

УДК 130.2 : 37.01

Трансверсальність і мультираціональність інженерного мислення: опції війни й миру

TRANSVERSALITY AND MULTIRATIONALITY OF ENGINEERING THINKING: WAR AND PEACE OPTIONS

ВОДОВОЗОВ Ілля – аспірант кафедри філософії, Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, вул. Алчевських, 29, м. Харків, 61002, Україна

VODOVOZOV Illia – graduate student of the Department of Philosophy, H. S. Skovoroda Harkiv National Pedagogical University, 29, Alchevsky Str., Harkiv, 61002, Ukraine

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3331-5490>

DOI <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2024-1-2>

Анотація. У статті розглянуто феномен інженерного мислення в контексті зміни парадигми від наукової / дослідницької до технологічної / інженерної. Ці зміни окреслюють нову площину дослідження, де інженерне мислення та інженерна діяльність отримують нову конфігурацію, яку не можливо звести до лінійного розуміння. Питання репрезентації інженерного мислення вимагає залучення міждисциплінарної методології. Метою статті є аналіз, по-перше, інженерного мислення як полісутнісного феномену, по-друге, характеристика трансверсальності й мультираціональності як атрибутивних характеристик інженерного мислення; по-третьє, висвітлення соціального значення інженерного мислення в опціях війни та миру. Для визначення інженерного мислення застосовується поняття «дизайн-мислення», яке долає розуміння останнього як відтворювальне мислення. Застосування таких концептів як «трансверсальність» і «мультираціональність» дозволяє дослідити інженерне мислення як феномен, що гнучко реагує на виклики та набуває значення медіатора, завдання якого – створення проєктів для вирішення наявних суперечностей та криз. Звернення до системи «інтеріоризація – екстеріоризація» дозволяє репрезентувати виклики, які висуває спільнота до діяльності людини-інженера та артикулювати творчу діяльність останньої. Підкреслюється ризомний характер інженерного мислення, що долає його розуміння виключно в контексті когнітивної концептуалізації, тобто системи здібностей, навичок тощо. Наголошується на доцільності застосування афективного виміру як вияву незалежного мислення та свідчить про мультираціональність інженерного мислення. Зважаючи на це, інтелектуальні риси («інтелектуальна сміливість», «інтелектуальна емпатія», «справедливість» тощо) виступають як екзистенціали, що конструюють інженерне мислення. Мова йде про людину-інженера. Розглянуто роль інженерії у постконфліктних сценаріях, яка полягає в допомозі у відновленні та стабілізації суспільства, забезпеченню його безпеки в опціях миру. Зазначено, що інженерне мислення відіграє ключову роль в адаптації воєнних технологій.

Ключові слова: людина-інженер, інженерне мислення, інженерна діяльність, військові технології, постконфліктні сценарії.

Summary. The article examines the phenomenon of engineering thinking in the context of a paradigm shift from scientific research to technological engineering. These changes delineate a new plane of research, where engineering thinking and engineering activity receive a new configuration that cannot be reduced to a linear understanding. The issue of representation of engineering thinking requires the involvement of an interdisciplinary methodology. The purpose of the article is to analyze, firstly, to explore engineering thinking as a multi-essential phenomenon, secondly, to characterize transversality and multi-rationality as attributive characteristics of engineering thinking; thirdly, to highlight the social significance of engineering thinking in war and peace options. To define engineering thinking, the concept of «design thinking» is used, which overcomes the understanding of the latter as reproductive thinking. The application of such concepts as «transversality» and «multirationality» allows to investigate engineering thinking as a phenomenon that flexibly responds to challenges and acquires the importance of a mediator whose task is to create projects to resolve existing contradictions and crises. Turning to the «interiorization – exteriorization» system allows you to represent

the challenges that the community puts forward to the activity of the human engineer and to articulate the creative activity of the latter. The rhizome character of engineering thinking is emphasized, which overcomes its understanding only in the context of cognitive conceptualization, that is, in the system of abilities, skills, etc. Emphasis is placed on the expediency of using the affective dimension as a manifestation of independent thinking and testifies to the multi-rationality of engineering thinking. In this connection, intellectual traits («intellectual courage», «intellectual empathy», «justice», etc.) act as existentials that construct engineering thinking. We are talking about an engineer. The role of engineering in post-conflict scenarios is considered, which consists in helping to restore and stabilize society, ensuring its security in peace options. It is noted that engineering thinking plays a key role in the adaptation of military technologies.

