

Хлебникова В.В.

УДК 330.13

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СУДОВЫХ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Аннотация. В статье получена новая формула для определения коэффициента экономической эффективности систем очистки судовых нефтесодержащих вод, который является комплексным и интегрированным критерием для оценки оптимальности основных технико-экономических показателей и системы в целом, а также позволяет усовершенствовать методы расчета экономической эффективности системы.

Ключевые слова: коэффициент экономической эффективности, стоимость, технико-экономические параметры, рациональный оптимум, экономическая эффективность, комплексный интегрированный критерий оценки.

Анотація. У статті отримана нова формула для визначення коефіцієнта економічної ефективності систем очищення судових нафтовмісних вод, який є комплексним і інтегрованим критерієм для оцінки оптимальності основних техніко-економічних показників і системи в цілому, а також дозволяє удосконалити методи розрахунку економічної ефективності системи.

Ключові слова: коефіцієнт економічної ефективності, вартість, техніко-економічні параметри, раціональний оптимум, економічна ефективність, комплексний інтегрований критерій оцінки.

Summary. In the article the necessity of comprehensive estimation of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship is exposed and a new formula for determination of coefficient of economic efficiency of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship is got, that is a complex and integrated criterion for the estimation of optimality of basic technical and economic parameters and system on the whole. This criterion allows to perfect the method of calculation of economic efficiency of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship and minimize expenses on water treatment, in connection with that on the real moment such criterion absents for the cleaning systems of oil-contain waters of the ship. Also in the article analytical equalization of dependence of cost of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship from its productivity is certain and dependence of cost of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship on its cleansing ability is built and its rational optimum is certain. Rational cleansing ability of the cleaning systems of oil-contain waters of the ship is certain. All of it allows complex and comprehensively to estimate efficiency of work of the system.

Keywords: coefficient of economic efficiency, cost, technical and economic parameters, rational optimum, economic efficiency, complex integrated criterion of estimation.

Постановка проблемы. Важным направлением экономики является совершенствование административных, экономических и рыночных механизмов регулирования природоохранной деятельности. Достигнуты определенные успехи в разработке системы платежей за загрязнение окружающей природной среды выбросами и сбросами, загрязняющими морскую акваторию. Эти результаты обычно привязаны к определенным видам природоохранной деятельности, например, к процессам очистки судовых вод от нефтепродуктов, т.к. по данным ЮНЕСКО, нефтепродукты принадлежат к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды из-за высокой токсичности и широкой распространенности. Поэтому одним из основных факторов, нарушающих равновесие в экологической системе Черного моря, стало загрязнение его вод нефтью и нефтепродуктами. В год по Черному морю проходит примерно 50 тысяч судов, и каждое его загрязняет. Корабли различных стран, которые базируются на Чёрном море – сбрасывают нефтепродукты, нефтеналивные суда, которые промывают баки перед входом в порт – все это вносит большой вклад в загрязнение моря нефтепродуктами, которые происходят постоянно из-за нарушений судами природоохранных требований. Формальное выполнение экологических требований ради экономической выгоды приводит к тому, что крупные морские компании не всегда выбирают качественные судовые системы очистки из-за их дороговизны, а порой не задумываясь, соответствуют ли они таким технико-экономическим параметрам как: качество очистки, пропускная способность, надежность эксплуатации, удобство обслуживания и ремонта системы очистки, что приводит к увеличению затрат судоходных компаний и нанесению ущерба условиям жизнедеятельности и здоровья людей, пагубно воздействуют на флору, фауну и рекреационные ресурсы морей и пагубно влияют на морские отрасли хозяйственной деятельности. Поэтому для обеспечения баланса экономических и экологических интересов общества и хозяйствующих субъектов необходимо обеспечение рациональных технико-экономических параметров работы системы очистки судовых нефтесодержащих вод НСВ.

Нерешенные аспекты проблемы. В связи с этим в настоящее время имеется необходимость для всесторонней оценки систем очистки НСВ, а также разработки комплексного интегрированного критерия, который позволит оптимизировать все технико-экономические параметры систем и минимизировать затраты на очистку воды, в связи с тем, что на настоящий момент таковой критерий для систем очистки судовых НСВ отсутствует.

