

© Тарасенко Т. В., Мазур Т. М.

ОСНОВНІ МЕТОДИ МОНІТОРІНГУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА СУДНІ ЗГІДНО ДОДАТКУ VI МК МАРПОЛ 73/78

Управління енергоефективністю є розробкою, впровадженням у суднову практику та постійним поліпшенням механізму, що сприяє підвищенню енергетичної ефективності суднових операцій. У положеннях нормативних документів ІМО розглядається можливість раціонального використання енергетичних ресурсів судна, зниження споживання палива під час виконання суднових операцій. Це, у свою чергу, дає можливість скоротити викиди парникових газів в атмосферу, включаючи викиди CO₂, а також зменшить загальні витрати Компанії на енергетичні ресурси, підвищуючи її конкурентоспроможність. Найкращі способи оптимізації та підтримки енергоефективності судна плануються та реалізуються з використанням Плану управління енергоефективністю судна. Цей план описує заходи, які необхідно застосовувати на борту та всередині судноплавної компанії, щоб забезпечити безперебійну роботу та максимальну ефективність судна. Критичний аналіз того, чи корисні ці заходи, окупності інвестицій, які вони пропонують, та змін, необхідних у процесі для його покращення, можна провести за допомогою Індексу енергоефективності (ЕЕОІ). Також не можна виключати роль екіпажу судна для впровадження ефективних заходів відповідно до Суднового плану управління енергоефективністю. Вони допоможуть надати необхідні звіти про продуктивність та зворотний зв'язок для берегового офісу, виконуючи важливу роль у збиранні цінної інформації, яка допоможе у подальшому покращенні плану.

Ключові слова: енергетична ефективність, моніторинг енергоефективності, Експлуатаційний коефіцієнт енергоефективності, енергетична перевірка судна.

Згідно вимог Додатку VI, п. 4, пр. 19 Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення з суден (МАРПОЛ 73/78) правила енергоефективності суден поширюються на всі судна місткістю 400 і більше. Положення цього розділу мають на меті підвищення енергоефективності суден за допомогою виконання комплексу технічних експлуатаційних вимог, які призведуть до скорочення викидів будь яких речовин, що виділяються з рідкого палива і в процесі згоряння. [1]

Розрізняють основні чотири етапи в основі процесу управління енергоефективністю: планування, впровадження, моніторинг, оцінка та покращення, як показано на рис. 1



Рисунок 1 – Схема процесу управління енергоефективністю

Основними завданнями «Планування», яке є найважливішим етапом у процесі управління енергоефективністю на судах, є визначення поточного енергетичного статусу судна, цілей енергоефективності судна та спеціальних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності судна. На енергетичну ефективність експлуатації судна впливають такі аспекти (табл.1).

Таблиця.1. Заходи щодо підвищення енергоефективності

Навігаційні	Управління	Морехідні якості	Бункеровка	Суднова СЕУ	Споживання енергоресурсів	Організаційні
Виконання плану переходу судна	Ротація портів заходів судна	Ходові характеристики судна, диферент, осадка	Управління бункеруванням судна	Головні та допоміжні двигуни	Опалення, венти-ляція, кондиціонування повітря, освітлення, інші споживачі електроенергії	Розподіл обов'язків та відповідальності
Метеорологічні умови навігації та морські течії	Фрахтування, виконання умов договору	Стан корпусу судна	Планування бункерування в портах заходів	Ефективність головних двигунів	Ізоляція та втрати енергії	Поінформованість та свідомість персоналу
Призначення швидкості ходу	Суднові операції в портах та на рейді	Стан гребного валу	Під час бункерування: розподіл бункеру між танками судна	Ефективність використання допоміжних двигунів	Інсинератор	Компетентність та підготовка
	Вантажні операції	Авторулеві та перо керма	Планування витрати бункера із танків	Ефективність використання котлів	Компресори	Взаємодія та обмін інформацією
		Підрулюючі пристрої			Рефрижераторні камери та контейнери	Управління процесом

