài toán mức cao được cố định.

Vấn đề về *tính nhất quán* và *tính tương thích* được cho phép như sau. Chỉ tiêu tổng quát và chỉ tiêu cục bộ mang tính chất cộng tính, nghĩa là chúng được đo bằng một đơn vị thống nhất. Sự vi phạm các điều kiện biên trong bài toán mức cao sẽ bị phạt nhờ vào kết cấu chuyên dụng của chỉ tiêu cục bộ  $z_k$ .

$$z_k(X_k) = F_k(X_k) + \chi_1 \left[ \sum_{s \in \{S_1\}} \lambda_s \Delta G_s(X_k, \bar{X}_k) - \sum_{s \in \{S_2^*\}} \lambda_s \Delta G_s(X_k, \bar{X}_k) \right] + \chi_2 \sum_{i \in \{I^*\}} \frac{\partial Z(X_k, \bar{X}_k)}{\partial x_i} \Delta x_i(X_k, \bar{X}_k) \quad (1.12)$$

ở đây:

$F_k(X_k)$  – là hàm đánh giá của tiểu hệ thống  $k$  theo đơn vị của chỉ tiêu tổng quát  $Z(X, \bar{X}_k)$ ;

$\chi_1$  - là hệ số tính đến mức phạt nếu có sự vi phạm các điều kiện biên của bài toán mức cao khi giải bài toán tối ưu hóa tiểu hệ thống  $k$  của hệ mức thấp;

$\lambda_s$  - là các giá trị của thừa số Lagrange, thu được từ bài toán mức cao. Các hệ số này là kích thước của chỉ tiêu tổng thể có đơn vị là khối lượng, thể tích,... tương ứng với bản chất vật lý của các điều kiện biên có chỉ số  $s$ ;

$\Delta G_s$  - là biến lượng của điều kiện biên  $s$  của bài toán mức cao khi đã sử dụng tham số  $X_k$  của tiểu hệ thống  $k$  sau khi tối ưu nó trong điều kiện biên  $G_s$  bởi tham số của tiểu hệ thống  $\bar{X}_k$ ;

$\{S_2^*\}$  - là tập hợp các điều kiện biên của bài toán mức cao được biểu diễn dưới dạng các phương trình trong tập hợp các giới hạn  $\{S_2\}$ ;

$\{I^*\}$  - là tập con của tập hợp các biến tổng thể độc lập;

$\chi_2$  - là hệ số đưa đến biến lượng chỉ tiêu tổng thể;

$\partial Z(X_k, \bar{X}_k) / \partial x_i$  - là đạo hàm riêng theo các biến tổng thể của chỉ tiêu tổng thể;

$\Delta x_i$  - là biến lượng của các biến tổng thể.

### 1.10. Chỉ tiêu tĩnh và chỉ tiêu động

Các công trình kỹ thuật phức tạp nói chung và tàu vận tải nói riêng, nhìn chung là một hệ thống có vòng đời tương đối dài. Trong vòng đời phục vụ của tàu thì chất lượng của tàu có thể sẽ thay đổi đáng kể (hình 1.2).

Sự phân bố hiệu quả và chi phí theo thời gian có thể là rất lớn. Ở đây ta có thể chỉ ra một số phương pháp tính đến yếu tố thời gian trong các hàm đánh giá như:

Phương pháp trung bình hóa;

Phương pháp quy đổi để tính đến sự khác nhau về chi phí và hiệu quả ở các giai đoạn thời gian khác nhau;

Phương pháp dự báo;

Phương pháp ứng dụng mô hình thực nghiệm.

Trong trường hợp đầu tiên, ta giả thiết rằng, vòng đời của tàu có thể được chia ra thành nhiều khoảng gian như nhau và việc đánh giá chất lượng của hệ thống (tàu) tại một khoảng thời gian nào đó có thể áp dụng cho toàn bộ vòng đời của tàu. Trong trường hợp này ta có thể sử dụng hàm đánh giá là tối thiểu hóa chi phí quy đổi.

$$\min Z = \frac{K}{T} + C, \quad (1.13)$$

trong đó:

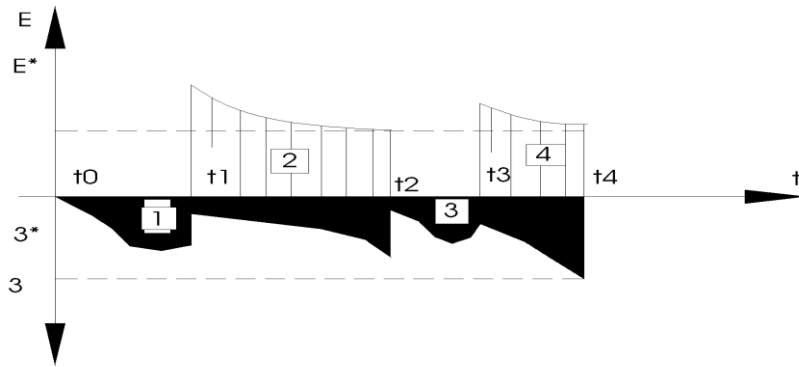
$K$  – là giá thành đầu tư đóng tàu;

$T$  – thời gian hoàn vốn;

$C$  – chi phí khai thác tàu hàng năm.

Chỉ tiêu (1.13) là chỉ tiêu có bản chất tĩnh, bởi ở đây yếu tố thời gian không có mặt trong hàm đánh giá và không ảnh hưởng đến kết quả thu được.





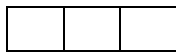
**Hình 1.2.** Sự thay đổi hiệu quả và chi phí trong vòng đời của tàu

1 ( $t_0 - t_1$ ) – là giai đoạn thiết kế và đóng tàu;

2 ( $t_1 - t_2$ ) – là giai đoạn khai thác tàu đến thời điểm cần phải hiện đại hóa;

3 ( $t_2 - t_3$ ) – là giai đoạn phải hiện đại hóa tàu;

4 ( $t_3 - t_4$ ) – là giai đoạn khai thác tàu sau khi hiện đại hóa đến khi phá dỡ;



- Sự thay đổi hiệu quả của tàu trong thời gian phục vụ;

- Sự thay đổi chi phí của tàu trong thời gian phục vụ;

$E^*$  - mức hiệu quả thấp nhất cho phép của tàu;

$J^*$  - mức chi phí cho phép lớn nhất.

Phương pháp quy đổi để tính chi phí tại các thời điểm khác nhau được gọi là *sự chiết khấu*. Phép tính toán học của chiết khấu được thực hiện bằng việc sử dụng công thức phần trăm phức tạp. Ví dụ, chi phí của các năm sau có thể quy đổi ra thời điểm hiện tại nhờ hệ số quy đổi  $B_t$ , được xác định theo công thức:

$$B_t = \frac{1}{(1 + E_{dm})^t}, \quad (1.14)$$

trong đó:

$E_{dm}$  – định mức đối với sự quy đổi chi phí tại các giai đoạn khác nhau;

$t$  – chu kỳ tính trong các năm.