Поэтому целью исследований является разработка нового комплексного критерия оценки экономической эффективности систем очистки судовых нефтесодержащих вод. Для этого необходимо решение следующих задач:

- определить аналитическое уравнение зависимости стоимости систем очистки судовых НСВ от её производительности;

- построить зависимость стоимости систем очистки судовых НСВ от её очистной способности и определить ее рациональный оптимум;
- разработать коэффициент экономической эффективности систем очистки судовых НСВ.

Изложение основного материала. Система очистки судовых НСВ характеризуется следующими основными технико-экономическими характеристиками: стоимость, производительность, эксплуатационные расходы, монтаж системы на судне и очистная способность.

Стоимость очистки судовых НСВ является функцией следующих факторов:

$$C_{\text{ов}} = f(C_s, C_m, Q, K_{\text{вых}}, C_3) \quad (1)$$

где C_s – стоимость системы очистки НСВ;

C_m – стоимость монтажа системы на судне;

Q - производительность системы очистки;

$K_{\text{вых}}$ - очистная способность системы;

C_3 - эксплуатационные расходы.

Сначала определим зависимость стоимости системы очистки НСВ от ее производительности. В статье «Обеспечение конкурентоспособности судоходных компаний путем повышения экономической эффективности систем очистки судовых нефтесодержащих вод» [2] была получена графическая зависимость стоимости системы от ее производительности при степени очистки $K_{\text{вых}} = 15 \text{млн}^{-1}$ (рисунок 1).

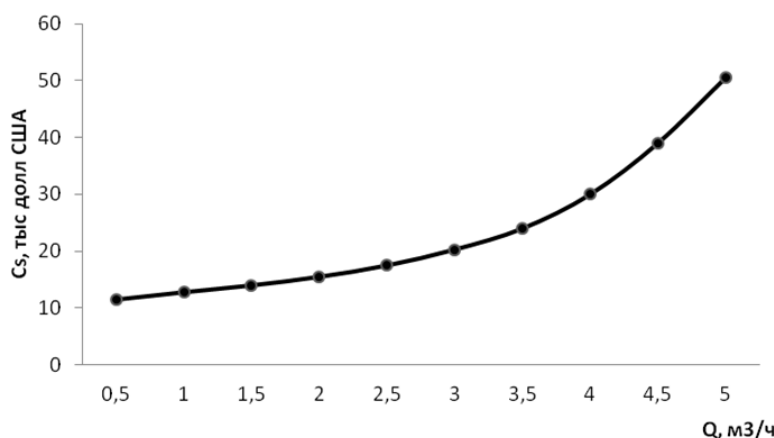


Рис.1. Усредненная интегральная зависимость стоимости систем очистки от их производительности

Обработав данную графическую зависимость с помощью Mathcad 14, получим следующую аналитическое уравнение:

$$C_s = 10 + 1,286 \cdot e^{0,691Q} \quad (2)$$

Стоимость монтажа системы на судне зависит от ее производительности, а следовательно от стоимости системы очистки НСВ (C_s) и принимается равной 20% ее стоимости $C_m = 0,2 C_s$.

Стоимость очистки воды, а соответственно стоимость системы очистки будет существенно зависеть от степени очистки $K_{\text{вых}}$. Принимая производительность системы $Q = 3,5 \text{м}^3/\text{ч}$, при которой соотношение стоимости системы и ее производительности является оптимальным (имеет рациональный оптимум) на основе таблицы 1 из вышеупомянутой статьи построим зависимость стоимости системы от ее очистной способности (рисунок 2).

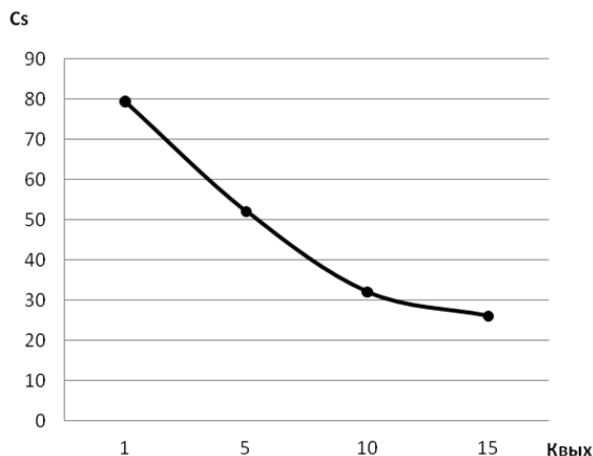


Рис.2. Зависимость стоимости системы очистки судовых нефтесодержащих вод от ее очистной способности