Key words: *man-engineer, engineering thinking, engineering activity, military technologies, post-conflict scenarios.*

Вступ. Технологічна діяльність як вияв інженерного мислення репрезентує питання, пов'язані з концептуалізацією нагальних проблем сучасності, серед яких виняткове значення набуває проблема буття людини й людства в опціях війни та миру. Перетворення світу як дія / техніко-технологічна дія людини постає конструюванням об'єктивної реальності, де людина-інженер як *homo faber* виступає деміургом, втілюючи багатомірність людського мислення й мультираціональність інженерного мислення безпосередньо. Діяльність людини-творця / людини-інженера є залежною від об'єктивних умов, не здійснюється поза історичними межами, світоглядними настановами й науковими парадигмами, які утворюють площину, де відбувається реалізація інженерного мислення. Останнє не є заданим алгоритмом чи монологічною системою, а постає феноменом, здатним гнучко реагувати на виклики, які продукує соціальна система / суспільство.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний філософсько-гуманітарний дискурс артикулює суперечності, пов'язані із трансформацією як соціальної системи, так і життєвого світу людини. Останні зазначають значних змін, унаслідок становлення технологічної реальності. У сучасному філософському дискурсі проблема соціальних аспектів інженерного мислення обґрунтовується на підставі теорії систем (Г. Рополь) [11]. Технології як чинник змін є глибоко інтегрованими в соціальну систему, здійснюють значний тиск на всі структурні компоненти. Більше, технології розуміються як соціотехнічна система, яка втілює новий рівень єдності (Г. Бенс, Р. Хаус) [5]. У цьому разі наголошується на соціалізації, яка вже не може здійснюватися без залучення технологій, бо тепер не треба здобувати фундаментальні знання, достатньо вміти засвоювати артефакти, які вже створені або створюються (С. Карпентер) [6]. Порушується питання належної репрезентації таких феноменів, як інженерне мислення та інженерна діяльність. Останні не є позасистемними феноменами, вони зазнають постійного впливу соціальної системи й продукують відповідні зміни. Інженерне мислення й інженерна діяльність утворюють складний конструкт, що потребує особливої уваги. Відбувається зміна парадигми: від наукової (дослідницької) до технологічної (інженерної) [11, с. 59]. Трансформацію методології філософського обґрунтування технологій як відповідь на зміни діяльності людини підкреслює С. Карпентер [6]. Г. Рополь пропонує враховувати наявність інженерної науки / інженерного мислення як технології та інженерних практик / інженерної діяльності як технік [10]. Осмислення інженерного мислення не є можливим без застосування концептуалізацій, запропонованих філософією екзистенціалізму, соціальною антропологією, соціальною філософією й актуалізації питань, пов'язаних із таким напрямом як «філософія миру».