Після того, як пройшов перший етап визначення заходів щодо підвищення енергоефективності, розробляється ряд заходів щодо їх впровадження у виробничу діяльність Компанії. Такі заходи можуть включати:

- призначення суднового та берегового персоналу, відповідального за впровадження та підтримання схвалених заходів щодо енергоефективності, розподіл відповідальності та повноважень такого персоналу;
- інформування персоналу про енергетичну політику та зусилля Компанії, спрямовані на розумну економію паливно-енергетичних ресурсів;
- забезпечення виконання персоналом своїх функціональних обов'язків щодо підвищення енергоефективності на судах Компанії;
- визначення необхідного рівня компетентності персоналу та необхідності в додатковому навчанні та тренуваннях;
- виконання затверджених заходів відповідно до встановлених для них методів реалізації та критеріїв належного виконання;
- забезпечення доступу до інформації про найкращі практики та технології, що застосовуються в судноплаванні, спрямовані на енергозбереження.

Етап моніторингу енергоефективності судна включає [4]:

- збір оперативної інформації, що відноситься до енергоефективності судна;
- кількісний вимір ключових характеристик, що визначають енергетичну ефективність з використанням схвалених інструментів моніторингу;
- періодичну перевірку, аналіз та оцінку поточного стану енергоефективності судна з урахуванням поставлених цілей;

- коригування поточного стану енергоефективності, зокрема усунення виявлених невідповідностей.

Безперервний та послідовний збір оперативної інформації з енергоефективності судна є основою моніторингу, поряд із застосуванням інструментів вимірювання енергоефективності. Оперативна інформація, що стосується енергоефективності судна, включає, але не обмежується цим[3] :

- добові донесення, щомісячні та рейсові звіти;
- записи в судових журналах;
- звіти технічної служби судна щодо роботи судових механізмів та систем;
- значення експлуатаційного коефіцієнта енергоефективності, інформацію щодо пройденої відстані, кількості та типу витраченого палива, перевезеного вантажу, кількості викидів;
- результати судових нарад та перегляду судової системи управління безпекою;
- результати внутрішніх аудитів та технічних інспекцій судна;
- рейсові завдання, карти погоди;
- пропозиції персоналу, спрямовані на підвищення енергоефективності судна.

Види моніторингу енергоефективності судна представлені на рис.2.