Khi đó, chỉ tiêu chi phí quy đổi nếu tính đến sự chiết khấu sẽ có dạng như sau:

$$\min Z = K_{bd} + \sum_{t=1}^{T_{phv}} (K_t + C_t) B_t, \quad (1.15)$$

trong đó:

$K_{bd}$  – vốn đầu tư ban đầu;

$K_t$  – vốn đầu tư tại năm khai thác thứ  $t$ ;

$C_t$  – chi phí trong năm khai thác thứ  $t$ .

Ở đây cần lưu ý rằng, sự chiết khấu có thể áp dụng để tính toán hiệu quả. Ví dụ, khi tính toán mức doanh từ đầu tư [13], đối với  $E_{dm}$  người ta sẽ sử dụng lãi suất tương đương tương ứng mức lãi mong đợi. Trong bất kỳ phương án nào, việc sử dụng công thức chiết khấu sẽ đều giả thiết rằng  $E_{dm} = \text{const}$  trong toàn bộ vòng đời của tàu, đây là một vấn đề không phải lúc nào cũng đúng.

Hàm hiệu quả và chi phí có thể được cho trước dựa trên việc dự báo điều kiện đóng và khai thác tàu. Đối với các hàm mô tả trạng thái được dự báo của tàu ta có thể sử dụng các công thức khác nhau, ví dụ trong công trình [10] đề suất công thức dự báo sau:

$$E(t) = E_0 \frac{(1 + \beta)e^{-vt}}{1 + \beta e^{-vt}} \quad (1.16)$$

ở đây:

$E_0$  – là hiệu quả ban đầu, nghĩa là mức độ hiệu quả tại thời điểm bắt đầu đóng tàu;

$\beta, v$  – là các tham số chưa biết.

Phương trình (1.16) có thể được đơn giản hóa bằng phương trình sau:

$$E(t) = E_0 \frac{(1 + \beta)}{1 + \beta e^{vt}} \quad (1.16')$$

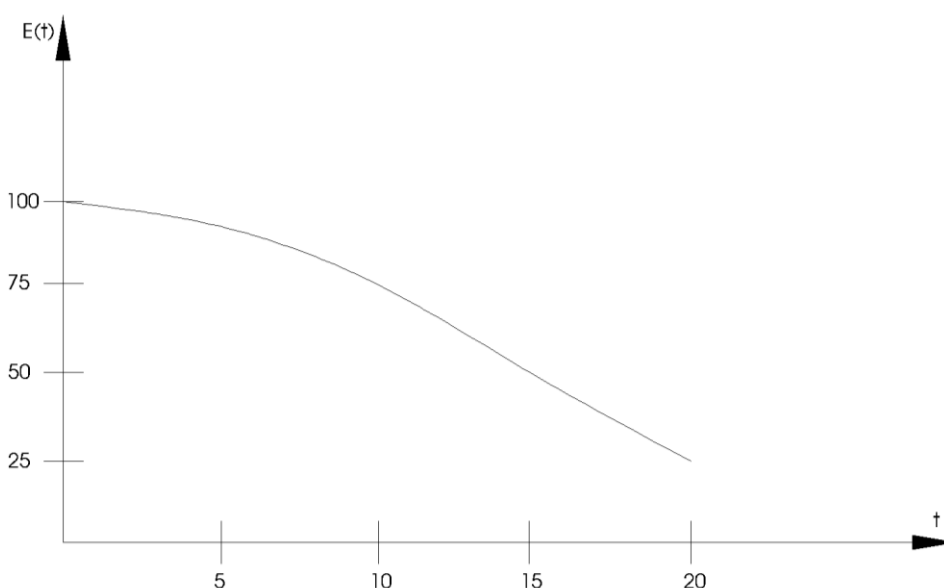
Các tham số chưa biết  $\beta, v$  có thể được xác định từ điều kiện đạt được thời hạn xác định của mức giá trị hiệu quả đề ra.

Việc xác định được các hệ số  $\beta, v$  sẽ cho phép tính toán hiệu quả ở bất kỳ thời điểm nào trong vòng đời của tàu.

Ví dụ: Xét một tàu chở hàng có thời hạn phục vụ là 20 năm. Sức chở hàng theo thiết kế của tàu là 1000 tấn hàng. Với phần vỏ và máy mới, cho phép tàu thực hiện được 50 hành trình khứ hồi trong một năm. Trong năm khai thác đầu tiên tổng lượng hàng mà tàu chuyên chở được là 100.000 tấn/năm (với điều kiện là tàu luôn đầy hàng ở cả chuyến đi và chuyến về). Trong năm phục vụ cuối cùng của mình giả thiết rằng, do sự già cỗi vô hình và hữu hình của tàu mà tổng lượng hàng tàu chuyên chở được là 25.000 tấn/năm. Trong nửa đầu vòng đời của tàu giả thiết rằng hiệu quả của tàu sẽ giảm đi 25%. Các điều kiện này cho phép ta thiết lập hệ với hai phương trình loại (1.16').

Việc giải hệ này cho ta kết quả:  $\beta = 20$ ,  $\nu = 0,208$ . Đồ thị quan hệ giữa tổng lượng hàng mà tàu chuyên chở được với các giả như trên được biểu diễn trên hình 1.3. Như vậy, trong toàn bộ thời gian phục vụ của mình tàu đã chuyên chở được 1.400.000 tấn hàng.

Việc sử dụng các phương pháp dự báo phụ thuộc vào thời hạn dự báo. Khi thời hạn phục vụ của tàu từ 20 đến 25 năm, việc dự báo cuối vòng đời của tàu là dài hạn và không thể cho rằng việc dự báo này là hoàn toàn tin cậy. Một trong những cách có thể thu được hàm đánh giá trong trường hợp này là người ta sử dụng phương pháp mô phỏng vòng đời của tàu.



**Hình 1.3.** Ví dụ quan hệ giữ hiệu quả của tàu với thời gian

### **1.11. Chỉ tiêu xác định và chỉ tiêu ngẫu nhiên**

Nếu trong khi đánh giá mức độ hoàn thiện của tàu thiết kế, tất cả các yếu tố là đều được định nghĩa và xác định một cách rõ ràng, thì chỉ tiêu đó nằm trong nhóm chỉ tiêu xác định.

Chỉ tiêu xác định được áp dụng để đánh giá hệ thống trong giai đoạn thiết kế ban đầu. Để đánh giá được một cách xác thực hơn người ta sẽ áp dụng chỉ tiêu ngẫu nhiên khi một hay một vài yếu tố được cho là các đại lượng ngẫu nhiên. Trong trường hợp này bản thân chỉ tiêu có thể được xem như xác suất đảm bảo yêu cầu đề ra trong các điều kiện nào đó.

Các phương pháp xây dựng chỉ tiêu ngẫu nhiên phụ thuộc vào mức độ bất định của các yếu tố ngẫu nhiên nằm trong nó. Trong công trình [12] có đưa ra ba loại nguyên lý bất định sau:

- Sự bất định liên quan đến các thông số đầu vào, mà các thông số này được sử dụng khi đánh giá hiệu quả, chúng có biên độ dao động hay không ổn định. Mức độ phân tán có thể được đánh giá bởi sự phân phối xác suất các tham số chưa biết và bởi tỷ số bậc xác suất;
- Sự bất định hoàn toàn, được đặc trưng bởi sự không thể xác định khả năng bất kỳ trong khoảng thời gian được nêu ra, bởi xác suất hay tỷ số bậc của chúng;
- Sự bất định liên quan đến mục tiêu không rõ ràng, nghĩa là không thể chỉ ra chỉ tiêu rõ ràng đối với nghiệm thu được.

