

Казимиренко Ю. О.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Щедролосєв О. В.

Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Дрозд О. В.

Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ПЛАВУЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ВІД ПЛАСТИКОВОГО СМІТТЯ

Робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної проблеми створення нових суден екологічного флоту для прибирання пластикового сміття у прибережній зоні.

Мета роботи – за допомогою методів системного аналізу визначити проєктні і технологічні можливості підвищення техніко-експлуатаційних показників композитних плавучих засобів, призначених для очищення прибережної зони від пластикового сміття.

В роботі використано системний підхід. Графічну інтерпретацію отриманих результатів подано у вигляді причинно-наслідкової діаграми Ісікави. З цільову функцію прийнято збільшення завантаженості плавучої ємкості. Виявлена картина демонструє можливість підвищення ефективності експлуатації композитних плавучих засобів шляхом зниження їх масогабаритних показників за рахунок використання нових матеріалів плавучості. Задля удосконалення організації вантажних операцій пропонується контролювати властивості та деструкційні процеси у пластику протягом його транспортування. Моделювання процесів функціонування композитних плавучих засобів з урахуванням кліматичних умов і розв'язання задач картографії сприятиме скороченню сталійного часу. Цього можна досягти за рахунок улаштування берегової інфраструктури пунктами переробки пластикового сміття. Конкурентоспроможність стартапу оцінено методом Swot-аналізу. Результати розкрили можливості реалізації проєкту за умовами проведення розвідувальних та профілактичних операцій щодо очищення дна від небезпечних предметів і адаптації композитних плавучих засобів під судна-сміттєзбиральники.

Результати роботи можуть бути використані у технологіях суднобудування, судноремонту, припортової інфраструктурі і спрямовані на очищення прибережної зони від пластикового сміття. Перспективи подальших досліджень пов'язано з комп'ютерним моделюванням всіх етапів життєвого циклу та удосконалення конструкцій композитних плавучих споруд.

Ключові слова: проєктно-експлуатаційні фактори, плавучі ємкості, підвищення завантаженості, екологічний флот, берегова інфраструктура, startup, системний аналіз.

Постановка проблеми. Забруднення Світового океану сміттям є справжньою екологічною загрозою для довкілля. Діяльність портів, розвиток гідротехнічного будівництва, господарсько-побутові і промислові скиди – це все призводить до накопичення у морському і річковому середовищі, прибережній зоні токсичних речовин: нафтових вуглеводнів, фенолів, синтетичних поверхнево-активних та біогенних речовин.

Поширене використання різновидів пластмас у побуті з несвоєчасним їх сортуванням призвело

до неконтрольованого процесу поводження з відходами без урахування хімічного складу, токсичності, здатності до деградації полімерів, більшість з яких складають поліетілен, поліпропілен, полівінілхлориди, поліметилкрілати, фоторопласти тощо [1, с. 4-15], [2, с. 20-25]. Розвиток сучасних технологій створення композиційних матеріалів спрямований на надання їм нових або вузькоспеціальних властивостей, що реалізується шляхом оптимізації їх складу з наповненням порошковими компонентами.

Через високу атмосферну та хімічну стійкість більшість полімерів під час зберігання у природних умовах зазнають деструкційних процесів з перетворенням на мікро– та наночастинки, які виявляються у організмах морських тварин, водоростей, що негативно впливатиме на гідрохімію та гідробіологію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній практиці судноплавства для обробки судових відходів та очищення водного простору від сміття застосовується екологічний флот, до складу якого входять судна-сміттєзбиральники [3, с. 125-136]. Підвищення їх техніко-експлуатаційних показників можливо через додаткове облаштування позасудновими плавучими засобами для збирання розливів нафти, стічних вод, паливних емульсій, твердих предметів (пляшок, металу, скла), мулу тощо. Це плавучі причали, понтони, бар'єри, ємності, виготовлені з легковажних матеріалів плавучості [4, pp. 174-180]. Їх створення є важливою науково-технічною проблемою, для вирішення якої розв'язуються міждисциплінарні задачі з використанням сучасних методів системного аналізу [5, с. 48-54].

Проектуванню композитних плавучих споруд присвячено роботи, у яких розглядаються вибір матеріалів [4, pp. 174-180], удосконалення конструкцій [6, с. 46-49], [7, с. 48-59], технології збирання і експлуатації композитних плавучих модулів [8, с. 18-26]. Проте у них недостатньо визначений аналітичний зв'язок між проєктними

та експлуатаційними факторами, які визначатимуть перспективність створення нових стартапів у малотонажному суднобудуванні.

Мета роботи – за допомогою методів системного аналізу визначити проєктні і технологічні можливості підвищення техніко-експлуатаційних показників композитних плавучих засобів, призначених для очищення прибережної зони від пластикового сміття.