Заслуговує на увагу дослідження колективу авторів, яке має назву «Інженерне мислення: точка зору експертів» [12]. Дослідники розглядають інженерне мислення виключно як проектне. На підставі аналізу сучасної літератури зроблено висновок про наявність двох напрямів щодо феномену інженерного проектного мислення в сучасному науковому дискурсі. Перший напрям

фокусує увагу на аналізі здібностей і навичок (М. Л. Джейкобсон, Р. А. Саїданд, Х. Рехман, М. Б. Р. Валлім, Ж.-М. Фаринес та ін.); другий – на когнітивних процесах, проте акцентуючи увагу на формуванні ментальних мап, які утворюються в результаті поєднання свідомого – несвідомого – підсвідомого (Дж. Тернс, Р. С. Адамс, Дж. Мартин, М. Карделла, Дж. Ньюман, К. Дж. Атман, К. Л. Ньюпорт, Д. Г. Елмс). Для позначення цієї системи дослідники використовують поняття «дизайн-мислення» [12, с. 839]. Це мислення відповідає становленню фігури нової людини – людини інноваційної.

Мета статті. Технологічні інновації, розроблені за участю інженерного мислення, мають значний вплив на якість життя та можуть викликати моральні, правові та етичні суперечності. Це дозволяє стверджувати, що питання репрезентації інженерного мислення в сучасному філософському дискурсі виходить на новий рівень і вимагає залучення міждисциплінарної методології. Метою статті є розкриття змісту, по-перше, інженерного мислення як полісутнісного феномену, по-друге, характеристики трансверсальності й мультираціональності як атрибутивних характеристик інженерного мислення; по-третє, висвітлення соціальної значимості інженерного мислення в опціях війни та миру.

Виклад основного матеріалу. Концепт «розширення людини», запропонований М. Маклюєном [7] для позначення змін, які відбуваються з людиною у зв'язку із становленням технологічної реальності (медіареальності), наразі широко застосовується в сучасному філософському дискурсі для позначення радикальних трансформацій буття людини не лише в контексті медіапростору. Інженерне мислення людини-творця як здатність людини до «розширення» розгортається в певній соціальній системі/комунікативній спільноті. Застосування концепту «розширення» відповідно до аналізу феномена інженерного мислення в контексті перетворення й вдосконалення, трансформації соціальної реальності, дозволяє окреслити суперечності й парадокси цього мислення відносно таких маркерів, як мультираціональність і трансверсальність. Останні набувають полісутнісного значення. Так, Л. Попова наголошує, що поняття «трансверсальність» у сучасному дискурсі «набуло широкого поліфункціонального значення. Його змістова функція реалізується за допомогою витлумачення та усвідомлення нових ознак, характерних для сучасних сфер людської діяльності» [2, с. 54].

Інженерне мислення як репрезентація внутрішнього потенціалу людини та реалізація викликів соціальної системи завжди перебуває в стані напруги, трансформуючи технологічну політику й технологічну стратегію. Йдеться про розмежування інженерного мислення як наукового мислення та інженерного мислення як інженерного проектування [12, с. 849]. Це унеможливує розуміння вказаного феномена виключно як монологічного. Так, для наукового мислення обов'язковим є пошук та реалізація теоретичного обґрунтування глобальних рішень наявних проблем із застосуванням абстрактних понять та оперування ними. Для проєктного мислення характерним є пошук найбільш оптимального рішення наявних завдань, що відзначається евристичним потенціалом. «У цьому розумінні технологічні бачення є уявними конструкціями, що дозволяють ідеально «перетинати кордони», переходити кордони в царство ще неймовірного, небаченого й того, що вже сталося. Це покликане служити поліпшенню або полегшенню людського життя (також у формі «стримуючих засобів!»)» [5]. Перехід від наукового типу мислення до проєктного і зворотного, утворення множинності зв'язків підкреслює трансверсальний характер інженерного мислення. І якщо сформульована мета є єдиною для цих форм інженерного мислення, то проблема наявних ресурсів та можливості їх використання є однією з головних для проєктного мислення.

Зміни чи зрушення, які відбуваються в суспільстві, є наслідком виникнення нових складників, які спричиняють структурну диференціацію. Інженерне мислення виступає своєрідним медіатором, завдання якого полягає у створенні відповідних координат для

вирішення наявних суперечностей. Це дозволяє зробити висновок, що трансверсальність виступає специфічною відповіддю на виклики, які презентує сучасність.