### **1.12. Chỉ tiêu kinh tế và chỉ tiêu phi kinh tế**

Dấu hiệu phân loại kể trên cho phép ta có thể phân chia hàm đánh giá ra thành [7]:

- Các chỉ tiêu kinh tế, trong đó đối với tàu vận tải thì chỉ tiêu lợi nhuận là chỉ tiêu quan trọng nhất trong số các chỉ tiêu kinh tế;
- Chỉ tiêu tác động khách quan, nghĩa là các chỉ số kỹ thuật;

- Chỉ tiêu thích ứng đối với các điều kiện tác động khác nhau;
- Chỉ tiêu thích nghi khi có sự thay đổi các điều kiện tác động.

Chỉ tiêu kinh tế là chỉ tiêu phổ dụng nhất, bởi nó có thể được áp dụng để đánh giá chất lượng của một công trình kỹ thuật có công dụng bất kỳ. Nó rất tiện lợi khi thiết kế các công trình với cấu trúc nhiều mức, bởi nó có bản chất cộng tính.

Tuy nhiên giữa các chỉ tiêu kinh tế riêng có thể có sự mâu thuẫn nhau do đặc điểm chủ quan trong việc lựa chọn chúng.

Trong bảng 1.1 [13] giới thiệu một số loại chỉ tiêu kinh tế đang được áp dụng phổ biến trong thiết kế các công trình phức tạp.

**Bảng 1.1.** Một vài loại chỉ tiêu kinh tế trong thiết kế tàu

TT	Tên các chỉ tiêu	Mục tiêu	Phương trình để tính toán các chỉ tiêu
1	Lợi nhuận hàng năm	Max	$P = D - C$ Trong đó: $D$ – tổng doanh thu hàng năm; $C$ – tổng chi phí hàng năm.
2	Lợi nhuận	Max	$E_L = P/K$ Trong đó: $P$ – lợi nhuận hàng năm; $K$ – chi phí đầu tư
3	Chi phí quy đổi	Min	$C_R = C + E.K$ Trong đó: $E$ – hệ số định mức hiệu quả đầu tư.
4	Chi phí riêng quy đổi cho một đơn vị sản phẩm	min	$C_y = \frac{C + E.K}{Y}$ Trong đó: $Y$ – là tổng sản phẩm do hệ thống tạo ra
5	Tổng các chi phí chiết khấu	Min	$K_n + \sum_{t=0}^{T_{ck}} (K_t + C_t).B_t$ Trong đó: $K_n$ – đầu tư ban đầu; $K_t, C_t$ –

			lần lượt là giá thành đầu tư và chi phí khai thác trong năm thứ $t$ ; $B_t$ – hệ số giảm.
6	lãi suất tương đương	Max	$A / P = [i(1+i)^{T_{phv}}] / [(1+i)^{T_{phv}} - 1]$ ; trong đó: $A$ – tổng doanh thu trong một năm; $P$ – tiền đầu tư; $T_{phv}$ – tổng thời gian khai thác của tàu; $i$ – lãi suất cần tìm, được xác định qua việc giải phương trình trên.
7	Yếu tố hoàn vốn	Max	$C_R = [i(1+i)^{T_{phv}}] / [(1+i)^{T_{phv}} - 1]$
8	Tỷ suất hoàn vốn nội tại về kinh tế	Max	$\sum_{t=0}^T P_t / (1+i)^t = \sum_{t=0}^{T_{phv}} A_t / (1+i)^t$ trong đó: $T$ – năm trước đó đã đầu tư; $P_t, A_t$ – là tổng doanh thu trong năm; $i$ – lãi suất cần tìm thu được qua việc giải phương trình trên.
9	Giá trị hiện tại	Min	$PW = P + \sum_{t=0}^{T_{phv}} y_t / (1+i)^t$ ; trong đó: $y_t$ – các chi phí hiện tại trong năm thứ $i$ ; $P$ – Các chi phí đầu tư
10	Chi phí vốn	Min	$CC = P + (y+r) \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+i)^t} =$ $= P + \left[ y + \frac{i(P-L)}{(1+i)^{T_{phv}}} - 1 \right] / i$ ; trong đó: $y$ – các chi phí hiện tại; $i$ – lãi suất tương đương; $L$ – giá trị sử dụng của hệ trong năm khai thác cuối cùng của tàu $T_{phv}$ .

Chỉ tiêu kinh tế là sự kết hợp của bốn chỉ số chính bao gồm:

- Chỉ số hiệu quả (sản phẩm);
- Chỉ số đầu tư;
- Chỉ số doanh thu;
- Chỉ số chi phí hiện thời.

Để tính các chi phí tại các thời điểm thời gian khác nhau người ta sẽ sử dụng công thức phần trăm phức tạp.

Chỉ tiêu tác động khách quan, hay các chỉ số kỹ thuật có thể được chia ra thành hai nhóm: nhóm thứ nguyên và nhóm không thứ nguyên.

Đối với các chỉ tiêu khách quan thuộc nhóm thứ nguyên thì đây là sự đánh giá chất lượng tàu qua các đơn vị vật lý, ví dụ:

- Khối lượng công việc tuyệt đối;
- Khối lượng công việc trong một đơn vị thời gian (hiệu suất, công suất);
- Khối lượng;
- Thể tích và kích thước;
- Các đơn vị khối lượng, công việc, công suất, v.v.

Bất kỳ đặc tính kỹ thuật được đo nào của hệ đều có thể trở thành chỉ tiêu. Chỉ tiêu tác động khách quan có thể tạo ra sự kết hợp khác nhau giữa các chỉ tiêu kinh tế. Nhìn chung, đây là việc đánh giá giá trị của các chỉ số kỹ thuật.

Đối với nhóm chỉ số kỹ thuật không thứ nguyên có thể bao gồm:

- Các chỉ số tin cậy của tàu thiết kế;
- Các hệ số ảnh hưởng có lợi;
- Xác suất đạt được của hệ thống nằm trong mục tiêu hoạt động của nó.

*Chỉ tiêu thích nghi khi có sự thay đổi các điều kiện tác động* và khả năng thích ứng của nó có thể được giải thích như sau:

Sự tồn tại và tính toàn vẹn của hệ thống trong quá trình thiết kế được xác định cùng với hệ thống các điều kiện biên (là các yêu cầu đối với hệ thống). Điều kiện tác động của hệ được mô tả bằng véc tơ các yếu tố ngoại cảnh  $I_0^+(i_{01}^+, \dots, i_{0q}^+)$ . Tương ứng với dải điều kiện tác động sẽ có dải thay đổi các yếu tố  $\Delta i_{0k}^+, k = 1, \dots, q$ . Khi đó, ta có thể thu được đánh giá sơ lược dải này dựa trên các giả thiết sau:

Giả sử hệ thống các điều kiện biên của tàu thiết kế có dạng:

$$G_j(X, I_0^+) \geq \text{hay} \leq A_j(I_0^+); j = 1 \dots m, \quad (1.17)$$

trong đó:

$X$  – là véc tơ của các thông số cần tối ưu, được xác định dựa trên tính chất của tàu được thiết kế;

$I_0^+$  - là véc tơ của các yếu tố ngoại cảnh;

$G_j$  – là đánh giá chất lượng thứ  $j$  của tàu thiết kế;

$A_j$  – là các yêu cầu đối với chất lượng thứ  $j$  của tàu.