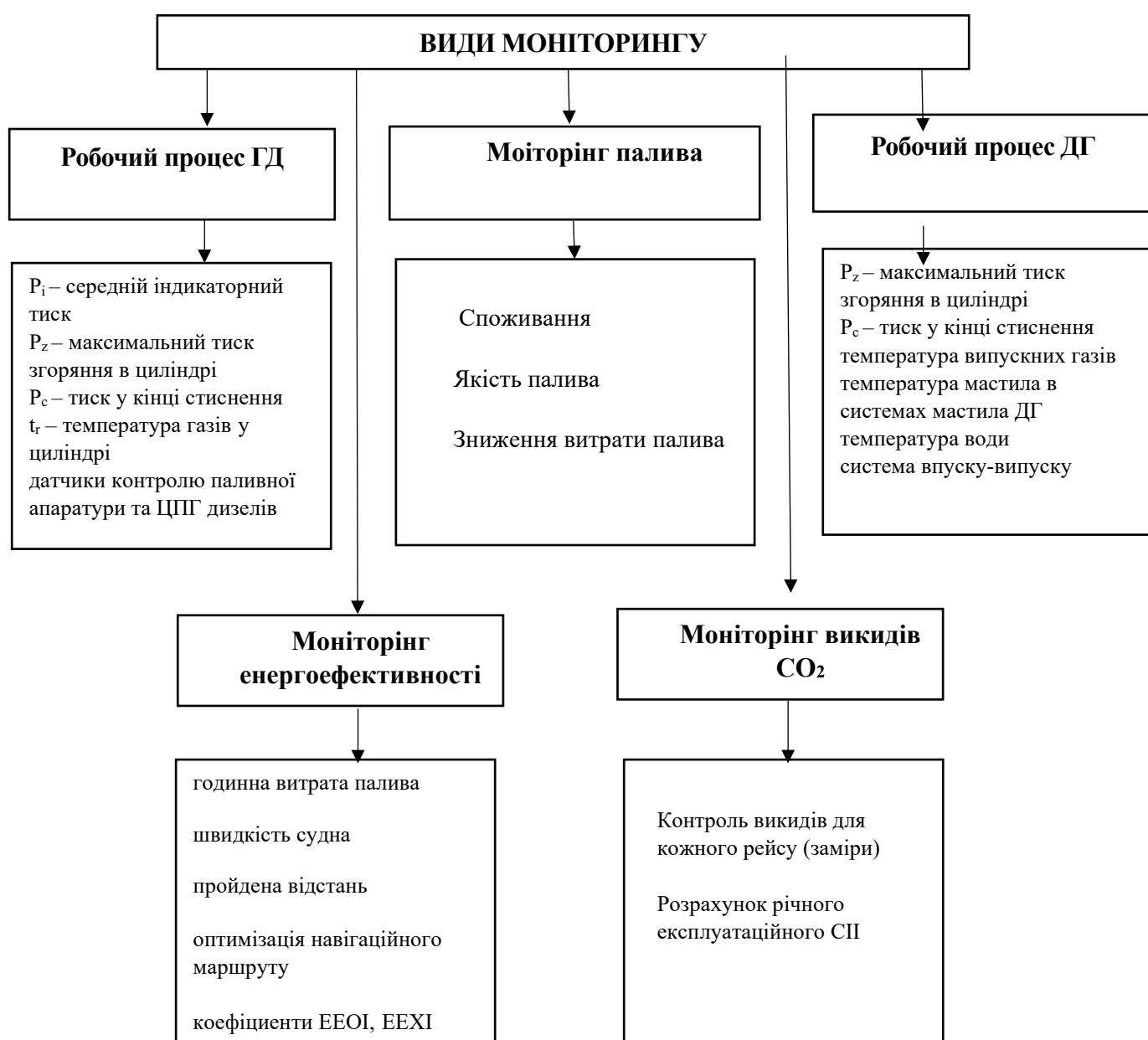


Рисунок 2 – Види моніторингу енергоефективності судна.

Енергоефективність судна має контролюватись кількісно, з використанням встановлених інструментів моніторингу. Компанія використовує як інструмент моніторингу Експлуатаційний коефіцієнт енергоефективності - ЕКЕЕ (Energy Efficiency Operational Indicator -ЕЕОІ), який є міжнародно визнаним інструментом визначення кількісного коефіцієнта енергоефективності судна в процесі експлуатації. [2]

Методика розрахунку ЕКЕЕ заснована на рекомендаціях, наведених у Керівництві ІМО МЕРС.1/Circ.684.

Для визначення ЕКЕЕ необхідно :

- визначити період, на який розраховується ЕКЕЕ;
- визначити джерела для збирання даних;
- зібрати дані;
- конвертувати дані у необхідний формат;
- розрахувати ЕКЕЕ;

Для одного рейсу розрахунок коефіцієнту ЕКЕЕ визначається :

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times CF_j}{m_{cargo} \times P} \tag{1}$$

Де середній показник для всіх рейсів розраховується як;

$$Average\ EEOI = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{ij})}{\sum_i (m_{cargo,i} \times D_i)} \tag{2}$$

де, j- тип палива,

i – кількість рейсів,

FC_{ij} - маса спожитого палива j у рейсі i,

CF_j - маса палива (CO₂) перетворена для кожного типу палива j ,

m – вага перевезеного вантажу або виконаного рейсу (кількість TEU або пасажирів),

D – відстань у морських милях, що відповідає перевезаному вантажу або виконаному рейсу.