Інженерне мислення – це прагнення до найкращого вирішення поставленого завдання, що вимагає особливої уваги до проблеми етики в контексті інженерної діяльності. Йдеться про вимогу технологічної просвіти, мета якої «супроводжувати присвоєння артефактів оволодінням відповідного розуміння», що, на думку С. Карпентера, визначає справжнє завдання філософії [6]. Про своєчасність цієї вимоги свідчить ініціатива *CDIO*TM як інноваційна освітня програма підготовки інженерів нового покоління, завдання якої полягає у формуванні інженерного мислення, яке повинно втілювати перехід від теорії до практики й від практики до теорії. У контексті цієї ініціативи головна увага приділяється тезі, що освітній процес підготовки фахівця не завершується отриманням ним диплому [13]. Зауважено, що недостатня увага до аргументації важливості впровадження процесу безперервної освіти призвело до зростаючого невдоволення промисловців якістю інженерної освіти, незважаючи на здобутки Промислової революції 4.0.

Інноваційність є атрибутивною характеристикою інженерного мислення, що заслуговує на особливу увагу. К. Шваб наголошує: «Інновація – це складний соціальний процес, який не слід сприймати як щось належне» [4, с. 27]. Так Т. Гура інженерне мислення розглядає як феномен, формування і реалізація якого відбувається за потреби вирішення інженерних задач та створення нових технологій. На думку дослідника, інженерне мислення має наступні компоненти: технічну, конструктивну, дослідницьку та економічну [1]. Інженерне мислення не лише пов'язане із втіленням проєктів чи аналізом роботи створених артефактів, аргументацією власних дій чи спрямованістю на вирішення поставлених завдань. Інженерне мислення це й оригінальність, яка не можлива без творчого складника. Інженерне мислення – це мислення, яке не є виключно відтворювальним чи жорстко ригористичним, бо й завдання, які висуває суспільство, не є повторювальними, стереотипними, вимагають застосування інновацій, а тому зведення інженерного мислення виключно до вирішення стереотипних, повторювальних завдань є помилковим. Інноваційність є проєкцією оригінальності, що долає сталий маркер «людина-функція», створює нові можливості й переваги. Це дозволяє застосувати бінарність «інтеріоризація – екстеріоризація»: якщо інтеріоризація полягає в тому, що людина-інженер «засвоює» ті вимоги, які йому висуває спільнота, то екстеріоризація – це вияв творчої діяльності останньої.

Заслуговує на увагу заклик: «Інтелект вимагає голосу» [8, с. 2]. Р. Нівонер наголошує, що аргументація інженерного мислення не може відбуватися виключно в контексті когнітивної концептуалізації, яка відповідає за здібності та навички. Йдеться про потребу застосування емоційного / афективного виміру. Когнітивна концептуалізація, яка включає оцінку даних, критичне ставлення до наданої інформації, уникання спрощення тощо, достатньо висвітлені в сучасному постнекласичному дискурсі. Водночас афективний вимір як вияв незалежного мислення й судження, винахідливості й інноваційності, можливості здійснення дискурсу для вирішення наявного завдання, розведення егоцентризму й соціоцентризму, на яких наголошує дослідник, на нашу думку, вимагають особливої уваги. Ці критерії афективного виміру демонструють ризомний характер інженерного мислення, яке включає творчість, майстерність й етику, підкреслюючи трансверсальний характер останнього. Інженерне мислення виступає містком між тим, що вже є і тим, що повинно бути втіленим; між тим, що вже задане і тим, що повинно бути створене / змінене / здійснене. Заслуговує на увагу те, що інтелектуальні риси розуміються як чесноти, як-от: «інтелектуальна смиренність», «інтелектуальна автономія», «інтелектуальна чесність», «інтелектуальна сміливість», «інтелектуальна наполегливість», «впевненість у розумі», «інтелектуальна емпатія», «справедливість» [8, с. 3]. Останні можуть

розумітися як екзистенціали, що вмотивовують, спрямовують, визначають, конструюють інженерне мислення, тобто визначають людину-інженера.

