

**ДИЗАЙН-МИСЛЕННЯ В ПРОФЕСІЇ ІНЖЕНЕРА.
ВАЖЛИВІСТЬ ЦІЛІСНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ
ІНЖЕНЕРНИХ ПРОБЛЕМ.**

Кліщик Д.А., студент,
Овсієнко Л.Г., ст. викл,
Залевський С.В., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»
(Україна, м. Київ)

Анотація — у статті розглядається важливість поєднання двох різних підходів до проектування — класичного, де інженер фокусується на технічній проблемі, і менш традиційного, але дієвого — з орієнтацією на проблеми користувача. В тезах, в якості ілюстрації, будуть показані деякі приклади з проектування для авіації, та з космічної інженерії. Мета прикладів — наочно показати недостатність класичного підходу і намітити можливі шляхи впровадження більш цілісного підходу в інженерній освіті і подальшій професійній діяльності.

Ключові слова — проектування, інженерія, інженерна освіта, дизайн-мислення (Design Thinking), міждисциплінарність

Постановка проблеми. Інженерне проектування має довгу історію і надбання. Століттями інженери успішно вирішують технічні проблеми людства. За класичним підходом — використовуючи прагматичний, заснований на уявленнях про суть фізичних процесів, підхід.

Проблема полягає в тому, що механізмами і пристроями користуються люди. Спільноти людей тощо. І якщо спроектованим пристроєм незручно користуватись (можемо додати — затратно, не екологічно, або небезпечно), про такий механізм, чи апарат кажуть, що він «погано спроектований» (англ. — *badly engineered*, що дуже точно відповідає суті явища). У переважній більшості випадків інженером буде вирішена локальна проблема. Хоча в принципі, в тій же більшості випадків можна дивитись на проблему значно ширше, повніше і більш творчо, наприклад, замість створення окремої моделі автомобіля, чи літака — створити платформу для побудови низки схожих апаратів, що є значно більш екологічним і відповідає принципам сталого розвитку.

Навчити інженера дивитись на технічні проблеми не локально — це навчити його орієнтуватись на користувача об'єкту, що створюється (далі — інженерний об'єкт) в якості основного підходу до інженерії. Або використання такого підходу в якості частини більш загального процесу.

Такий дизайн-процес, або процес проектування існує і називається Дизайн-мислення (англ. — Design Thinking). Методологія описана в багатьох джерелах, існує декілька шкіл, серед яких найбільш відомими є D-School в Стенфордському Університеті, Масачусетський Технологічний Інститут (MIT) та Hasso-Plattner-Institute в Потсдамі.

Означена вище проблематика стосується найбільше інженерії галузей, де орієнтація на користувача була і досі лишається не життєво необхідною. Натомість, наприклад, в розробці (інженерії) програмного забезпечення, або в біо-медичній інженерії, орієнтація на користувача є сталою практикою, без якої успішне проектування в принципі неможливе.

Аналіз останніх досліджень. Тема впровадження окремих курсів проектування з перших років інженерної освіти є надзвичайно широко обговорюваною в світовому дискурсі, що стосується навчання майбутніх інженерів. Пропонується впровадження дизайн-курсів з проектною роботою, де студенти в командах від початку навчання стикаються з симуляціями інженерних задач, обмеженістю даних, з колективною роботою і комунікацією в команді, комунікацією з умовним замовником і джерелом фінансування проекту, з суміжними спеціальностями тощо, якщо команда відчуває потребу в залученні додаткових галузей знань.

Про це свідчить кількість статей (за пошуковим запитом «design thinking in engineering»), що майже експоненціально зростає в останні 20 років на таких порталах як Scopus, Research Gate, Google Scholar, Academia, та ін. Сумарно — приблизно 148,256 публікацій різних років за даними аналітичного сервісу Dimensions. [5]

Попри величезну кількість публікацій — статей, матеріалів конференцій, досліджень, проблема впровадження Дизайн-мислення в освіту та в інженерну практику залишається актуальною останні п'ятдесят років, і особливо актуальною останні двадцять, як ми бачимо.