Виклад основного матеріалу дослідження. Методологію дослідження наведено у табл. 1.

В основу вибору конструкції композитних плавучих засобів для транспортування пластикового сміття у пункти їх утилізації або переробки покладено принципи їх цільового призначення. На даному етапі визначається чи може плавуча ємність (понтон, контейнер тощо) бути використаним тільки для пластикового сміття або її можна буде застосовувати ще для інших цілей. Досліджується, яким чином здійснюється поводження зі сміттям: це можуть бути переробка пластику на плаву або його збирання та короткочасне зберігання, транспортування у місця утилізації або переробки. Крім того враховується географічна прив'язка акваторії або прибережної зони з певними кліматичними умовами і розраховуються відстань від портів та кількість стоянок.

Результати проєктно-аналітичного дослідження наведено у вигляді діаграми Ісікави (рис. 1), яка графічно пов'язує фактори експлуатації композитних плавучих засобів з факторами, які далі враховуються при їх проєктуванні.

Таблиця 1

Методологія дослідження

Показники і етапи дослідження	Постановка і характеристика етапів дослідження
Предметна область	Інженерія композитних плавучих засобів для очищення прибережної зони від пластикового сміття
Мета дослідження	Встановлення взаємозв'язку між проєктними і експлуатаційними факторами
Об'єкт дослідження	Процеси підвищення надійності та ефективності експлуатації композитних плавучих засобів
Предмет дослідження	Аналіз взаємозв'язків проєктних, технологічних та експлуатаційних факторів
Метод візуалізації результатів	Графічна інтерпретація аналізу з побудовою причинно-наслідкової діаграми Ісікави
Цільова функція	Підвищення завантаженості композитних плавучих засобів пластиком
Складові частини дослідження	Розробка технічних заходів; організаційні питання з вантажних операцій; умови експлуатації композитного плавучого засобу та вимоги до конструкції
SWOT-аналіз	Узагальнення результатів досліджень і визначення головних напрямів стратегічного управління процесами очищення прибережної зони від пластикового сміття
Перспективи	Поповнення екологічного флоту композитними плавучими засобами для транспортування пластикового сміття у пункти утилізації та переробки

Джерело: складено авторами

Виявлена картина демонструє можливість підвищення ефективності експлуатації композитних плавучих засобів шляхом зниження їх масогабаритних показників за рахунок використання нових матеріалів плавучості. Задля удосконалення організації вантажних операцій пропонується контролювати властивості та деструкційні процеси у пластику протягом його транспортування. Моделювання процесів функціонування композитних плавучих засобів з урахуванням кліматичних умов і розв'язання задач картографії сприятиме скороченню сталійного часу. Цього можна

досягти за рахунок улаштування берегової інфраструктури пунктами переробки пластикового сміття. Досвід і технологічні рекомендації переробних технологій скляних і пластикових відходів висвітлено в роботах [9, с. 176-182], [10, с. 13-20].

Результат аналізу ситуації наведено у табл. 2.

Конкурентоспроможність зроблених технічних рішень оцінено за допомогою матричного методу стратегічного аналізу – SWOT-аналізу [11], який надає оцінку сильним та слабким сторонам проєкту створення і модернізації композитних плавучих засобів, призначених для транспор-

Таблиця 2

Проблемні питання з експлуатації композитних плавучих засобів для пластикового сміття

Проблемні питання	Шляхи вирішення
Деградаційні процеси пластиків під час зберігання у воді та вплив географічно-екологічних чинників	Надійне ізолювання пластику та використання хімічно інертних матеріалів для виготовлення конструкцій
Втрата плавучості у аварійних умовах	Застосування шаруватої конструкції плавучої ємкості, де шари виготовлені з різних матеріалів і кожний із шарів матиме певне призначення
Розв'язання задач картографії та урахування кліматичних умов	Розробка відповідної інформаційної підтримки

