

**INTERRELATION OF MARITIME SECURITY
AND ECONOMIC, ENVIRONMENTAL, FOOD,
INFORMATION, AND ENERGY SECURITY
OF THE BALTIC-BLACK SEA STATES**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-392-7-22>

**THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY CARRIERS
FOR MARITIME TRANSPORT AS A COMPONENT
OF THE ENERGY SECURITY OF THE COUNTRIES
OF THE BALTIC-BLACK SEA REGION**

**ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ЕНЕРГОНОСІВ
ДЛЯ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ
ЯК СКЛАДОВА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇН
БАЛТО-ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ**

**Loboichenko Valentyna
Mykhaylivna**

*Doctor of Science, Professor,
Professor at the Department of Civil
Security
Lutsk National Technical University
Lutsk, Ukraine,
Universidad de Sevilla, Spain*

**Лобойченко Валентина
Михайлівна**

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри цивільної безпеки
Луцький національний технічний
університет
м. Луцьк, Україна,
Universidad de Sevilla, Spain*

Shevchenko Roman Ivanovich

*Doctor of Sciences, Professor, Head of
the Department of Automatic Security
Systems and Information Technologies
National University of Civil Protection
of Ukraine
Kharkiv, Ukraine*

Шевченко Роман Іванович,

*доктор технічних наук, професор,
начальник кафедри автоматичних
систем безпеки та інформаційних
технологій
Національний університет
цивільного захисту України
м. Харків, Україна*

Strelets Viktor Markovich

*Doctor of Sciences, Professor, Senior
Lecturer at the Department of
Automatic Security Systems and
Information Technologies
National University of Civil Protection
of Ukraine
Kharkiv, Ukraine*

Стрілець Віктор Маркович

*доктор технічних наук, професор,
старший викладач кафедри
автоматичних систем безпеки та
інформаційних технологій
Національний університет
цивільного захисту України
м. Харків, Україна*

Агресивна поведінка росії по відношенню до країн-сусідів та військовий конфлікт, що став результатом її немотивованого вторгнення на територію України, призвели до серйозних зсувів в політико-економічних відносинах як країн Балто-Чорноморського регіону, так і багатьох інших держав. Крім очевидних негативних наслідків для нашої держави з додатковими соціальними, гуманітарними, економічними, а подекуди, і військово-політичними питанням, які стали наслідком україно-російської війни, зіткнулись країни Європи, Азії, Африки, Південної та Північної Америки. Для низки країн стали очевидними й недоліки в національній безпеці, пов'язані з недостатньою військовою підготовкою та забезпеченням енергетичної безпеки.

Багато країн вже тримають курс на відхід від викопних джерел енергії, що є складовою забезпечення цілей сталого розвитку, проголошених ООН в 2015 р. [1]. А військовий конфлікт вказав на негативні наслідки залежності не лише від одного чи декількох енергоносіїв, а й від країни-постачальника, поведінка якої може бути непередбачуваною. Розуміння необхідності диверсифікації джерел енергопостачання прискорило переорієнтацію на інші, в першу чергу, відновлювані, джерела енергії та способи їх взаємодії. Так, можна відмітити розвиток концепції мікрогрідів як багатоконпонентних систем, здатних виробляти (та акумулювати) енергію, отриману з декількох джерел відновлювальної енергії (сонце, вітер, вода, біомаса тощо) [2].

Ще одним напрямком, що активно розвивається, є використання безвуглецевих енергоносіїв – водню та аміаку [3]. Останній розглядається і як безпечний спосіб збереження водню як енергоносія, і як безпосереднє джерело для виробництва енергії. Перспективним є також використання аміаку у якості палива в судноплавстві [3, 4], хоча й відмічається його підвищена вартість порівняно з традиційними паливами. В той ж час наявність розвиненої інфраструктури в світі для постачання аміаку (є складовою для виробництва амонійних добрив) [4], його фізичні та хімічні характеристики та потенційний вклад в декарбонізацію енергетики, роблять його дуже привабливим у якості альтернативного джерела енергії. В [5] зазначається, що постійне підвищення вимог Міжнародної морської організації щодо скорочення викидів, а також вже затверджені за результатами дослідження European Maritime Safety Agency вимоги щодо контролю викидів діоксиду вуглецю морським транспортом з 2024 р. (Directive ETS) [4, 6], потребують застосування інших енергоносіїв. На судноплавну галузь на сьогодні припадає 2 % світових викидів CO₂, що підкреслює

необхідність її переходу на альтернативні джерела енергії [7]. Зокрема, аміак розглядається як ефективне джерело енергії та як паливо.