Інженерне мислення втілює антропологічне розширення, пов'язане з перетворенням соціальної реальності й надання нових можливостей, власне, людині. Відбувається зміна пріоритетів: відтепер головним постає не лише створення нових предметів, яке відповідає на запитання – що зробити? – головним завданням постає вдосконалення вже існуючого, що відповідає на запитання – як краще зробити? Інженерне мислення є проєкцією взаємозв'язку процесів інтеріоризації та екстеріоризації, які є невід'ємним складником існування людини. Так, С. Карпентер наголошує на трансіндивідуальній генералізації моделей, які містять ціннісні орієнтири, що дозволяє йому зацентувати увагу на процесах інституалізації технологічної діяльності [6]. Водночас вказаний перехід (інтеріоризація – екстеріоризація) свідчить про відсутність чітких меж, їхню розмитість і гнучкість, тим самим підкреслюючи значення концепту «трансверсальність» у сенсі переходу. Трансверсальність як зв'язаність, як поєднання, відмінностей, як перехід, що поєднує відмінності, неоднаковості, несхожості, тим самим утворюючи нову конфігурацію. Інженерне мислення як можливість виходу за встановлені межі, можливість поєднувати множинність як єдність. У середині ХХ століття було проголошено: «Світ – це мова». Тепер – «світ – це технології». «Світ, де ми зараз живемо, вимагає, щоб ми постійно перевчалися, щоб ми постійно переосмислювали наші рішення і щоб ми постійно переоцінювали те, як ми працюємо і живемо. Коротше кажучи, перед нами новий світ, де сила розуму – це власне директива регулярно займатися самоаналізом, все більше визначатиме якість нашої роботи, якість нашого життя і, можливо, навіть виживання» [9, с. 1–2].

Технологія як система містить взаємообумовлені елементи / складники, репрезентована наявними взаємозв'язками, зумовленими водночас і культурними чинниками. Останні «у формі (традиційних) цінностей чи норм людської поведінки, впливають на те, як ми поведимося з технічними системами. Це також стосується взаємодії людини та техніки, пов'язаної з безпекою» [5]. Серед ключових аспектів у питанні розробки технологій особливе місце займають суперечності й парадокси в контексті розвитку нових військових технологій.

Роль інженерного мислення у створенні надсучасних технологій є надважливою, що дозволяє говорити про наявність певних атрибутів, які визначають унікальність і своєрідність останнього. Насамперед, інженерне мислення є каталізатором інновацій, бо дозволяє втілювати наукові знання у практичні технології, тим самим впливаючи та змінюючи хід воєн. Це безпосередньо пов'язане із створенням відповідних проєктів і проєкцією вимог та потреб. Йдеться про постійне вдосконалення технологій, що займає особливе місце в ситуації воєнних протистоянь, з метою збільшення їх надійності, дієвості та безпеки використання. У цьому разі варто підкреслити значення процесу навчання та підготовки майбутніх інженерів. Потреба розвитку сучасних технологій стимулює освітню сферу готувати добре навчених інженерів, здатних працювати у складі технологічно розвинутого війська. Заслуговує на увагу думка К. Шваба: «Воєнні дії шляхом використання самокерованих систем, зокрема військових роботів та автоматизованої зброї, підсиленої штучним інтелектом, створюють перспективи «роботовійни». Система міжнародної безпеки опинилася в ситуації ризиків, які пов'язані з новітніми технологіями. Насамперед ідеться про розробку і застосування дронів, самокерованої зброї, натільних пристроїв, адитивного виробництва, нанотехнологій тощо» [4, с. 7]. Ідеться про розмикання наявних етичних меж (Н. Блок).