Harvard Business Review про Дизайн-мислення в інженерії пише: «Традиційні дослідники зазвичай навчаються збирати дані у *відносній ізоляції від інших дисциплін*; емпатичний дизайн вимагає творчої взаємодії між членами міждисциплінарної команди» і «це відносно недорогий і малоризикований спосіб виявлення потенційно критичних потреб клієнтів. Це важливе джерело ідей для нових продуктів, і він може перенаправити технологічні можливості компанії на абсолютно нові напрямки бізнесу.» [6]

Шері Шеппард, професор Школи Інженерії в Стенфордському Університеті каже: «Інженери шукають, генерують, оцінюють і реалізують ідеї» — визначення для професії інженера, що є напрочуд схожим на визначення професії дизайнера. І додає: «вже давно вважається, що інженерні програми повинні випускати інженерів, які можуть проектувати ефективні рішення для задоволення суспільних потреб». [7]

Майкл Бойлз, в блозі Гарвардської Школи Бізнесу наводить програмні приклади викликів, що могли б бути вирішеними залученням моделі

процесу і методів Дизайн-мислення, серед яких: а) Виявлення неочевидних проблем; б) Подолання когнітивної фіксації, коли здається, що проблема може бути вирішена лише одним шляхом; в) Створення інновацій, що відповідають принципам сталого розвитку; г) Нестачу інженерних кадрів; д) Заохочування гендерного різномайття в професії (оскільки жінки є чудовими, емпатичними творчими мислителями); і декілька інших. [8]

Попри популярність поняття в бізнес-середовищі, здається дивним, що про Дизайн-мислення небагато говорять в рамках спеціальних інженерних дисциплін, що стосуються безпосередньо майбутньої професії. Основна увага приділяється практиці вирішення задач (і вивченню необхідної теорії), але мало говориться про суть проектування як такого, його суспільних задач, і про користувачів інженерних об'єктів. Про створення інновацій тощо.

Згідно з авторами статті *Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning* [9]: «Протягом останніх п'ятидесяти років інженерна освіта базується на так званій моделі Грінтера [1], коли «інженерія» як така, викладається після двох років ґрунтовної природничо-математичної підготовки». Така підготовка є основою для подальшого вивчення «інженерних наук», і тільки після неї студенти переходять до власне проектної роботи, де починають розуміти як ці перші фундаментальні роки використовувати в реальному світі, але вже, можливо, втрачають інтерес до інженерної професії, з яким радо прийшли на перший курс.

Особливо тема здається важливою в світі того, що людству потрібні інновації в багатьох галузях техніки. Якщо в середині ХХ ст. найбільш важливими навичками інженера були креслення і робота в майстерні, наразі такими стають здатність до проектування і створення нового. Тим більш, що багато рутинних інженерних задач вже значно автоматизовані завдяки САД, системам оптимізації і симуляції моделей, математичними САД, та ін.

Формулювання цілей. *А)* Описати основні засади процесу Дизайн-мислення. *Б)* На декількох прикладах показати, як поєднання інженерного і Дизайн-мислення (як ментальної моделі) призводило до вирішення серйозних інженерних проблем. *В)* Запропонувати впровадження знань про основи і методи процесу в навчальний процес студентів інженерних спеціальностей або через визнання Дизайн-мислення як наскрізного принципу освітніх програм, що створює додаткову вартість майбутнього спеціаліста. І такого, що створює додаткову вартість освітнім програмам університету, як інновативним. Або шляхом впровадження окремих курсів.

Основна частина. Почнемо з описання сутності процесу Дизайн-мислення. Перейдемо до прикладів з реального життя. І продемонструємо таким чином поєднання аналітичного і дизайн- підходів в інженерії.

