

УДК 338.45:629.5]:[005.942:62]](045)

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-13>**Парсяк В.Н.**

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4756-8977>

Жукова О.Ю.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8966-8354>

Левіт О.О.

магістр з економіки,
аспірант кафедри інтелектуальної цифрової економіки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6744-9293>

Parsyak Volodymyr, Zhukova Olena, Levit Oleksandr
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

МІСЦЕ ІНЖИНІРИНГУ В ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ

Мета цієї розвідки, полягає у висвітленні розуміння авторів природи інжинірингу, як особливого виду економічної діяльності. Акцент зроблено на výroбах суднобудування, з огляду на значення які вони набувають у світовій, а від так й національній економіці, інтегрованій у міжнародні ринки. Виявлено, що зростання попиту на послуги інжинірингу обумовлене стрімким піднесенням чисельності флоту, зокрема, комерційного. Одночасно відбувається підйом зацікавленості судовласників у продовженні термінів експлуатації суден через укладання контрактів з корабельними про ремонт, модернізацію та конверсію. Навіть утилізація цих складних інженерних споруд, на вимогу ІМО та за стандартами ЄС, має відбуватися без завдання шкоди персоналу підприємств та довкіллю. Розв'язання цієї задачі неможливе без інжинірингового супроводу. Запропоновано модель, яка ілюструє місце інжинірингу в циклі створення вартості промислових виробів.

Ключові слова: економіка, економіка 5.0, промисловість, суднобудування, інжиніринг, корабельний інжиніринг, життєвий цикл продукту, інтелектуальний капітал.

THE PLACE OF ENGINEERING IN THE LIFE CYCLE INDUSTRIAL PRODUCTS

In undertaking the exploration, the authors endeavored to disseminate to the readership a developed comprehension of the essence of engineering as a distinct form of economic endeavor and its positioning within the lifecycle of generating consumer value. Emphasis is placed on shipbuilding artifacts, considering their pivotal role in both the global and, by extension, national economies increasingly enmeshed within the international economic milieu. It is discerned that the upsurge in demand for Engineering services is attributable to the steep ascension in fleet size, notably within its most robust segment - the commercial sector. The doubling of the fleet size for transporting various types of cargo over the past twenty years has been confirmed by visualized statistics. This phenomenon is not merely a result of a surge in maritime freight transportation, which has increased by nearly three hundred percent over the analyzed period. Simultaneously, there is a growing interest among shipowners in extending the operational lifespan of vessels. In this context, they place hopes on vessel repair, modernization, and conversion. Furthermore, even the disposal of these complex engineering structures, in accordance with the requirements of the International Maritime Organization and the standards of the European Union and participating countries, should occur without causing harm to the personnel of specialized shipyards and the environment. It has been demonstrated that solving this problem is also impossible without engineering support. A model has been provided, defining the role of Engineering in the life cycle of industrial products (using shipbuilding as an example). It confirmed the working hypothesis regarding the parallel-sequential organization of relationships between Engineering and other stages of the life cycle of mechanical engineering products. Attention is focused on the fact that addressing the challenges that arise at each stage is facilitated by digital twins of physical objects. The "lives" of both are completely synchronized, as events occurring during the real-time operation of the offline object and their consequences are automatically reflected in the virtual "twin". This conclusion is of particular significance in the context of applying the concept and corresponding tools of Product Lifecycle Management in practice.

Keywords: economy, economy 5.0, industry, shipbuilding, engineering, ship engineering, product life cycle, intellectual capital.

JEL classification: F29, L23, D24, J20, J41

Постановка проблеми. Технологічні зміни, викликані спочатку третьою, а згодом четвертою та п'ятою промисловими революціями, призвели до радикальних змін у діяльності чисельних суб'єктів, причетних до

створення вартості. Особливо, коли йдеться про тих, які мають справу з продукуванням складних інженерних споруд, на кшталт літальних апаратів, широкого кола кіберфізичних систем, суден та військових

кораблів. Від того наскільки їх діяльність спланована, організована, контрольована, якою мірою вмотивований персонал організацій, залежить якість виробів, що виготовляються, задоволеність споживачів, їх налаштування на укладання нових контрактів, пропагування товаровиробника серед партнерів по бізнесу та в інтернет-спільнотах. І це має значення впродовж усього життєвого циклу продукту: дизайну, інжинірингу, виробництва, маркетингу, експлуатаційного сервісу клієнтів та згодом навіть рециркуляції об'єкта. Оскільки й воно має відбуватися з якнайменшими негативними наслідками для довкілля та бути безпечним для учасників процесу утилізації.