Để đơn giản hóa ta giả thiết rằng tất cả các dấu trong điều kiện (1.17) có chiều như nhau là “ $\geq$ ”.

Ta ký hiệu véc tơ xác định phương án cụ thể của hệ qua  $X^*$ . Quay trở lại điều kiện (1.17) trong phương trình ta bổ sung thêm vào vế bên phải của công thức đại lượng  $\Delta A_j = G_j(X^*, I_0^+) - A_j(I_0^+)$ . chuyển  $A_j$  và  $\Delta A_j$  sang vế bên trái của công thức (1.17), sau đó chuyển hàm  $G_j$  và  $A_j$  thành dãy khai triển Taylor theo các yếu tố  $I_{0k}^+$  ta có

$$G_j(X^*, I_0^{+*}) - A_j(I_0^{+*}) - \Delta A_j + \sum_{k=1}^q \frac{\partial}{\partial i_{0k}^+} (G_j(X^*, I_0^{+*}) - A_j(I_0^{+*})) \cdot \Delta i_{0k}^+ = 0, \quad (1.18)$$

$$j = 1, \dots, m$$



ở đây:  $I_0^{+*}$  - là điểm khai triển vào đây. Theo định nghĩa  $\Delta_j$  và phương trình (1.18) ta có thể thu được hệ phương trình dùng cho việc tính toán dải cho phép các yếu tố ngoại cảnh như sau:

$$\sum_{k=1}^q \frac{\partial}{\partial i_{0k}^+} (G_j(X^*, I_0^{+*}) - A_j(I_0^{+*})) \cdot \Delta i_{0k}^+ = 0, \quad (1.19)$$

Nếu ở đây chúng ta chỉ xem xét sự thay đổi của một yếu tố ngoại cảnh thì thực tế chỉ tiêu thích nghi của hệ thống khi có sự thay đổi các điều kiện tác động khác nhau sẽ là:

$$Z = \max(\min_j \Delta i_{0k}^+) = \max\{\min_j \Delta A_j / \frac{\partial}{\partial i_{0k}^+} (G_j(X^*, I_0^{+*}) - A_j(I_0^{+*}))\} \quad (1.20)$$

Từ công thức (1.20) ta thấy rằng, nếu đổi với giá trị nào đó của yếu tố ngoại cảnh mà điều kiện biên thứ  $j$  thỏa mãn ở dạng phương trình, thì hệ được thiết kế sẽ là hệ một chế độ theo yếu tố đó.

Khả năng thích nghi của hệ có thể được mô tả như việc duy trì giá trị của véc tơ  $X^*$ , thỏa mãn các hệ các điều kiện biên khi thay có sự thay đổi trong hệ này.

Sự thay đổi được chỉ ra có thể có hai loại:

- Sự thay đổi giá trị bên vế phải của công thức (1.17);
- Đưa vào các điều kiện biên mới.

Trường hợp thứ nhất ở đây là đề cập đến sự thích ứng tham số, còn trường hợp thứ hai là đề cập đến cấu trúc.

Ở đây cần lưu ý rằng, trong trường hợp nhiều chế độ và trong trường hợp tương thích chúng ta có vấn đề với độ ổn định đặc thù của hệ các điều kiện biên mô tả mô hình toán học của tàu thiết kế. Trong quá trình thay đổi các yếu tố nhiễu động trong việc đạt được ngưỡng giá trị xác định nào đó của hệ bởi sự tương tác này người ta sẽ sử dụng các hệ thống động được mô tả trong lý thuyết thảm họa [1].

## Chương 2: CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ TRONG THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI

Để lựa chọn phương án tối ưu cho tàu vận tải thiết kế người thiết kế sẽ dựa trên các chỉ tiêu kinh tế cũng như phi kinh tế. Mối quan hệ giữa hai chỉ tiêu này được nêu rất cụ thể trong tài liệu [4].

### 2.1. Chỉ tiêu phi kinh tế

Chỉ tiêu phi kinh tế được xét đến trong việc lựa chọn phương án tối ưu cho tàu thiết kế đó chính là tối thiểu hóa lượng chiếm nước của tàu khi tàu thiết kế thỏa mãn tất cả các yêu cầu khác

$$\Delta \rightarrow \min \quad (2.1)$$

Tại trường hợp trên, chỉ tiêu phi kinh tế hoàn toàn không mâu thuẫn với chỉ tiêu kinh tế, bởi điều kiện (2.1) đã được ngầm hiểu là tối thiểu hóa giá thành đóng tàu và chi phí khai thác. Và trong giai đoạn thiết ban đầu thì giá trị lượng chiếm nước có thể được xác định với độ chính xác và tin cậy cao hơn là các chỉ tiêu kinh tế. Khi so sánh các tính toán hiệu quả thì việc sử dụng chỉ tiêu phi kinh tế này có những ưu điểm như:

Trong công trình [2] trong số các chỉ tiêu khai thác – kỹ thuật, tác giả Asik V.V. đề xuất sử dụng chỉ tiêu là khả năng vận chuyển lớn nhất của tàu trong một năm (tấn – hải lý):

$$Q = P.t.v_{kt} \quad (2.2)$$

Trong đó:

$P$  – lượng chất tải trung bình trong một chuyến;

$t$  – thời gian hành trình trong một năm;

$v_{kt}$  – vận tốc khai thác trung bình của tàu.

## 2.2. Chỉ tiêu kinh tế

Chỉ tiêu phi kinh tế rất đơn giản và tiện lợi trong sử dụng, nhưng nó chỉ mang tính chất phụ, bởi một trong những chỉ chỉ tiêu quan trọng trong thiết kế tàu vận tải đó là đó chính là chỉ tiêu kinh tế, Một phần các chỉ tiêu này được trình bày trong *bảng 1.1*.

Tác giả Asik V.V. trong tài liệu [2] đề xuất chỉ tiêu hiệu quả tổng quát trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu vận tải đó là **lợi nhuận hàng năm trên giá thành đầu tư**.

$$E_t = (D - C) / K \rightarrow \max \quad (2.3)$$

Ở đây:

$D$  – tổng doanh thu trong một năm từ việc khai thác tàu;

$C$  – tổng chi phí khai thác trong một năm;

$K$  – giá thành đóng tàu.

Đối với tàu chở hàng thì một trong những chỉ tiêu hiệu quả có thể được sử dụng để đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu đó là tối thiểu hóa chi phí riêng quy đổi (chỉ tiêu số 4 trong bảng 1.1) [2]:

$$C_y = \frac{C + EK}{Q} \rightarrow \min, \quad (2.4)$$

trong đó:

$C$  – tổng chi phí khai thác trong một năm;

$K$  – giá thành đóng tàu;

$E$  – hệ số thời gian hoàn vốn;

$Q$  – tổng lượng hàng tàu vận chuyển được trong một năm.