Сутність процесу: Як пише видання *Inside Design*: «Дизайн-мислення спочатку виникло як спосіб навчити інженерів підходити до проблем творчо, як це роблять дизайнери. Одним із перших, хто написав про дизайн-мислення, був Джон Е. Арнольд, професор механічної інженерії Стенфордського університету. У 1959 році він написав книгу "Креативна

інженерія", яка визначила чотири напрямки Дизайн-мислення, що відтоді почало розвиватися як "спосіб мислення" у сферах науки та інженерії.» [10]

Одне з найкращих визначень такого способу мислення надає Тім Браун, один з піонерів-практиків методу в компанії IDEO, є таке: «Дизайн-мислення, це людино-центричний підхід до інновацій, який спирається на інструментарій дизайнера для інтеграції потреб людей, можливостей технологій та вимог до бізнес-успіху.» [11] В даному випадку, коли ми говоримо про «дизайнера» — варто розглядати його як проєктанта в широкому сенсі. І гарним доданком до цього визначення є: «Дизайн-мислення зазвичай розглядається як ітеративний процес вирішення проблем. Цей процес особливо фокусується на емпатії з користувачами і таким чином допомагає розробляти продукти чи послуги, орієнтовані на людину. Також він допомагає організувати співпрацю.» [12] [13]

Важливим моментом практики Дизайн-мислення є її дотичність до природи інновацій. Браун, в свої книзі «Change by Design» [2] приводить думку про те, що інновації знаходяться саме через поєднання і баланс комерційної життєздатності, можливостей технічної реалізації та бажаності користувачами (Рис. 1). Або в деяких випадках — критичною потребою користувачів.

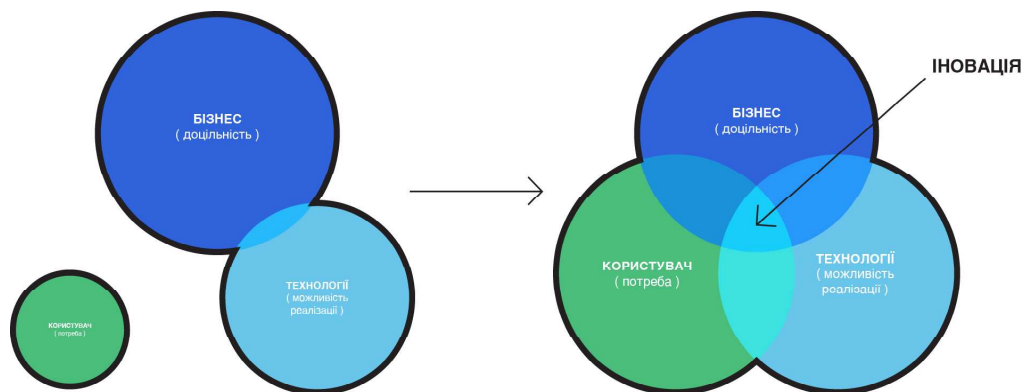


Рис. 1. Природа інновацій за версією IDEO

Сам процес складається з таких принципових етапів: 1) *Визначення проблеми (Discovery)*; 2) *Аналізу та синтезу напрямків (Definition)*; 3) *Генерування ідей рішень (Development)*; 4) *Прототипування, тестування і запуску (Delivery)*

Найвідомішою діаграмою процесу є модель «подвійного діаманту» популяризованою Британською Радою з Дизайну (UK Design Council) в 2006-му році, і створеною Béla H. Bánáthy в 1996-му році як модель дивергентного і конвергентного типів мислення (Рис. 2). [3] Процес UK Design Council є добре описаним і знаходиться у відкритому доступі. [14]