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СУДОВЫХ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Обработав графическую зависимость рисунка 2, с помощью программы Mathcad 14, получим следующую аналитическую зависимость стоимости (C_s) системы очистки судовых нефтесодержащих вод от ее очистной способности ($K_{\text{ВЫХ}}$):

$$C_s = 81,11 \cdot e^{-0,084 \cdot K_{\text{ВЫХ}}} \quad (3)$$

Затем определим рациональный оптимум графической зависимости рисунка 2 и формулы 3 с помощью нового метода оптимизации монотонных нелинейных функций [3].

Для оптимизации и повышения эффективности процесса очистки судовых НСВ, технико-экономические характеристики которого изменяются по законам нелинейных монотонных функций, и определения рациональных конструктивных и эксплуатационных параметров систем, вводится понятие точки рационального оптимума. За такую точку принимается величина аргумента ($K_{\text{ВЫХ}}$), при котором значение функции $C_s = f(K_{\text{ВЫХ}})$ максимально удалено от прямой, соединяющей значения функции, на границах интервала, в сторону ее уменьшения. В такой точке численная величина функции $C_s = f(K_{\text{ВЫХ}})$, будет оптимальной, то есть иметь минимальное значение при минимальном рациональном значении аргумента ($K_{\text{ВЫХ}}$).

Для определения рациональной очистной способности ($K_{\text{ВЫХО}}$) соединим прямой минимальное и максимальное значения функции $C_s = f(K_{\text{ВЫХ}})$. Затем, параллельно полученной прямой проведем касательную к функции стоимости (рисунок 3).

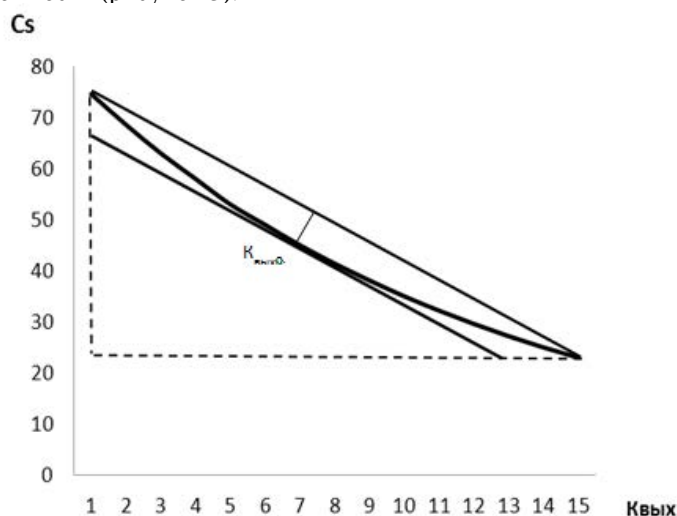


Рис. 3. Определение рациональной очистной способности системы очистки судовых нефтесодержащих вод

Точка касания $K_{\text{ВЫХО}}$ и будет являться рациональным оптимумом для данной функции, который равен 7 млн^{-1} .

Исходя из полученных зависимостей, разработаем комплексный критерий экономической эффективности систем очистки судовых НСВ ($K_{\text{эф}}$), который позволит оценить оптимальность системы. Для этого рассмотрим основные технико-экономические показатели систем очистки судовых НСВ.

Экономическая эффективность и соответственно $K_{\text{эф}}$ системы будет прямо пропорционален ее производительности (Q). Чем больше количество воды очищается в единицу времени, тем выше эффективность системы.

Коэффициент экономической эффективности систем очистки судовых НСВ также будет существенно зависеть от стоимости очистки воды, которая равна сумме стоимостей системы, ее монтажа на судне и эксплуатационных затрат. Чем меньше стоимость очистки воды, тем выше эффективность системы и соответственно выше $K_{\text{эф}}$, то есть зависимость обратно пропорциональна. Коэффициент эффективности $K_{\text{эф}}$ будет тем выше, чем меньше концентрация нефтепродуктов в очищенной воде $K_{\text{ВЫХ}}$, то есть зависимость также обратно пропорциональна. На основании вышеизложенного можно записать выражение в общем виде для определения коэффициента экономической эффективности систем очистки судовых НСВ:

$$K_{\text{эф}} = \frac{Q}{(C_s + C_{\text{м}} + C_{\text{э}}) \cdot K_{\text{ВЫХ}}} \quad (4)$$

В результате исследований ряда авторов, доказано, что фактическая производительность систем очистки многих судов необоснованно существенно завышена (в 2 - 4 раза). Таким образом, значительно завышается стоимость системы и стоимость очистки воды, поэтому снижается экономическая эффективность таких систем.