Tuy nhiên giữa việc đánh giá hiệu quả kinh tế và phi kinh tế ta có thể sử dụng chỉ tiêu tối thiểu hóa chi phí quy đổi (chỉ tiêu số 3 trong bảng 1.1):

$$C_R = C + EK \rightarrow \min \quad (2.5)$$

Một cách logic ta thấy rằng, giá thành đóng và các chi phí khai thác tàu tỷ lệ thuận với kích thước tàu, nghĩa là tỷ lệ với lượng chiếm nước, công suất của hệ thiết bị năng lượng của tàu. Khi đó, sử dụng công thức hệ số hải quân để xác định công suất, ta có thể đưa công thức (2.5) về dạng:

$$C_R = (k_{g1}\Delta + k_{g2}\Delta^{2/3}v_s^3 / C_N) + (1/T_{hv})(k_{K1} + k_{K2}\Delta^{2/3}v_s^{2/3} / C_N) = a_1\Delta + a_2\Delta^{2/3} \quad (2.6)$$

trong đó:

$\Delta$  - lượng chiếm nước toàn tải của tàu;

$v_s$  - vận tốc thiết kế của tàu, knots (là một hằng số) ;

$C_N$  - hệ số hải quân, đặc trưng cho hình dáng tuyến hình tàu và chất lượng đẩy của tàu (trong trường hợp này  $C_N$  cũng có thể được coi là một hằng số);

$T_{hv}$  - định mức thời gian hoàn vốn (được chỉ ra trong nhiệm vụ thư, thành phần này cũng được coi là một hằng số);

$k_{g1}$  và  $k_{K1}$  - tương ứng là chi phí khai thác trong một năm và giá thành đóng trên một tấn lượng chiếm nước;

$k_{g2}$  và  $k_{K2}$  - lần lượt là chi phí khai thác trong một năm và chi phí đóng tàu trên một đơn vị công suất;

$a_1, a_2$  - là các hệ số.

Các thành phần chỉ tiêu trong công thức (2.5) và (2.6) là các hàm số đơn điệu tương ứng với các kích thước chủ yếu của tàu, chúng là các thông số cần tối ưu trong bài toán thiết kế tàu.

Trên cơ sở cấu trúc của công thức hệ số hải quân, chỉ tiêu (2.6) có thể được biểu diễn dưới dạng khác sau:

$$C_R = (k_{g1}\Delta + k_{K2} / T_{hv})\Delta + (k_{g2} + k_{K2} / T_{hv})P_s = \Delta(a_1' + a_2'P_s / \Delta), \quad (2.6')$$

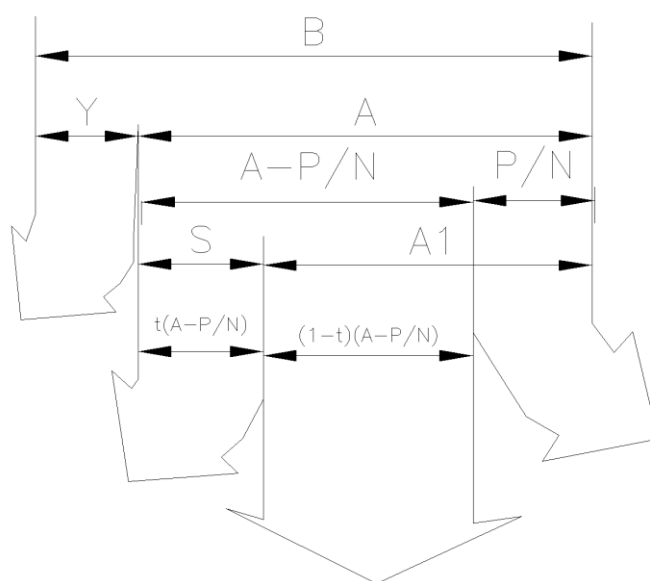
trong đó:  $P_s$  - công suất của hệ thiết bị năng lượng.

Cấu tử thứ hai trong ngoặc đơn có thể được hiểu như là mức trang bị năng lượng riêng của tàu.

### 2.3. Lựa chọn chỉ tiêu đánh giá hiệu quả trong thiết kế tàu vận tải

Trong công trình viết về luận chứng kinh tế trong thiết kế tàu tác giả [13] đã đưa ra các khuyến nghị trong việc áp dụng các chỉ tiêu hiệu quả theo bảng 1.1.

Trong điều kiện nền kinh tế thị trường, tổng doanh thu trong một năm của tàu có thể được phân tách ra thành các thành phần nhỏ như trên hình 2.1 [13]:



**Hình 2.1.** Sơ đồ phân chia doanh thu (các ký hiệu ở đây trùng với bảng 1.1)

$B$  – tổng doanh thu hàng năm;  $P$  – tổng đầu tư, được đưa ra tại thời điểm tính toán;  $y$  – các chi phí khai thác trực tiếp (không bao gồm các chi phí khấu hao);  $A$  và  $A_1$  – là tổng doanh thu trước và sau khi nộp thuế;  $S$  – thuế trên lợi nhuận theo thuế suất;  $N$  – thời gian phục vụ của tàu;  $t$  – thuế suất (phần còn lại của lợi nhuận hằng năm sau khi đã khấu trừ các chi phí khấu hao);  $P/N$  – chi phí khấu hao;  $(1-t)(A-P/N)$  – lợi nhuận sau thuế.

Chỉ tiêu lãi suất tương đương lớn nhất (chỉ tiêu số 6 trong bảng 1.1) được áp dụng để so sánh các phương án tàu có thời gian phục vụ khác nhau: khi xác định lãi suất  $i$  nên lấy thời gian phục vụ khác nhau  $N$  để tính. Lãi suất cần tìm sẽ được xác định dựa vào bảng 1.1 dựa trên phương pháp gần đúng liên tiếp.

Chỉ tiêu tỷ suất hoàn vốn nội tại về kinh tế (chỉ tiêu số 8 trong bảng 1.1, trong tiếng Anh nó được ký hiệu là– EiRR), theo quan điểm của các tác giả [13] và [17], chỉ tiêu này sẽ được áp dụng vào trong trường hợp khi có thể dự đoán được doanh thu dự kiến và sự thay đổi của chúng trong vòng đời của tàu (thời gian phục vụ của tàu).

Chỉ tiêu giá trị hiện tại nhỏ nhất (chỉ tiêu số 9, trong tiếng Anh nó được gọi là Present Value) được sử dụng trong trường hợp, khi các phương án thiết kế tàu có vòng đời như nhau, còn tổng doanh thu hàng năm chưa biết và có thể thay đổi theo thời gian, nhưng là như nhau đối với tất cả các phương án.

Chỉ tiêu chi phí đầu tư tối thiểu (chỉ tiêu số 10 trong bảng 1.1, trong tiếng Anh nó được gọi là Capitalized costs) được sử dụng trong trường hợp khi tàu được so sánh có vòng đời khác nhau. Trong trường hợp này nó được xem xét là một quá trình vô hạn của việc đóng mới, khai thác và khôi phục tàu trong thời gian  $N$ . Trong các năm  $N, 2N, 3N\dots$  tàu sẽ được phá dỡ hoặc được bán với giá  $L$  và lại một lần nữa đầu tư tiếp trong việc đóng tàu khác  $P$ .