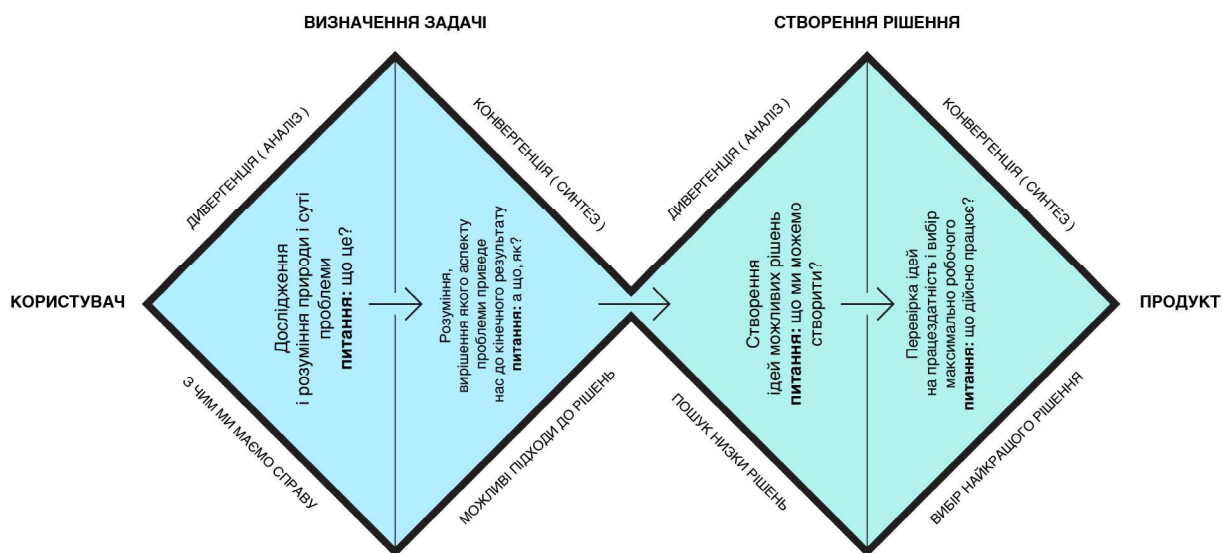


Рис. 2. Модель “Подвійний Діамант”, Британської ради з дизайну (Double Diamond Model by UK Design Council, 2005)

Приклади використання Дизайн-мислення :

1) **Проблема середньо-зважених даних.** Наприкінці 1940-х років розпочався стрімкий розвиток реактивної авіації — зросли складність і швидкість літаків. В один з днів зазнали авіа-катастрофи одразу 17 пілотів Військово-Повітряних сил США. Розслідування не показало зрозумілих технічних чи пов’язаних з помилками пілотів причин аварій і увагу звернули на дизайн кокпітів [15].

Під час розробки перших кабін в 1926-му році, використали цілком логічний аналітичний підхід. Виміряли сотні пілотів і вивели середні значення для побудови крісел та іншого обладнання. Отже припустили, що проблема в тому, що відтоді змінились розміри пілотів. В 1950-му році, на авіабазі Райт в Огайо запустили масштабну програму вимірювання 140-ка різних антропометричних даних чотирьох тисяч пілотів. В групі спеціалістів лабораторії, що займались вимірюванням, був молодий вчений-антрополог, лейтенант Г. С. Деніелз, що займався схожими дослідженнями ще в університеті, і поставив питання — скільки пілотів серед виміряних відповідають середнім результатам. Обравши 10 параметрів, що були критичними для створення кокпіту, і додавши діапазон навколо середніх значень, він отримав вражаючі дані: кількість співпадінь дорівнювала нулю.

ВПС дослухались до аргументів Гілберта Деніелза. І це стало початком нової ери в побудові кабін літаків, і в інших сферах військової справи. Новою філософією стала «індивідуальна підгонка» знаряддя задля виконання місій. Інженери швидко знайшли технічні і недорогі рішення нових задач, попри початкове невдоволення авіа-індустрії, і створили крісла, педальні блоки, шоломи і костюми, що відтепер регулювались по багатьох параметрах (Рис. 3). Через певний час схожа філософія змінила також і дизайн цивільних об’єктів — наприклад автомобільні крісла.