Джерело: складено авторами

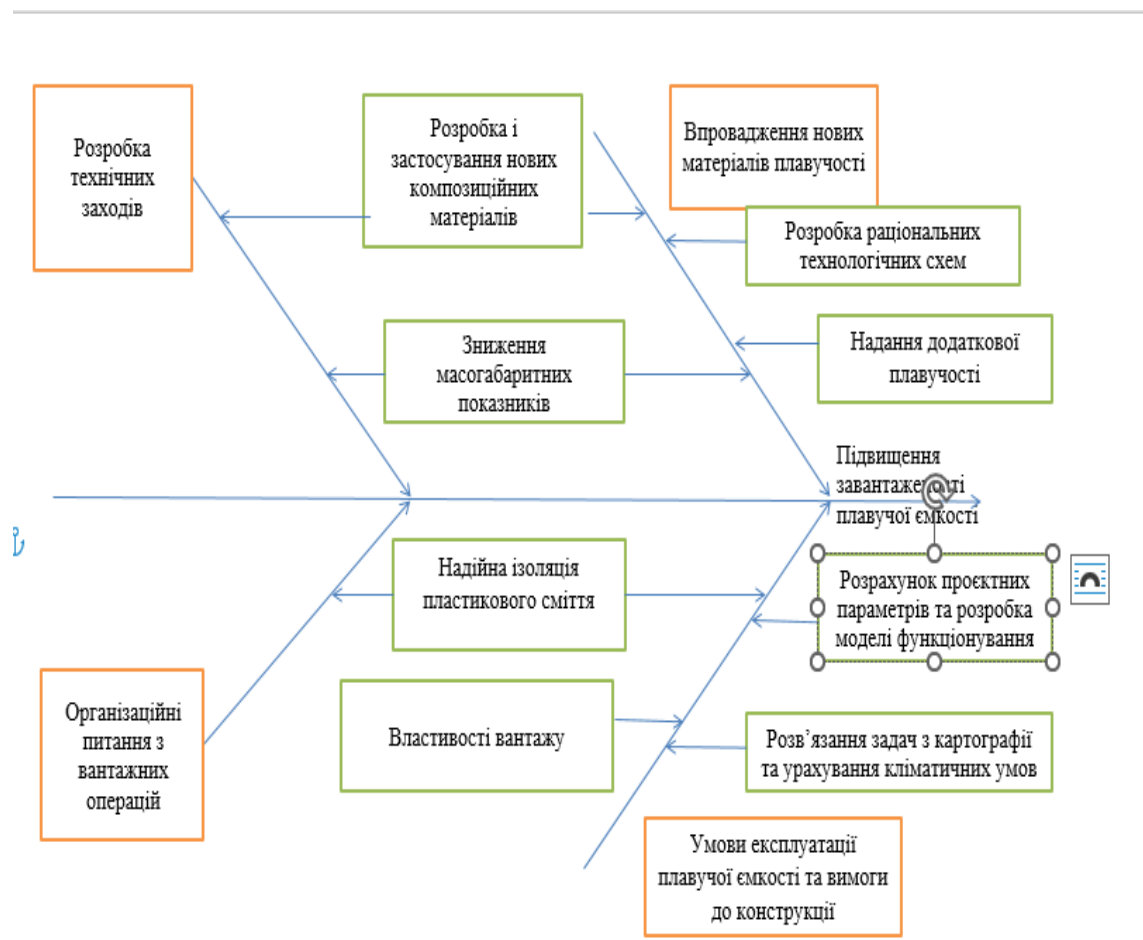


Рис. 1. Діаграма Ісікави [складено авторами]

**SWOT-аналіз startup створення композитних плавучих засобів для транспортування
пластикового сміття**

Strengths (сильні сторони)	Weakness
1. Покращення екологічного стану прибережної зони 2. Підвищення мобільності композитних плавучих засобів 3. Підвищення технологічності виготовлення конструкцій за участю нових композиційних матеріалів 4. Наявність потужної інженерної бази та кадрового забезпечення	1. Труднощі у постановці натурних експериментів 2. Створення нової матеріально-технічної бази 3. Забезпеченість технічними засобами для збирання та сортування сміття у водному просторі 4. Придбання нового обладнання та нових програмних продуктів
Opportunities (можливості)	Threats (загрози)
1. Розвиток малотонажного суднобудування 2. Розвиток судноремонту та реновацій 3. Впровадження нових методик проектування та технологічних ліній 4. Розвиток інфраструктури та технологій поводження та переробки пластикових відходів	1. Окупність проекту 2. Наявність пунктів утилізації пластикового сміття 3. Адаптація композитних плавучих засобів під судна-сміттєзбиральники 4. Проведення розвідувальних та профілактичних операцій щодо очищення дна від небезпечних предметів

Джерело: складено авторами

тування пластикового сміття у прибережній зоні, дозволить виявити загрози та розкрити подальші можливості для розробки і впровадження startup (табл. 3).

Результати роботи можуть бути використані у технологіях суднобудування, судноремонту, а також для розширення берегової інфраструктури з пунктами переробки пластикового сміття.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Робота присвячена вирішенню важливої **науково-технічної проблеми** створення нових суден екологічного флоту для прибирання пластикового сміття у прибережній зоні.

За інформаційний критерій підвищення техніко-експлуатаційних показників композитних

плавучих засобів прийнято збільшення їх завантаженості пластиком. Ситуацію проаналізовано за допомогою діаграмою Ісікави.