Слід зауважити, що застосування будь-якого інноваційного підходу завжди потребує обґрунтованих техніко-економічних рішень, і практичне впровадження аміаку як палива чи носія енергії не є виключенням. Зростає як кількість проєктів щодо застосування в судноплаванні аміаку [7], так і ведеться активна розробка та оптимізація технологій виробництва аміаку та його практичного використання як палива для морського транспорту [5]. Хоча прогнозується, що можливий перехід на аміачне паливо до 95% морського транспорту, низка питань на сьогодні є відкритими та знаходиться в розробці. Серед них – спосіб виробництва аміаку (зелений, коричньовий, голубий тощо), в залежності від вихідного матеріалу. Виробництво найбільш екологічно безпечного «зеленого» аміаку, що отримується з використанням відновлюваних джерел енергії, поки не є економічно обґрунтованим, хоча в подальшому передбачається зменшення вартості за рахунок оптимізації розташування цих джерел енергії (до 260–290 \$/т). Необхідним є вирішення логістичних питань щодо постачання аміаку новим галузям-споживачам та збільшення масштабів виробництва. Не зважаючи на більшу безпеку аміаку порівняно з водневим паливом, необхідно чітко законодавче регулювання умов його збереження, транспортування, використання як джерела енергії [3]. Якщо більш детально розглядати можливість його споживання як палива, то в цьому напрямку ведеться активний пошук щодо підвищення ефективності виробництва та використання аміаку. Досліджуються електрохімічні, біо-та фотокаталітичні можливості синтезу аміаку. В разі використання аміаку на судах очікується зростання витрат цього палива в двигунах внутрішнього згоряння в 1.45 разів порівняно з метаном (за рахунок різниці в густині), що потребує пошуку більш ефективних технологій його спалювання. Як одна з найбільш перспективних при цьому розглядається технологія з використанням твердоокисних паливних елементів, що передбачає процес розкладання аміаку на азот та воду при температурах 500–1000°C [5] та з потенційним КПД до 70 % [3]. В цьому напрямку йдуть активні дослідження щодо особливостей впливів матеріалу аноду, катоду, електроліту та їх взаємодії, пошуку ефективного каталізатора, вибору найбільш ефективної технології тощо.

Таким чином, можна відмітити існуючий потенціал та можливості щодо переходу морського транспорту на альтернативне паливо – аміак, та необхідність подальших досліджень щодо оптимізації існуючих технологій з його виробництва та використання. Додатково потребує вирішення питання реорганізації всієї морської галузі (переобладнання,

логістика, джерела зберігання та постачання аміаку тощо), пов'язане з переходом на інше джерело енергії. Очікується, що використання альтернативних палив, і, в першу чергу аміаку, дозволить забезпечити як національні інтереси держав Балто-Чорноморського регіону в частині енергетичної та екологічної безпеки, так і глобальні цілі сталого розвитку.

Література:

1. United Nations Development Programme. Sustainable development goals. The SDGS in action. <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>
2. Лобойченко В. М., Бондаренко А. Ю., Груздова В. О., Стрілець В. В., Колошко Ю. В. Забезпечення еколого-енергетичної безпеки в повоєнній Україні як складова морської безпеки країн Балто-Чорноморського регіону. II International scientific conference «Maritime security of the Baltic-Black sea region: challenges and threats»: conference proceedings, (December 23, 2022, Odessa, Ukraine). Riga, Latvia : «Baltija Publishing», С. 145–148.
3. Shi J, Zhu Y, Feng Y, Yang J, Xia C. A Prompt Decarbonization Pathway for Shipping: Green Hydrogen, Ammonia, and Methanol Production and Utilization in Marine Engines. *Atmosphere*. 2023; 14(3):584. <https://doi.org/10.3390/atmos14030584>
4. IRENA and AEA. Innovation Outlook: Renewable Ammonia, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Ammonia Energy Association, Brooklyn. (2022) <http://surl.li/ohljq>
5. Machaj K., Kupecki J., Malecha Z., et al. Ammonia as a potential marine fuel: A review. *Energy Strategy Reviews*. 2022; 44:100926. doi:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100926>
6. Laursen, R., Barcarolo, D., Patel, H., et al. A. Potential of Ammonia as Fuel in Shipping. European Maritime Safety Agency (2022), Update on potential of biofuels in shipping, EMSA, Lisbon.
7. E. Thomson. How ammonia will fuel the ships of Asia. Mitsubishi Heavy Industries (MHI) Group's Spectra. <http://surl.li/ohlkh>