Дані щодо кожного виконаного рейсу, необхідних для розрахунку значень ЕКЕЕ, повинні регулярно заноситись старшим механіком у таблицю, встановленої форми. (табл. 2).

Таблиця 2. Стандартизований звіт даних для розрахунку.

Method used to measure fuel oil consumption	Fuel oil consumption(t)							Hours underway (h)	Distance Travelled (nm)	Power output (rated power) (kW)		Ise Class (if applicable)	EEDI (if applicable) (gCO ₂ /t.nm)	DWT	NT	GRT	Ship Type	IMO number	End date	Start date
	Ethanol	Methanol	LNG	Butane	HFO	LFO	Diesel / GO			Auxiliary Engine(s)	Main Propulsion Power									
method using bunker fuel oil tank monitoring																			31/12/2024	01/01/2024

На основі цих даних автоматично визначаються значення коефіцієнта для:

- кожного виконаного судном рейсу;

- число рейсів, виконаних судном за календарний місяць, квартал, рік.

Дані щодо баластових переходів, а також дані щодо переходів, не пов'язаних з перевезенням вантажу (наприклад, перехід судна до місця докування) повинні бути включені до таблиці розрахунку ЕКЕЕ.

При розрахунку ЕКЕЕ за певний проміжок часу (місяць, квартал, рік) враховуються лише рейси, які були завершені у цей проміжок часу.

Значення ЕКЕЕ за рейс(и) направляється у щомісячному судовому звіті Призначеній особі для порівняння зі значеннями коефіцієнта за попередні рейси, аналізу та, за необхідності, вироблення коригуючих заходів. Коригувальні заходи визначаються Призначеною особою разом із капітаном, технічним та оперативним менеджером. Середньорічне значення ЕКЕЕ використовується Технічним менеджером та Призначеною особою під час виконання щорічної оцінки та аналізу енергоефективності судна.

Оцінка та покращення є фінальним етапом процесу управління енергоефективністю. Результати цього етапу є вступними даними для початку наступного циклу управління енергоефективністю судна, а саме для першого етапу циклу – «Планування». Метою оцінки є визначення ступеня впровадження та ефективності схвалених енергетичних заходів. Оцінка дозволяє глибше зрозуміти які показники судових операцій впливають на ефективність, які заходи слід виконувати наступного року для підвищення енергоефективності судна [5].

Енергетична перевірка судна – це інспекція судна, в ході якої дається оцінка загального споживання енергії на судні та ефективності основних судових споживачів енергії. Перевірка включає інспекцію машинного відділення, судових механізмів і систем, визначення можливих джерел енергетичних втрат. У ході виконання енергетичної перевірки судна визначається ступінь впровадження та ефективності схвалених енергетичних заходів на судні, причини недостатнього впровадження та ефективності схвалених енергетичних заходів, рекомендації щодо оптимізації загального споживання енергії на борту. [6]

В результаті проведення моніторингу процесів енергоефективності судноплавна компанія має на меті забезпечити постійну придатність, адекватність та результативність заходів щодо підвищення енергоефективності на судах. У ході виконання аналізу процесу управління енергоефективністю приймаються рішення про зміни в енергетичній політиці, цілях та інших елементах процесу енергетичного менеджменту, виділення та розподіл необхідних ресурсів та міри щодо подальшої ефективності моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. International Maritime Organization. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78), Annex VI. [Online]. – 2017. – 65p. – Mode of access: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Supplements.pdf> (date of access: 12.03.2025).
2. International Maritime Organization. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI) . Resolution MEPC.1/Circ.684 [Online]. – 2009. –12 p. –Mode of access: <https://gm.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf>. (date of access: 18.03.2025).
3. Регістр судноплавства України. Правила запобігання забрудненню з суден.-К: 2020. – 237 с. – Режим доступу: <https://www.shipregister.ua/wp-content/uploads/2022/09/Marpol.pdf> (дата звернення: 21.03.2025).
4. Суворов П. С., Тарасенко Т. В., Залож В. І. Деякі питання оцінки енергоефективності суден в умовах енергетичного переходу у внутрішньому судноплаванні [Електронний ресурс] / В. І. Залож, Т. В. Тарасенко, П. С. Суворов // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2023. – № 2. – С. 37-45. – Режим доступу: <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2023.2.05> (дата звернення: 22.03.2025).
5. Суворов П. С., Тарасенко Т. В., Залож В. І. Аналіз трансформації оцінки енергоефективності суден в умовах енергетичного переходу у внутрішньому водному транспорті [Електронний ресурс] / В. І.