Не хотілось би виглядати упередженими, віддаючи перевагу перед іншими будь-якому з наведених етапів. Разом з тим, звертаємо увагу на тему нашого дослідження, яка обумовлює його межі та вимагає запрограмованої нею концентрації авторських зусиль. Тим паче, що саме інжиніринг, за великим рахунком, визначає споживчі якості товару, його технологічність з усіма наслідками для пристосованості конструкції до заощадливого витрачання економічних ресурсів, залучених до технічної та технологічної підготовки виробництва, виготовлення її власне, а також технічного обслуговування впродовж використання за призначенням. А це, своєю чергою, позначається на собівартості та ціні, роблячи їх поміркованими, а товари, за якими вони продаються – конкурентоспроможними.

Ба більше, нас цікавитиме виключно судновий інжиніринг. Для цього є декілька причин. По-перше, попри усі пертурбації, безвідносно до причин, які їх викликали (непослідовна державна політика у сфері економіки, війна, звичайно) судновий інжиніринг був та залишається візитівкою країни, підтвердженням потужності її інтелектуального потенціалу, оптимістичним закликком до інвесторів розглядати Україну, як майданчик для вкладання коштів з вигодою для себе. По друге, збереження та піднесення інжинірингу гарантує відродження суднобудівної галузі. Він є тим самим «золотим кільцем», вхопившись за яке ми спроможемо зробити у повноцінному майбутньому те, на що попередникам не вистачило сил, а може й бажання чи розуму за усі часи незалежності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій засвідчив, що їх авторів захоплюють головним чином способи та методи проектування інженерних систем, будівель, зокрема, суден – надзвичайно складних споруд, які використовуються за відповідним призначенням в акваторіях внутрішніх водойм країни та Світового океану. Зустрічаються непоодинокі роботи (до прикладу, Насурлаєвої К.Е. [1], Сідорова Д.Е. [2]), присвячені розтлумаченню сутності різновидів, історичних джерел виникнення інжинірингу, правових аспектів трактування цього терміну. Кореляцію між інжинірингом та інтелектуальною власністю висвітлює, зокрема, Михайлова Л.В. [3].

Навчитися розуміти, аналізувати та керувати грошовою стороною будь-якого проекту, бути професійно успішним завдячуючи компетенціям усвідомленню зміни вартості грошей у часі, економічних

чинників (інфляції, оцінки витрат, податкових міркувань) закликають Blank L. та Tarquin A. [4]. Їх колеги Mackenzit L.D та Cornwell D. А. наголошують на важливості передбачення екологічних наслідків ухвалення інжинірингових рішень [5].

Разом з тим, ми абсолютно переконані, що роль інтелектуального капіталу в цифровій економіці є недооціненою. Особливо в тих видах економічної діяльності, де використовують високотехнологічні інструменти для проектування складних виробів [6; 7]. До того ж важливим каталізатором розвитку інтелектуального капіталу компаній має стати синергетичне поєднання розумових здібностей людини та потенціалу штучного інтелекту. Окреслені та інші актуальні проблеми визначали наукове завдання цієї публікації.

Метою дослідження є визначення змісту суднобудівного інжинірингу та з'ясування його взаємозв'язку з ключовими етапами життєвого циклу продукції цієї важливої галузі сучасної індустрії.