Військові технології мають потенційно значний вплив на глобальний порядок та стабільність, тому важливо поєднувати наукове й проєктне мислення як форми інженерного мислення не лише щодо використання можливих та наявних технологій, а й наслідків їх впровадження. Так, розвиток концепції «війни як останнього засобу» у філософії війни може

вплинути на інженерний дизайн у напрямку більш дефензивних та неагресивних технологій. Ця концепція визнає воєнний конфлікт як останній ресурс, який варто застосовувати лише у випадках нагальної потреби та в разі неможливості вирішення конфлікту іншими, мирними засобами. У цьому контексті розробка технологій для військових цілей може здійснюватися за умови збільшення уваги до оборонного характеру та обмеження можливостей агресивного використання цих технологій. Так, інженери можуть розвивати технології, спрямовані на здійснення тактичних або стратегічних маневрів, а також на зменшення потенційної шкоди для цивільного населення. Це може включати розробку систем оборони, миру та конфлікту, які сприяли б зменшенню кількості та масштабності воєнних конфліктів, а також враховували б можливість мирного врегулювання конфліктів. Такий підхід може бути важливим для створення технологій, що допомагають зменшувати наслідки воєнних дій та сприяють розвитку міжнародного співробітництва у галузі безпеки та врегулювання конфліктів.

Інженери можуть працювати над розробкою технологій для мирного вирішення конфліктів, таких як системи моніторингу та зв'язку для попередження збройних конфліктів, технології безпілотників для миротворчих місій, системи розмінування та реабілітації після конфліктів, а також технології для гуманітарної допомоги та відновлення постраждалих територій. Роль інженерії у постконфліктних сценаріях вбачаємо у відновленні інфраструктури, розмінуванні, пошуку та нейтралізації вибухонебезпечних предметів та реабілітації постраждалих, відновленні інфраструктури життєво важливих об'єктів, таких як шляхи сполучення, енергетичні мережі, водопостачання, медичні установи та освітні заклади.

Отже, інженерне мислення є чинником, який впливає на «лік» сучасної війни й суспільства в цілому. Це актуалізує питання етичних аспектів розробки та використання нових технологій, щоб забезпечити їхню відповідність з моральними цінностями та правовими стандартами. Це вимагає активної участі громадськості та урядових установ у дискусіях про потенційні наслідки технологічних інновацій. Так, працевлаштування 14-річного вундеркінда в компанію *SpaceX* на посаду інженера-програміста репрезентує зміни, які вже відбуваються в соціальній системі / комунікативній спільноті. Таким чином, перспективи розвитку інженерного мислення визначаються комплексом вищезазначених факторів. Тому так важливо забезпечити баланс між науковим прогресом, етичними цінностями та вимогами соціуму для створення технологій, які дійсно відповідають потребам сьогодення.

Оптимізація підходу до оборонних технологій потребує балансу між розробкою оборонних технологій та зобов'язанням перед збереженням світового миру й безпеки, що може бути досягнуто шляхом уважного обговорення та вирішення деяких ключових питань. Насамперед ідеться про вдосконалення міжнародних механізмів контролю та моніторингу для обмеження ризику небажаної ескалації військових конфліктів. Зокрема, міжнародна співпраця у сфері роззброєння та контролю за поширенням збройних технологій може сприяти зменшенню потенційних загроз і підвищенню стабільності на міжнародному рівні. Важливим є розвиток концепцій оборони, які ґрунтуються на принципі запобігання конфлікту та зменшенню загрози війни (миротворчі місії, обґрунтований та ефективний захист національних та міжнародних інтересів). Безперечної уваги потребує розвиток технологій і стратегій, спрямованих на зменшення можливих ризиків та наслідків воєнних конфліктів, зокрема технології раннього попередження конфліктів, системи оборони від балістичних ракет, засоби контролю над озброєнням масового знищення, а також розвиток міжнародних стандартів етичного використання військових технологій. Усі ці питання набувають особливого значення в контексті сучасного філософського обґрунтування. «Філософія, яка має на меті осмислити сучасну епоху в думках, не повинна нехтувати наукою та технікою. Мислення живиться знаннями, і більшість наших знань сьогодні походить від науки; мислення також живиться практикою, і більшість

сучасної людської практики залежить від технологій. Отже, наука і техніка є не тільки гідними об'єктами, але, перш за все, незамінними джерелами сучасної філософії» [11, с. 60].