Залож, Т. В. Тарасенко, П. С. Суворов // Водний транспорт. – 2023. – № 1(37). – С. 161–170. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.18> (дата звернення: 20.03.2025).

6. Mazur T. Energy efficiency management process on vessels/T.Mazur// Znanstvena misel journal.-Slovenia,2023. – №79. – С.79-84. – Mode of access: <https://www.znanstvena-journal.com/wp-content/uploads/2023/06/Znanstvena-misel-journal-2023.pdf> (date of access: 24.03.2025).

REFERENCES

1. International Maritime Organization, (2017). International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78), Annex VI. [Online]. 65p. [Viewed 12 March 2025]. Available from: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Supplements.pdf>
2. International Maritime Organization, (2009). Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI) . Resolution MEPC.1/Circ.684 [Online]. 12 p. [Viewed 18 March 2025]. Available from: <https://gmn.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf>
3. Rehistr sudnoplavstva Ukrainy. Pravyla zapobihannia zabrudnenniu z suden [Online] [Viewed 21 March 2025]. 2020. 237p. <https://www.shipregister.ua/wp-content/uploads/2022/09/Marpol.pdf>
4. Suvorov P. S., Tarasenko T. V., Zalozh V. I. Deiaki pytannia otsinky enerhoefektyvnosti suden v umovakh enerhetychnoho perekhodu u vnutrishnomu sudnoplavstvi [Online]. Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia [Viewed 20 March 2025]. 2023. Vol. № 2(2023). P. 37-45. DOI: <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2023.2.05>
5. Suvorov P. S., Tarasenko T. V., Zalozh V. I. Analiz transformatsii otsinky enerhoefektyvnosti suden v umovakh enerhetychnoho perekhodu u vnutrishnomu vodnomu transporti. [Online]. Vodnyi transport. Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnogo universytetu infrastruktury ta tekhnolohii. [Viewed 20 March 2025]. 2023. Vol 1(37). P. 161-170. DOI: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.18>
6. Mazur T. (2023). Energy efficiency management process on vessels. Znanstvena Misel Journal, 79, 79–84. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8070666>

BASIC MONITORING METHODS FOR ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT ON SHIPS ACCORDING TO ANNEX VI OF MARPOL 73/78

Energy efficiency management is the development, implementation in ship practice and continuous improvement of a mechanism that contributes to increasing the energy efficiency of ship operations. The provisions of IMO regulatory documents consider the possibility of rational use of ship energy resources, reducing fuel consumption during ship operations. This, in turn, makes it possible to reduce greenhouse gas emissions into the atmosphere, including CO₂ emissions, and will also reduce the Company's overall costs for energy resources, increasing its competitiveness. The best ways to optimize and maintain the energy efficiency of a ship are planned and implemented using a Ship Energy Efficiency Management Plan. This plan describes the measures that need to be implemented on board and within the shipping company to ensure the smooth operation and maximum efficiency of the ship. A critical analysis of whether these measures are useful, the return on investment they offer, and the changes needed in the process to improve it can be carried out using the Energy Efficiency Index (EEOI). The role of the ship's crew cannot be ruled out either for implementing effective measures in accordance with the Ship Energy Efficiency Management Plan. They will help provide the necessary performance reports and feedback to the shore office, playing an important role in collecting valuable information that will help in further improving the plan.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency monitoring, Energy Efficiency Operational Indicator, ship energy audit.

Стаття прийнята 20.03.2025