Виклад основних результатів дослідження. Окрім тих причин, про які йшлося перед цим, є ще декілька, що обумовлюють нашу зацікавленість до відповідної проблематики. По-перше, йдеться про інтенсивний та невпинний розвиток морських перевезень: пасажирських та вантажних. Підтвердження знаходимо на діаграмі (рис. 1). Як бачимо, їхній обсяг з 1990 р. по 2021 р. збільшився більш ніж удвічі: з близько чотирьох мільярдів тонн до 11 млрд тонн. Цю дивовижну динаміку можна порівняти хіба що з ціною на золото. У короткотерміновій перспективі під впливом тих чи інших чинників¹ вона зазнає коливань, інколи суттєвих. Але, якщо проаналізувати стан справ за довготривалий період часу, що минув, стає очевидним: кількість грошей, яку люди готові віддати за благородний метал іде лише в гору та в гору. Тому його й розглядають як бездоганий об'єкт для вкладання інвестицій з метою збереження, примноження капіталу, що набуває форму скарбу.

Вочевидь, їхній обсяг з 1990р. по 2021 р. збільшився більш ніж удвічі: з близько чотирьох мільярдів тонн до 11 млрд тонн. Цю дивовижну динаміку можна порівняти хіба що з ціною на золото. У короткотерміновій перспективі під впливом тих чи інших чинників вона зазнає коливань, інколи суттєвих. Але, якщо проаналізувати стан справ за довготривалий період часу, що минув, стає очевидним: кількість грошей, яку люди готові віддати за благородний метал іде лише в гору та в гору. Тому його й розглядають як бездоганий об'єкт для вкладання інвестицій з метою збереження, примноження капіталу, що набуває форму скарбу.

Так, для когось це – золото або криптовалюта, для декого – нерухомість, а для інших – судна, чисельність та технічні параметри яких мають відповідати потребам відправників вантажів, їх перевізників та отримувачів. Щоб переконатися в цьому, розглянемо відомості, які вміщено у табл. 1. Звернемо увагу на те, що статистикою охоплено категорії малих, середніх, великих та надвеликих споруд з валовим тоннажем (GT) від 500 до 60 тис. тонн й більше. Щоб уявити собі, що означає «й більше», пояснимо: до 2009 р. в експлуата-

¹ Йдеться, між іншим, про попит з боку ювелірної промисловості, технології видобутку, відкриття нових покладів, застосування новітніх технологій видобутку (зокрема, з морської води, де воно перебуває у розчиненому вигляді, хоча й в надзвичайно малій концентрації) політику центральних банків тих чи інших країн, кон'юнктуру інвестиційних ринків.

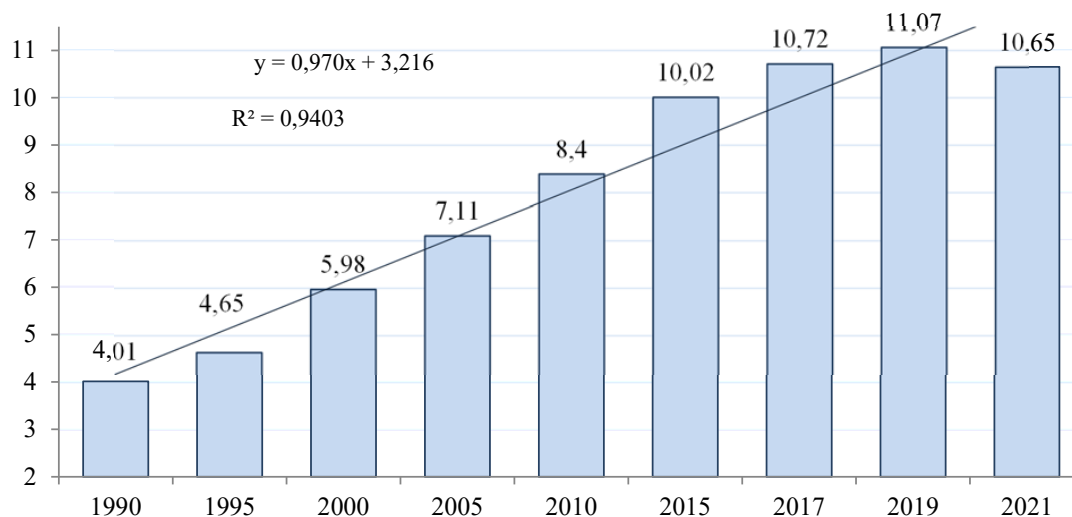


Рис. 1. Обсяги морських комерційних перевезень, млрд завантажених тонн

Джерело: побудовано за [8]