Ngoài ra, trong công trình [13] còn xét đến các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế bổ sung đối với tàu vận tải không nằm trong bảng 1.1. Các chỉ tiêu bổ sung này bao gồm:

Chỉ tiêu giá cước vận tải cần thiết RFR:

$$RFR = \frac{B}{Q} = \frac{y + \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} P}{Q} \rightarrow \min \quad (2.7)$$

Các ký hiệu trong công thức (2.7) tương ứng với các ký hiệu trên hình 2.1 và bảng 1.1.

**giá cước vận tải cần thiết** – là doanh thu nhỏ nhất trên một đơn vị hàng hóa cần thiết để thu hồi vốn đầu tư trong vòng đời của tàu và thu được lãi suất

tương ứng đề ra từ lợi nhuận kinh doanh  $i$ . Khi đó, phương án tàu thiết kế tốt nhất sẽ phương án tàu có giá cước vận tải cần thiết nhỏ nhất.

Chỉ tiêu về giá trị gia tăng (NPV):

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{A_n}{(1+i)^n} - P \rightarrow \max \quad (2.8)$$

Chỉ tiêu này là hiệu giữa tổng doanh thu sau khi trả thuế  $A_n$  trong toàn bộ vòng đời của tàu và tiền đầu tư đóng tàu ban đầu  $P$ . Tác giả [18] đề xuất chỉ tiêu giá trị gia tăng (NPV) như là một chỉ tiêu tổng quát.

Có rất nhiều yếu tố có tính chất ngẫu nhiên ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của tàu dân dụng nói chung và tàu vận tải nói riêng. Do vậy việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu cũng sẽ có tính chất xác suất. Việc xây dựng các đánh giá mang tính xác suất như trên được trình bày trong công trình [3], theo đó các tác giả trong công trình[3] đã biện minh được sự cần thiết sử dụng các chỉ tiêu hiệu quả xác suất như sau:

1. Véc tơ  $\mathbf{W}$  là véc tơ chứa các thông tin về điều kiện ngoại cảnh, nói chung các điều kiện này có tính chất ngẫu nhiên như mức thuế suất, khối lượng hàng vận chuyển trong một chuyến, các thông số kích thước và khối lượng của loại hàng vận chuyển, thời gian và chi phí sửa chữa, các trang thiết bị trên tàu v.v. đều là các đại lượng có tính chất dao động trong dải nào đó.

2. Giá thành đóng tàu được tính toán theo phương pháp này hay phương pháp kia có thể được coi là đại lượng cố định tại mỗi giai đoạn thiết kế. Trong giai đoạn đầu tiên, khi giải quyết câu hỏi về lợi ích (tính hợp lý) trong việc đóng tàu và lựa chọn phương án tối ưu cho tàu thiết kế, giá thành đóng tàu sẽ được tính toán đến mức độ chính xác nào đó dưới các điều kiện chưa chắc chắn. Thực tế, ở giai đoạn này ta chưa xác định được chính xác các thành phần khối lượng, kết cấu thân tàu và công nghệ đóng tàu, chưa xác định được tổ hợp các thiết bị cụ thể, v.v. Nói cách khác, véc tơ  $\mathbf{X}$  sẽ là véc tơ chứa đựng các thông tin về các

giải pháp kỹ thuật khi thiết kế tàu nhưng chưa mang tính chất đầy đủ. Khi tính toán giá thành đóng mới thực tế người ta thường dự đoán véc tơ này.

3. Trong các tính toán hiệu quả kinh tế của tàu người ta thường sử dụng các dữ liệu về các khối lượng thành phần của tàu, vận tốc tàu, công suất của các máy chính và phụ, v.v. Trong giai đoạn thiết kế ban đầu các dữ liệu này, nói chung chỉ mang tính chất sơ bộ (định hướng) bởi chúng được xác định qua các công thức gần đúng có sai số thống kê. Từ đó dẫn đến việc tính toán không chính xác giá thành đóng tàu và chi phí khai thác khi sử dụng các số liệu này.

4. Theo thời gian, sẽ diễn ra sự thay đổi trong việc quản lý khai thác và bảo dưỡng tàu, đặc điểm của loại hàng vận chuyên, thời gian và chi phí sửa chữa, v.v.

5. Sự phân phối các chi phí khai thác, số lượng hàng được vận chuyên sẽ không như nhau theo các năm trong toàn bộ vòng đời của tàu.

Để đánh giá xác suất hiệu quả kinh tế của tàu cần phải xây dựng phân phối xác suất chỉ tiêu hiệu quả kinh tế giữa các phương án thiết kế. Trong trường hợp này, người ta sẽ sử dụng chỉ tiêu “Tính lâu dài của giá trị” được tạo nên từ các giá trị ngắn hạn đối với các điều kiện sử dụng tàu cụ thể (ví dụ, trên các tuyến riêng trong khoảng thời gian một năm), theo quy tắc:

$$C_R = \frac{1}{T} \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \text{Prob}_{it} \cdot f_{it}, \quad (2.9)$$

trong đó:

$f_{it}$  – là giá trị hiệu quả kinh tế của tàu trong năm thứ  $t$  khi sử dụng tàu theo phương pháp  $i$  (trên tuyến đường  $i$ );

$I$  – tập hợp các phương pháp sử dụng tàu;

$\text{Prob}_{it}$  – xác suất sử dụng tàu theo phương pháp thứ  $i$  trong năm thứ  $t$ , khi đó  $\sum_{i \in I} \text{Prob}_{it} = 1$  đối với bất kỳ năm nào trong toàn bộ vòng đời của tàu  $T$ .

Dạng cụ thể của hàm chỉ tiêu tính lâu dài của giá trị phụ thuộc vào chỉ số kinh tế hiệu quả nào đang được áp dụng.



Trong công trình [12] Pashin khuyến nghị xem xét hai hàm chỉ tiêu sau:

- Lợi nhuận trung bình hàng năm  $f_{pit}$  từ việc khai thác tàu mang lại, được tính toán trên cơ sở tính đến toàn bộ thời gian phục vụ của tàu và khoản đầu tư vào việc đóng tàu. Khi đó chỉ tiêu  $f_{pit}$  trong năm thứ  $t$  với việc sử dụng tàu theo phương pháp thứ  $i$  sẽ có dạng:

$$f_{pit} = \frac{D_{it} - C_{it}}{K}, \quad (2.10)$$

trong đó:

$D_{it}$  – tổng doanh thu trong năm;

$C_{it}$  – tổng chi phí khai thác trong năm;

$K$  – giá thành đóng tàu.

- Chi phí riêng quy đổi trung bình hàng năm trên một đơn vị hàng hóa  $f_{zit}$  mà tàu vận chuyển, được tính toán trên cơ sở có tính đến các chi phí khai thác trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu. Chỉ tiêu  $f_{zit}$  trong năm thứ  $t$  với việc sử dụng tàu theo phương pháp thứ  $i$  sẽ có dạng sau:

$$f_{zit} = \frac{E_H K - C_{it}}{Q_{it}}, \quad (2.11)$$

Trong đó:  $E_H$  – là hệ số định mức hiệu quả đầu tư.