Конкурентоспроможність стартапу оцінено методом Swot-аналізу: результати розкрили можливості реалізації проекту за умовами проведення розвідувальних та профілактичних операцій щодо очищення дна від небезпечних предметів і адаптації композитних плавучих засобів під судна-сміттєзбиральники.

Перспективи подальших досліджень пов'язано з комп'ютерним моделюванням всіх етапів життєвого циклу композитних плавучих споруд для очищення прибережної зони від пластикового сміття.

Список літератури:

1. Величко С., Дупляк О. Методи боротьби з пластиковими відходами в водних об'єктах, огляд світового досвіду. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки*. 2022. Вип. 40. С. 4-15.
2. Бакова А., Кушнір В. Вплив пластику та мікропластику на життя та здоров'я морських тварин, птахів та риб. Запобігання потрапляння нового пластику в моря та океани. *AGRARIAN BULLETIN BLACK SEA LITTORAL*. 2022, ISS. 105. Рр. 20-25.
3. Семенов О.С. Екологічне судноплавство як чинник підвищення конкурентоспроможності національного ринку морських перевезень. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2024. № 3(88). С. 125-136.
4. Kazymyrenko Yu., Solomoniuk N., Drozd O. Glass microspheres thermo-deformation sintering processes in the technologies of obtaining materials for underwater technical equipment. *POLISH MARITIME RESEARCH*. 2023. № 3 (119) Vol. 30; pp. 174-180.
5. Варенко В.М. Системні підходи в аналітиці: практика і проблеми вибору. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*. 2022. С. 48-52.
6. Казимиренко Ю. О., Савочкіна В. В. Проектно-технологічні предумови удосконалення конструкції плавучої ємкості для збирання пластикового сміття. *Сучасні технології проектування, побудови та ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд*: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю (м. Миколаїв, 26-27 травня 2021 р.) / відповідальний за випуск : Некрасов Валерій Олександрович [та ін.]. Миколаїв : НУК. 2021. С. 46-49.
7. Казимиренко Ю. О., Савочкіна В. В. Проектування ізоляційних конструкцій суден для транспортування вантажів зі спеціальними температурними умовами. *Shipbuilding and marine infrastructure*. 2023. № 1(17). С. 48-59.

8. Щедролюсєв О. В., Терлич С. В., Щедролюсєв М. О. Сучасний стан і перспективи побудови та експлуатації модульних хаусботів. *Shipbuilding and marine infrastructure*. 2019. № 2 (12). С. 18-26.

9. Дрозд, О. В. Експертиза відходів руйнації на основі ознак структурної деградації матеріалів та перспективи рециклінгу. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Том 34 (73). № 4. С. 176-182.

10. Казимиренко Ю.О., Дрозд О. В. Системно-аналітичний підхід до підвищення ефективності рециклінгу виробничих скляних відходів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2022. 29. С. 13-20.

11. Копчак Ю. С., Лобунець Т. В., Луковський Р. І. Swot-аналіз як важливий інструмент у розробці стратегії бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 61. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3868>

Kazymyrenko Yu. O., Shchedrolosiev O. V., Drozd O. V. A SYSTEMATIC APPROACH TO THE CREATION OF COMPOSITE FLOATING MEANS FOR COASTAL ZONE CLEANING FROM PLASTIC DEBRIS

*The work is devoted to solving an important **scientific and technical problem** of creating new vessels of the ecological fleet for cleaning plastic waste in the coastal zone.*

***The purpose of the work** is to use the methods of system analysis to determine the design and technological capabilities of improving the technical and operational performance of composite floating facilities designed to clean the coastal zone from plastic debris.*

A systematic approach is used in the work. A graphical interpretation of the results obtained is presented in the form of an Ishikawa cause-and-effect diagram. The target function is an increase in the load of the floating vessel. The revealed picture demonstrates the possibility of increasing the efficiency of operation of composite floating facilities by reducing their weight-and-size indicators due to the use of new buoyancy materials. Properties and destructive processes in plastic during its transportation. Modeling the processes of functioning of composite floating facilities taking into account climatic conditions and solving cartography problems will contribute to the reduction of lay time. This can be achieved by arranging coastal infrastructure with plastic waste recycling points. The competitiveness of the startup was assessed by the Swot analysis method. The results revealed the possibilities of implementing the project under the conditions of conducting reconnaissance and preventive operations to clear the bottom of dangerous objects and adapt composite floating facilities for garbage collection vessels.

The results of the work can be used in shipbuilding technologies, ship repair, port infrastructure and are aimed at cleaning the coastal zone from plastic debris. Prospects for further research are associated with computer modeling of all stages of the life cycle and improvement of composite floating structures.

Key words: design and operational factors, floating capacities, increased workload, ecological fleet, coastal infrastructure, startup, system analysis.