Таблиця 1

Світовий морський торговий флот

Роки	2005	2007	2010	2013	2016	2018	2020	2022
Кількість суден	61227	71929	77768	81584	89804	116857	119999	126947
Індекс зростання	100	117,5	127,0	133,1	146,7	190,1	196,0	207,3

Джерело: узагальнено за відомостями від системи Equasis [9], розраховано авторами

ції перебували найбільші за усі часи супертанкери для перевезення сирої нафти класу Batillus, побудовані у Франції, з GT 275268 тонн.

Неймовірно, але факти – річ невблаганна: за період спостереження кількість суден лише торговельного флоту подвоїлась, склавши у 2022 р. 126947 одиниць. А найбільшими їх власниками є грецькі (17,6%), китайські (11,6%) та японські (11,4%) державні й приватні компанії. Частка третього у рейтинговому списку – Сінгапуру – вдвічі менша (6,6%) [10]. Невгамовні та законтраговані бажання власників вільних капіталів задовольняють підприємства суднобудівної промисловості й перші серед них – інжинірингові бюро. Чому перші – спробуємо пояснити.

Якщо перегорнути сторінки підручників з проектування суден та інші дотичні публікації, можемо побачити, що їхні автори лінійно вбудовують інжиніринг в циклічний процес «дослідження – конструкторські розробки – дослідне виробництво – виготовлення товарної продукції». Вада такого підходу полягає в тому, що він перебуває поза межами концепції Product Lifecycle Management (PLM – керування життєвим циклом продукту). Вона виникла не на порожньому місці, а є наслідком, з одного боку, технологічних можливостей, подарованих «Індустріями 3.0-5.0», та, з іншого – кардинальною зміною у ставленні світової спільноти до проблем захисту довкілля та людиноцентричності.

Ще одна важлива обставина, особливо що стосується корабельного інжинірингу. Річ у тому, що сучасні судна, окрім набуття усе більших розмірів, перетворюються на надзвичайно складні, а від того – дорогі інженерні споруди. Майже на кожному з них встановлено силу-силенну датчиків, які збирають дані про роботу головного та допоміжних двигунів, споживання

палива, швидкість судна, температуру повітря й води, інші погодні умови та навіть про морські (океанічні) течії. З цієї причини судновласники прагнуть продовжити термін використання суден, замовляючи їхній ремонт, конверсію та модернізацію.

За інформацією від «Coherent Market Insights» [11], обсяг світового ринку переобладнання суден у 2023 р. оцінюватиметься в 14,34 млрд дол. США, а до 2030 р. він досягне 24,10 млрд дол., зростаючи за період щороку в середньому на 7,7%. Переобладнання охоплює, зокрема, переобладнання для цілей, відмінних від початкового призначення суден: комерційних для військового призначення, вантажних на пасажирські, танкерів на офшорні судна тощо. Головні чинники, що сприятимуть зростанню цього сегменту ринку – піднесення морських комерційних перевезень та потреба додержуватися дедалі жорсткіших екологічних стандартів.

Нинішнє зміщення політичної, а за нею – промислової парадигми до циклічної й низьковуглецевої економіки призвели до докорінної зміни поглядів на екологічне, регенеративне проектування, виробництво та перероблювання суден, які відпрацювали розумний термін експлуатації. Відповідно до нього, підготовка до утилізації корпусів й судового обладнання мають здійснюватися ще на етапах проектування та будівництва. Обсяг робіт, які виконують інжинірингові компанії чималі: розробка планів перероблення суден разом з демонтажем резервуарів та трубопроводів, підйому та розрізання корпусу, розрахунок диференту та стійкості, товщини та міцності сталі, таке інше. Спираючись на наведені міркування, запропонуємо власне бачення місця інжинірингу в життєвому циклі промислових виробів (рис. 2).