Trong cả hai trường hợp tiêu chuẩn kinh tế của tàu kể trên thì  $C_R$  là một hàm số đa biến, nghĩa là  $C_R = f(W, X)$

Sự phân phối chỉ tiêu xác suất  $C_R(X)$  khi cho trước sự phân phối các thông số đầu vào sẽ không thể thu được trực tiếp bằng phương pháp giải tích biến đổi các đại lượng ngẫu nhiên, bởi chúng chỉ thích hợp đối với một số hàm đối số ngẫu nhiên đơn giản. Còn trong trường hợp của chúng ta thì chỉ tiêu hiệu quả là hàm phi tuyến phức tạp. Một trong những phương pháp đơn giản nhất để xác định sự phân phối của các hàm như thế là phương pháp mô hình thống kê. Tuy nhiên, trong một số trường hợp nó có thể mất rất nhiều thời gian trong việc tính

toán. Trong công trình [12] đề xuất phương pháp hồi phục (thiết lập lại) sự phân bố cần tìm dựa trên việc ước tính bốn điểm đầu tiên.

Việc thiết lập lại sự phân phối chỉ tiêu xác suất hiệu quả kinh tế của tàu, ta có thể sử dụng ba phương pháp sau:

1. Sử dụng họ đường cong Pearson;
2. Biểu diễn mật độ phân phối cần tìm dưới dạng dãy đạo hàm;
3. Lựa chọn sự chuyển đổi chỉ tiêu như thế nào đó để sự phân phối của nó có thể được mô tả bằng các quy luật đã biết, trong đó có phương pháp chuyển đổi Johnson.

Để đánh giá các chỉ tiêu dưới dạng phân phối các đại lượng ngẫu nhiên người ta thường dựa vào các hàm thay cho việc đánh giá các điểm.

Để so sánh các tàu có sự phân phối xác suất khác nhau về chỉ tiêu kinh tế, tác giả [12] đề xuất một trong các phương pháp sau:

1. Trong số các tàu được đưa vào để so sánh, ta sẽ lựa chọn các tàu có xác suất xuất hiện mức độ sinh lợi  $C_1$  (lợi nhuận) lớn hơn một giá trị cố định nào đó  $p_1$  (trong trường hợp riêng  $p_1$  – là mức độ sinh lợi tiêu chuẩn). nghĩa là:

$$\text{Prob}(C_1 \geq p_1) \rightarrow \max \quad (2.12)$$

Trong trường hợp này, ta coi rằng sự phân phối xác suất của các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của các tàu so sánh được tiêu chuẩn hóa.

Nếu ở đây sử dụng chỉ tiêu hiệu quả kinh tế là chi phí quy đổi  $C_2$ , khi đó ta sẽ loại bỏ các tàu có xác suất chi phí lớn hơn mức chi phí  $p_2$  cố định nào đó, nghĩa là ta sẽ chọn tàu có

$$\text{Prob}(C_2 < p_2) \rightarrow \min \quad (2.13)$$

Mức chi phí  $p_2$  trong công thức (1.13) có thể là giá trị kỳ vọng toán học của chi phí quy đổi của tàu. Khi so sánh các phương án của tàu thiết kế trong quá

trình lựa chọn các thông số tối ưu thì mức chi phí  $p_2$  có thể được xác định dựa trên tàu mẫu hoặc phương án quy ước của tàu với các giá trị trung bình thông kế. Giá trị cụ thể của  $p_2$  cần phải được xác định trên cơ sở phụ thuộc vào đặc trưng của bài toán cần giải quyết.

2. Tối đa hóa mức độ sinh lợi (lợi nhuận) theo mức đảm bảo đặt ra hoặc tối thiểu hóa mức chi phí quy đổi. Đối với trường hợp đầu tiên, hàm số của nó được xây dựng như sau:

$$g_1 = \bar{C}_1 - \sigma \left| \bar{P}^{-1}(\alpha_1, \mu_3, \mu_4) \right| \rightarrow \max \quad (2.14)$$

trong đó:

$g_1$  – là biên mức độ sinh lợi của tàu;

$\bar{C}_1$  - giá trị kỳ vọng toán học của lợi nhuận trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu;

$\alpha_1$  - sự đảm bảo (mạo hiểm) thu được mức độ sinh lợi nằm dưới biên  $g_1$ ;

$\sigma$  - Sai số bình phương trung bình của lợi nhuận;

$\bar{P}^{-1}$  - là hàm bảng;

$\mu_3, \mu_4$  - là các trung điểm thứ ba và thứ tư của sự phân phối chỉ tiêu hiệu quả kinh tế.

Trong trường hợp thứ hai, hàm số của nó có dạng như sau:

$$g_2 = \bar{C}_2 - \sigma \left| \bar{P}^{-1}[(1 - \alpha_2), \mu_3, \mu_4] \right| \rightarrow \min, \quad (2.15)$$

trong đó:

$g_2$  – là biên mức chi phí quy đổi của tàu;

$\bar{C}_2$  - giá trị kỳ vọng toán học của chi phí quy đổi trong toàn bộ thời gian phục vụ của tàu;

$\alpha_2$  - sự đảm bảo (mạo hiểm) thu được mức chi phí quy đổi lớn hơn biên  $g_2$ ;

$\sigma$  - Sai số bình phương trung bình của chi phí quy đổi;

$\bar{P}^{-1}$  - là hàm bảng;  $\mu_3, \mu_4$  - là các trung điểm thứ ba và thứ tư của sự phân phối chỉ tiêu hiệu quả kinh tế.

Để xác định bốn điểm đầu tiên của hàm phân phối các chỉ tiêu hiệu quả trong công trình [12] đề xuất các phương pháp sau. Hàm phân phối chỉ tiêu hiệu quả được chuyển về dãy khai triển Taylor tương ứng với độ kỳ vọng toán học argument của chúng. Sau đó các điểm phân phối của hàm chỉ tiêu sẽ được tính theo bốn điểm đầu tiên được đưa vào trong hàm argument này [15].

Trong thực tế tính toán, việc lựa chọn các hàm (2.12) ... (2.15) phụ thuộc vào điều kiện của bài toán cần được giải.

Đối với việc giải các bài toán cần mức độ tin cậy trong việc thu được tính hiệu quả lớn hơn giá trị đưa ra hoặc mức tiêu chuẩn, trong trường hợp này nên sử dụng hai hàm đầu tiên. Hai hàm còn lại thích hợp cho việc giải quyết các bài toán cần giảm mức độ rủi ro có hiệu quả thấp.

Trong các trường hợp, khi giá trị biên và xác suất trong việc thu được các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của các tàu so sánh có sự khác biệt lớn thì cần thiết phải tiến hành đối chiếu các tham số phân phối khác, trước hết là theo:

- Giá trị chỉ tiêu đặc trưng cho hiệu quả kinh tế cao của tàu với mức đảm bảo đề ra;
- Mức kỳ vọng toán học của chỉ tiêu trong vùng giá trị của chúng tương ứng với mức hiệu quả cao hơn so với giá trị cho phép nhỏ nhất.

Như vậy, theo quan điểm của tác giả trong công trình [12] các chỉ tiêu xác suất dưới dạng hàm có tính thông tin tốt hơn về giá trị của các chỉ tiêu hiệu quả so với việc tính toán chúng theo các phương pháp truyền thống dưới dạng kỳ vọng toán học và chúng có tính khách quan hơn.