Висновки. Завдання інженерного мислення полягає у втіленні технічного й технологічного знання людини-творця, надання йому відповідної конфігурації, здатної подолати синкретизм, який може бути обумовлено наявною суперечністю соціальних вимог та можливостями / ресурсами соціальної системи. Інженерне мислення перебуває в амбівалентній ситуації. Роль інженерного мислення в контексті воєнних викликів, його вплив на розвиток військових технологій та соціально-етичні наслідки цього процесу набуває особливого значення в ситуації російської агресії.

Трансверсальність та мультираціональність інженерного мислення в опціях війни й миру полягає в наступних чинниках: по-перше, використання інженерного мислення як інструменту для розв'язання проблем, а не для їхнього створення; по-друге, врахування не лише технічних, але й етичних, соціальних, екологічних аспектів своїх рішень та дій; по-третє, прагнення до мирних, а не воєнних цілей, сприяння миротворчим процесам, а не перешкоджання їм; по-четверте, співпраця, а не конкуренція з іншими інженерами, обмін знаннями, інформацією, досвідом, ресурсами, технологіями, культурою, цінностями, ідеями, проєктами тощо; по-п'яте, формування й розвиток адаптивності як чинника, що дозволяє швидко реагувати на зміни й виклики у воєнних умовах і в мирний час за умови збереження та плекання етичної відповідальності.

Потребують подальших наукових розвідок твердження про мультираціональність і трансверсальність як атрибутивні характеристики інженерного мислення, «інженерне мислення як полісутнісний феномен». Перспективними напрямками дослідження є питання щодо розкриття суті ризомності інженерного мислення, відстеження залежності зміни словника описання інженерного мислення, адже сучасне інженерне мислення існує як «дизайн-мислення»; висвітлення категорій, у яких можна описати форми інженерного мислення, відповідні попереднім етапам розвитку суспільства.

Список використаних джерел

1. Гура Т. В. Інженерне мислення як необхідна складова конкурентноздатності інженера-програміста. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/50586513.pdf> (дата звернення: 03.03.2024).
2. Попова Л. М. Еволюція терміна «трансверсальність» у сучасному науковому просторі: зарубіжний досвід. *Педагогічні науки*. 2022. Вип. 99. С. 52–57.
3. SpaceX взяла на роботу 14-річного вундеркінда. URL: <https://tsn.ua/tsikavinki/spacex-vzyala-na-robotu-14-richnogo-rozrobnika-2347942.html> (дата звернення: 24.02.2024).
4. Шваб К. Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію. Харків: КСД, 2019. 416 с.
5. Banse G., Hause R. Technik und Kultur. Das Beispiel Sicherheit und Sicherheitskultur(en). URL: https://www.zak.kit.edu/downloads/Hauser-Banse_Hauser_Wildau_final.pdf (accessed: 09.02.2024).
6. Carpenter S. R. Philosophical Issues in Technology Assessment. *Philosophy of Science*. 1977. Vol. 44. No. 4. Des. P. 574–593. URL: <http://www.jstor.org/stable/186940> (accessed: 12.01.2024).
7. McLuhan M. Understanding Media: The Extensions of Man. URL: <https://designopendata.files.wordpress.com/2014/05/understanding-media-mcluhan.pdf> (accessed: 12.02.2024).
8. Niewoehner R. J. A Critical Thinking Model for Engineering. URL: <http://wvuw.cdio.org/files/document/file/Niewoehner.pdf> (accessed: 12.12.2023).
9. Paul R. W., Elder L., Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Professional and Personal Life. Prentice-Hall, Upper Saddle, NJ, 2002.
10. Ropohl G. Knowledge Types in Technology. *International Journal of Technology and Design Education*. 1997. Vol. 7. P. 65–72. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1008865104461> (accessed: 27.12.2024).
11. Ropohl G. Philosophy of socio-technical systems. *Philosophy & Technology*. 1999. Vol. 4. No. 3. Spring. P. 59–71. URL: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4n3/pdf/ROPOHL.PDF> (accessed: 21.12.2023).