Рис. 2. Місце інжинірингу в життєвому циклі промислових виробів (на прикладі суднобудування)

Джерело: власна розробка авторів

Перше, що відбиває наведена модель, – паралельно-послідовна організація взаємин між інжинірингом та іншими етапами життєвого циклу продуктів машинобудування. На кожному з них використовуються специфічні технології, програмне та технічне забезпечення для комплексного, інтегрованого проектування, створення інноваційних розробок, які задовольняють вимоги клієнтів та уможливають досягнення цільових показників продуктивності своєчасно та в межах виділених асигнувань. В чинному контексті інтегрований підхід до проектування означає об'єднання всіх процесів в межах спільного середовища, позбавляючи команди співробітників технологічного «сепаратизму» та в такий спосіб сприяючи зростанню продуктивності бізнесів завдяки скороченню термінів в ланцюгах постачання та витрат впродовж життєвого циклу продукту.

По-друге, прив'язка до його етапів визначає структура та зміст стадій інжинірингу (на рисунку знайшла відображення послідовність процесу його будівельного різновиду). Розв'язувати задачі, які постають на кожній з них, допомагає цифровий двійник фізичного об'єкта. Життя обидвох абсолютно синхронізоване, оскільки події, в яких перебуває один, та їх наслідки автоматично відбиваються на віртуальну «побратимі». Від того виграють й суднобудівні, й експлуатаційні, й керуючі транспортні компанії. І от чому: цифрове проектування дозволяє оптимізувати судно на основі його робочого профілю та даних про, скажімо, стан погоди в зоні, запланованій до подальшої експлуатації. А от імітаційну модель для механізмів і систем використовують для встановлення цільових показників їх ефективного використання. Зокрема, для прогнозування часу окупності інвестицій у встановлення тих чи інших енергоощадних пристроїв.

Висновки.

1. Інжиніринг, як впливає з виконаного аналізу, являє собою сукупність технічних засобів, програмного забезпечення, методичних інструментів, а також спів-

робітників, які їх використовують, та економічних відносин між проектними бюро й замовниками цифрових інтелектуальних послуг щодо розробки електронної технічної документації, необхідної для виготовлення виробів або будівництва об'єктів, зокрема суден різноманітних типів та кораблів для військово-морського флоту. Корабельний інжиніринг перманентно збагачується новітніми технологіями. Це потребує адекватної реакції з боку персоналу організацій та менеджменту, який зобов'язаний піклуватися про моральне оновлення інтелектуального капіталу, який перебуває під його оперативним управлінням

2. Зростання замовлень на інжинірингові послуги обумовлено стрімким збільшенням попиту на сучасні судна, які відповідають жорстким нормам екологічної безпеки на усіх етапах життєвого циклу: від початкового проекту, будівництва та експлуатації, термін якої зростає через бажання судновласників підвищити економічну ефективність перевезення вантажів та пасажирів, до утилізації складних інженерних споруд. Остання перестала бути справою знедолених мешканців Індії, Пакистану, Бангладеш та інших країн. Підприємства відповідної спеціалізації з'являються і в європейських країнах. Кожний з цих етапів потребує супроводу з боку проектних організацій.

3. На кожному з етапів життєвого циклу суднобудівної продукції інжинірингові бюро використовують технології, найбільш прийнятні для розв'язання задач, що постають перед ними. Одна з найбільш продуктивних – створення цифрового двійника фізичного об'єкта. Це ще один разючий приклад можливостей, які відкриваються завдяки імплементації досягнень третьої-п'ятої промислових революцій. Відповідно, поглиблюються вимоги до компетенцій персоналу (інженерного, власне, та менеджменту) з адекватними наслідками для процедур рекрутингу й актуалізації інтелектуального капіталу компаній, протидії його моральному зношуванню, якими причинами воно не обумовлювалося.