Một trong những ưu điểm khác của chỉ tiêu xác suất là chúng có độ nhạy lớn đối với các thông số cần tối ưu, do vậy tốt nhất nên sử dụng chúng trong các bài toán tìm nghiệm tối ưu.

Chi tiết các sơ đồ tính toán đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu vận tải được trình bày rất cụ thể trong các tài liệu [9], [12], [13], [14]. Việc sử dụng chỉ tiêu chi phí quy đổi trong các trường hợp đơn giản ta có thể sử dụng ví dụ sau.

#### 2.4. Ví dụ sử dụng chỉ tiêu chi phí quy đổi trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu vận tải

Trong bài toán tối ưu hóa, khi sử dụng hàm mục tiêu là chi phí quy đổi thì nghiệm tối ưu sẽ là phương án có chi phí quy đổi nhỏ nhất. Theo đó, hàm đánh giá chỉ tiêu này có thể biểu diễn dưới dạng sau:

$$Z = \min\{E.K + C\} = \min \left\{ \frac{1+k_a+k_p}{T_{hv}} \cdot \sum_i f_i P_i + \left[ \frac{T_{kh}}{L_{ht}/(v_s - \Delta v_s)} + \frac{2\eta P_h}{P} + t_{qtr} \right] \cdot \frac{L_{ht}}{(v_s - \Delta v_s)} \cdot f_{nl} \cdot g_{nl} P_s + 365 \cdot f_{tv} \cdot n_{tv} + f_{ph} \cdot DW \right\} \quad (2.16)$$

trong đó:

$E$  – hệ số định mức hiệu quả đầu tư;

$K$  – giá thành đóng mới tàu;

$C$  – tổng chi phí khai thác trong năm;

$k_a, k_p$  – lần lượt là các hệ số có tính đến chi phí khấu hao và các chi phí sửa chữa;

$T_{hv}$  – thời gian hoàn vốn của tàu, năm;

$f_i$  – giá thành riêng của thành phần khối lượng  $i$  của tàu;

$P_i$  – giá của khối lượng thành phần  $i$  (thành phần đầu tiên trong công thức (2.16) là giá thành đóng tàu  $K$  và tổng chi phí khai thác trong năm phụ thuộc vào giá thành đóng mới);

$T_{kh}$  – số lượng ngày mà tàu khai thác trong năm;

$L_{ht}$  – chiều dài tuyến đường, mile;

$v_s$  – vận tốc thiết kế của tàu, knots;

$\Delta v_s$  – sự tổn thất trung bình của vận tốc do nguyên nhân thời tiết trên biển;

$P_h$  – khối lượng hàng tinh theo thiết kế, tấn;

- $\eta$  – hệ số sử dụng trung bình sức chở hàng của tàu trong hành trình;
- $P$  – hiệu suất làm hàng của các thiết bị làm hàng tại cảng đến và cảng đi, tấn/ngày;
- $t_{qtr}$  – thời gian trung bình trong việc điều động tàu vào cảng, đơi bến, v.v., ngày.
- $g_{nl}$  – xuất tiêu hao nhiên liệu, t/kW.h;
- $P_S$  – công suất của máy chính, kW;
- $f_{nl}$  – giá của một tấn nhiên liệu;
- $f_{tv}$  – tiền lương trung bình của thuyền viên trong một ngày;
- $n_{tv}$  – số lượng thuyền viên; chi phí hàng hải trung bình trong một năm;
- DW – trọng tải tàu.

Công thức (2.16) đã phản ánh được khá đầy đủ các kích bản sử dụng tàu trên một tuyến đường xác định giữa các cảng trong điều kiện khí hậu thủy văn và tình trạng kỹ thuật của tàu là không đổi, thậm chí sự không thay đổi về thị trường hàng hóa vận chuyển.

## KẾT LUẬN

### 1. Kết luận

Trên cơ sở tổng hợp và phân tích một cách có hệ thống các phương pháp đánh giá chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu, đề tài thu được những kết quả sau:

- ✓ Đã tổng hợp và phân loại được các chỉ tiêu hiệu quả trong thiết kế tàu nói chung và tàu vận tải nói riêng đang được áp dụng phổ biến trên thế giới;
- ✓ Đã nêu bật được ưu và nhược điểm của từng chỉ tiêu áp dụng vào trong việc đánh giá hiệu quả kinh tế của tàu;
- ✓ Đã đưa ra được các chỉ dẫn áp dụng các chỉ tiêu hiệu quả vào trong thiết kế tàu vận tải

### 2. Hướng phát triển của đề tài

Hướng phát triển tiếp theo của đề tài sẽ là sẽ áp dụng các chỉ tiêu kinh tế trong đề tài vào việc đánh giá tính toán hiệu quả kinh tế cho một tàu vận tải cụ thể.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Арнольд В.И. Теория Катастроф. М.: Наука, Гл. ред. физ. –мат. лит., 1990. – 128с.
- [2]. Ашик В.В. Проектирование судов. Л.: судостроение, 1975. 352 с.
- [3]. Ашик В.В., Царов Б.А., Челпанов И.В. Значение коэффициентов использования технических характеристик судов в качестве частных критериев оптимизации // Общие вопросы проектирования судов: сб., матер. по обмену опытом. –Л., НТО им.акад. А.Н. Крылова – 1973 – Вып. 199. –С 92 – 100.
- [4]. Броников А.В. Выбор критериев для определения элементов судов в процессе проектирования// Общие вопросы проектирования судов: сб., матер. по обмену опытом. –Л., НТО им.акад. А.Н. Крылова – 1973 – Вып. 199. –С 63 – 72.
- [5]. Вашедченко А.Н. Автоматизированное проектирование судов. Л.: судостроение, 1985. -164с.
- [6]. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем. СПб.: Изд. МОРИНТЕХ, 2001. 432 с.
- [7]. Дюбин В.Г., Суздаль В.Г. Введение в прикладную теорию игр. – М.: Наука 1981. – 454с.
- [8]. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решение при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
- [9]. Краев В.И. Экономические обоснования при проектировании морских судов. Л.: Судостроение, 1981. – 280 с.
- [10]. Нарусбаев А.А. Введение в теорию обоснования проектных решений. –Л.: Судостроение, 1976. 223 с.
- [11]. Пашин В. М. Оптимизация судов. Л.: судостроение, 1983. -296с.
- [12]. Пашин В.М., Поляков Ю.Н. Вероятностная оценка экономической эффективности судов. –Л.: Судостроение, 1976. 83 с.



- [13]. Сосолов В.П. Постановка задач экономического обоснования судов. – Л.: судостроение, 1987. 164с.
- [14]. Экономическое обоснование проектных решений. Пособие для конструктора - судостроение/ Н.И. Третников, Н.П. Любушин и др. – Л.: судостроение, 1990. – 216 с.
- [15]. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. – М.: мир, 1969, - 400 с.
- [16]. Хоменюк В.В. Элементы теории многоцелевой оптимизации. – М.: Наука, 1983. – 123 с.
- [17]. Шевелев И.Ш. и др. Золотое сечение. – М.: Строй- издат, 1990. – 343 с.
- [18]. Goss R.O. Economic Criteria for optimal ship design. – Transactions RIMA. – 1965, vol. 107. – P.581596.