12. Waks Sh., Trotskovsky E., Sabag N., Hazzan O. Engineering Thinking: The Experts'. *Perspective International Journal of Engineering Education*. 2011. Vol. 27. No. 4. P. 838–851.
13. Welcome to CDIO. URL:<http://www.cdio.org/> (accessed: 11.10.2023).

References

1. Hura T. V. *Inzhenerne myslennya yak neobkhidna skladova konkurentnozdatnosti inzhenera-prohramista* [Engineering thinking as a necessary component of the competitiveness of a software engineer]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/50586513.pdf> (accessed: 03.03.2024) [in Ukrainian].
2. Popova L. M. (2022). Evolyutsiya termina «transversal'nist'» u suchasnomu naukovomu prostori: zarubizhnyy dosvid [Evolution of the term «transversality» in the modern scientific space: foreign experience]. *Pedahohichni nauky – Pedagogical sciences*, 9, 52–57 [in Ukrainian].
3. SpaceX vzyala na robotu 14-richnoho vunderkinda [SpaceX hired a 14-year-old prodigy]. URL: <https://tsn.ua/tsikavinki/spacex-vzyala-na-robotu-14-richnogo-rozrobnika-2347942.html> (accessed: 24.02.2024) [in Ukrainian].
4. Shvab K. (2019). *Chetverta promyslova revolyutsiya. Formuyuchy chetvertu promyslovu revolyutsiyu* [Fourth industrial revolution. Shaping the fourth industrial revolution]. Kharkiv: KSD [in Ukrainian].
5. Banse G., Hause R. Technik und Kultur. Das Beispiel Sicherheit und Sicherheitskultur(en). URL: https://www.zak.kit.edu/downloads/Hauser-Banse_Hauser_Wildau_final.pdf (accessed: 09.02.2024).
6. Carpenter S. R. (1977). Philosophical Issues in Technology Assessment. *Philosophy of Science*, 44 (4), Des., 574–593. URL: <http://www.jstor.org/stable/186940> (accessed: 12.01.2024).
7. McLuhan M. Understanding Media: The Extensions of Man. URL: <https://designopendata.files.wordpress.com/2014/05/understanding-media-mcluhan.pdf> (accessed: 12.02.2024).
8. Niewoehner R. J. A Critical Thinking Model for Engineering. URL: <http://www.cdio.org/files/document/file/Niewoehner.pdf> (accessed: 12.12.2023).
9. Paul R. W., Elder L. (2002). *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Professional and Personal Life*. Prentice-Hall, Upper Saddle, NJ, 2002.
10. Ropohl G. (1997). Knowledge Types in Technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 65–72. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1008865104461> (accessed: 27.12.2024).
11. Ropohl G. (1999). Philosophy of Socio-Technical Systems. *Philosophy & Technology*, 4 (3), Spring., 59–71. URL: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4n3/pdf/ROPOHL.PDF> (accessed: 21.12.2023).
12. Waks Sh., Trotskovsky E., Sabag N., Hazzan O. (2011). Engineering Thinking: The Experts'. *Perspective International Journal of Engineering Education*, 27 (4), 838–851.
13. Welcome to CDIO. URL:<http://www.cdio.org/> (accessed: 11.10.2023).