В соответствие с новыми нормативными документами производительность системы должна определяться согласно отраслевому стандарту [1] в зависимости от мощности главной энергетической установки, водоизмещения, типа и возраста судна. Для определения соответствия производительности

системы нормативным документом и ее оптимальности выражение (4) для определения $K_{эф}$ вводится поправочный коэффициент (K_n):

$$K_n = \frac{Q_n}{2Q - Q_n} \quad (5)$$

где Q_n - производительность системы очистки судовых НСВ, которая соответствует нормативным документам [1];

Q - фактическая производительность системы очистки судовых НСВ.

В случае если фактическая производительность соответствует нормативам, то есть $Q = Q_n$, то выражение (5) равно единице:

$$K_n = \frac{Q_n}{2Q - Q_n} = 1 \quad (6)$$

С учетом поправочного коэффициента (K_n), который отражает оптимальность производительности системы очистки судовых НСВ, выражение для определения коэффициента экономической эффективности систем очистки судовых НСВ (4) примет следующий вид:

$$K_{эф} = \frac{Q}{(C_s + C_n + C_p) \cdot K_{вых}} \cdot \frac{Q_n}{2Q - Q_n} \quad (7)$$

Эксплуатационные показатели работы системы очистки отражают качество и эффективность её использования. Эти показатели служат для планирования, анализа и оценки работы судовой системы очистки НСВ. Учитывая все составляющие, эксплуатационные затраты на обслуживание системы очистки судовых НСВ рассчитаем по следующей формуле:

$$C_o = 12 (n \cdot T_{то}) C_q + C_{фэ} + T_{эс} N_{эд} C_{квт}, \text{ долл.США} \quad (8)$$

На основании вышеизложенного и, подставляя значение эксплуатационных затрат (формула 8) в выражение (7), окончательно можно записать следующую формулу для определения коэффициента эффективности:

$$K_{эф} = \frac{Q}{(1,2C_s + 12 \cdot n \cdot T_{то} \cdot C_q + C_{фэ} + T_{эс} \cdot N_{эд} \cdot C_{квт}) \cdot K_{вых}} \cdot \frac{Q_n}{2Q - Q_n} \quad (9)$$

В случае, когда задана очистная способность системы ($K_{вых}$) и она является постоянной, то есть $C_s = f(K_{вых}) = const$, стоимость системы очистки судовых НСВ определяется по формуле (2). Если же задана производительность системы $C_s = f(Q) = const$, то ее стоимость определяется по формуле (3).

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований получен комплексный и интегрированный критерий для оценки оптимальности основных технико-экономических показателей и системы в целом, который также позволяет усовершенствовать методы расчета экономической эффективности систем.

Перспективы дальнейших исследований. Исследования могут быть использованы для систем очистки береговых предприятий.

Источники и литература:

1. Истомин В. И. Нормы суточного накопления нефтесодержащих вод в машинных помещениях судов и методика расчета пропускной способности судовых систем очистки / В. И. Истомин // Техническое регулирование в судостроении (Руководящие материалы): НИИ стандартизации и сертификации «Лют ФГУП «ЦНИИ им. А. Н. Крылова».-2008.-№9.-С. 17-24.
2. Хлебникова В. В. Обеспечение конкурентоспособности судоходных компаний путем повышения экономической эффективности систем очистки судовых нефтесодержащих вод / В. В. Хлебникова // Культура Народов Причерноморья: Серия : Проблемы материальной культуры : Экономика, География.- 2013.- №262.-С. 98-102.
3. Пат. 51488 Украина : МПК В01D 17/00, G05В 13/00. Спосіб визначення раціональних конструктивно-експлуатаційних параметрів піщаних фільтрів для очищення нафтовмісних вод / Хохлов В. В., Істомін В. І., Істоміна В. В.; заявитель и патентообладатель Севастопольський Національний Технічний Університет. – №u200908108 ; заявл. 03.08.09 ; опубл. 26.07.10, Бюл. №14.