Список використаних джерел:

1. Насурлаєва К.Е. Поняття інжинірингу. теоретичний та законодавчий аспекти. *Науковий вісник Ужгородського національного університету, Серія Право*. 2013. Вип. 23. Частина I. Том 1. С. 241–244.
2. Інноваційна практика інжинірингу. Укладач Сідоров Д.Е. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021, 82 с.
3. Михайлова Л.В. Інжиніринг, як складова функціонування інтелектуальної власності. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 6. С. 110–115.
4. Blank L., Tarquin A. *Engineering economy*. 7th ed. New York, The McGraw-Hill Companies, 2012. 620 p.
5. Mackenzit L.D., Cornwell D. A. *Introduction to environmental engineerin*. Fifth Edition. New York, The McGraw-Hill Companies, 2008. 1040 p.
6. Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. Визначення позицій інжинірингу в життєвому циклі суднобудівних інновацій. *Збірник наукових праць НУК*, № 6, 2015, с. 132–140.
7. Жукова О.Ю., Парсяк В.Н., Жуков Ю.Д. Інноваційний аутсорсинг в управлінні мультисервісним інжиніринговим підприємством. Херсон : Олді-плюс, 2017. 248 с.
8. *Transport volume of seaborne trade from 1990 to 2021 (in billion tons loaded)*. Statista. Transportation & Logistics, Water Transport. 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/264117/tonnage-of-worldwide-maritime-trade-since-1990/>
9. The world merchant fleet (2005-2022). Statistics from Equasis. European Maritime Safety Agency. 2024. URL: <https://emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=14&id=472>
10. Distribution of vessels in the global merchant fleet, by owning country. Statista. Transportation & Logistics, Water Transport. 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/1284460/share-of-merchant-ships-worldwide-owning-country/>
11. *Ship conversion market size and share analysis – growth trends and forecasts (2023-2030)*. Coherent Market Insights, 2022. URL: <https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/ship-conversion-market>

References:

1. Nasurlaieva K. E. (2013) Poniattia inzhynirynhu. teoretychnyi ta zakonodavchyi aspekty. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu, Seriiia Pravo*. Vypusk 23. Chastyna I. Tom 1, pp. 241–244.
2. Innovatsiina praktyka inzhynirynhu (2021) Ukladach Sidorov D. E. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 82 p.
3. Mykhailova L. V. (2018) Inzhynirynh, yak skladova funktsionuvannia intelektualnoi vlasnosti. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, no. 6, pp. 110–115.
4. Blank L., Tarquin A. (2012) *Engineering economy*. 7th ed., New York, The McGraw-Hill Companies, 620 p.
5. Mackenzit L. D., Cornwell D. A. (2008) *Introduction to environmental engineerin*. Fifth Edition. New York, The McGraw-Hill Companies, 1040 p.
6. Parsiak V. N., Zhukova O. Yu. (2015) Vyznachennia pozytsii inzhynirynhu v zhyttievomu tsykli sudnobudivnykh innovatsii. *Zbirnyk naukovykh prats NUK*, no. 6, pp. 132–140.
7. Zhukova O.Iu., Parsiak V. N., Zhukov Yu. D. (2017) Innovatsiinyi autsorsynh v upravlinni multiservisnym inzhynirynhovym pidpriemstvom. Kherson, Oldi-plus, 248 p.
8. *Transport volume of seaborne trade from 1990 to 2021 (in billion tons loaded)*. Statista. Transportation & Logistics, Water Transport. (2024). Available at: <https://www.statista.com/statistics/264117/tonnage-of-worldwide-maritime-trade-since-1990/>
9. The world merchant fleet (2005-2022). Statistics from Equasis. European Maritime Safety Agency. (2024). Available at: <https://emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=14&id=472>
10. Distribution of vessels in the global merchant fleet, by owning country. Statista. Transportation & Logistics, Water Transport. (2024). Available at: <https://www.statista.com/statistics/1284460/share-of-merchant-ships-worldwide-owning-country/>
11. *Ship conversion market size and share analysis – growth trends and forecasts (2023-2030)*. Coherent Market Insights. (2022). Available at: <https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/ship-conversion-market>