Рис. 3. Крісло пілота F-86F Sabre, 1949, в рамках нової пілотно-центричної філософії. (National Museum of The United States Air Force)

Наведений приклад демонструє поєднання двох типів мислень, важливих для інженера: аналітичного і дизайн-орієнтованого. Центральною фігурою тут є людина — пілот, що є кінцевим користувачем. Використано метод емпатії до потреб пілота і знайдена *недостатньо сформульована* неочевидна потреба. Змінивши фокус зі зручності для армії і виробника (усереднення) на фокус на користувачеві — вдалося вирішити складну задачу. Суто інженерна задача була вирішена через поєднання знань з іншими галузями, завдяки міждисциплінарному, або цілісному, холістичному підходу.

3) *Mic'ї Space X Crew Dragon*. Автомобільна індустрія не змогла б розвинути, якщо б не була підхоплена масами. І вона не була б підхоплена масами, якщо б не вражала. Якщо ми будемо думати про індустрію міжпланетних подорожей, а наразі подорожей на орбіту до Міжнародної Космічної Станції, як про аналог автомобільної десь біля самого початку шляху, ми напевно погодимся з твердженням про те, що вона має вражати не тільки своїми досягненнями, а й «зовнішньою» стороною.

В Space X дуже добре відчувають настрій аудиторій якими є (розташованими за ступенем важливості, за нашим припущенням): а) Замовники орбітальних перевезень, б) Космонавти, що літають на орбіту, в) Частина людства, що в захваті від космічної галузі, г) Індустріальна спільнота і конкуренти (Blue Origin, Virgin Galactic, European Space Agency).

Чи могли б дизайнери та інженери салону корабля зробити його не таким кричущо футуристичним відносно всіх інших на «ринку», (Рис. 4). Так звісно могли — в цьому не було технічної потреби. Роками зручністю космонавтів і виглядом космічних кораблів всередині не дуже переймались. Незручність простору кораблів і станцій були нормою. Обмеження за масою в космічній галузі поки що є ключовим, але чи впевнені ми на сто відсотків, що таких же показників по масі не можна було домогтись з іншими візуальними і ергономічними рішеннями внутрішніх просторів?



Рис. 4. Внутрішній простір пілотованого корабля Crew Dragon компанії Space X.

В цьому прикладі важлива різниця в постановці задачі як такої. Змінюється рамка мислення: вирішити не просто суто технічну задачу, але технічну задачу одночасно з урахуванням потреб різних аудиторій, і технічних обмежень, пов'язаних з масою корисного навантаження.

Всі наведені приклади говорять про те, що професія інженера має стати більш творчою і в цьому сенсі складнішою. І важливим є надати студентам інструменти, що дозволять їм бути готовими до цієї нової «складності», оскільки математика, теоретична механіка, або опір матеріалів таких інструментів не надають. Схожу думку наводить і Ш. Шеппард в подкасті Future Everything [7]. За її словами: «Завдяки сучасній формі освіти інженери стали непоганими вченими. Але натомість розучились творити.»

Висновки. Здається, що здатність для створення нового є надзвичайно важливою задачею для майбутнього України. І з огляду на сьогоденну війну, і плануючи розвиток в післявоєнний період. В цьому майбутньому є багато місця для інновацій у великій кількості галузей промисловості і суспільного життя. Україна має розвинуті авіаційну і космічну галузі. Природним наслідком сьогодення стає залучення країни в проекти, пов'язані з військовою технікою. В країні є повноцінний шанс стати важливим гравцем в цих галузях знань і посісти належне їй місце серед найпотужніших в інженерній справі країн. Від того, наскільки ми будемо відкриті для впровадження інновацій в освіті, буде залежати ймовірність такого шансу.

Бібліографічний список

1. Grinter, L.E., “Report on the Evaluation of Engineering Education,” Engineering Education, Vol. 46, 1956, pp. 25-63.
2. Brown, T., “Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation,” 2009
3. Banathy, Bela H. (1996). “Designing Social Systems in a Changing World”. Springer US. p. XV, 372.