

**Р. В. Зінько<sup>1</sup>**  
**Ю. М. Черевко<sup>2</sup>**  
**А. П. Поляков<sup>3</sup>**  
**О. Д. Бойко<sup>2</sup>**

## КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>Національна академія сухопутних військ

<sup>3</sup>Вінницький національний технічний університет

*Психологія мислення конструктора впливає на проектування та конструювання технічних систем. Її знання і вміння враховувати при створенні нових технічних систем і об'єктів дозволить підвищити якість проектування кінцевого продукту.*

*При створенні нового виробу конструктор повинен впритул наблизитися до ідеальної моделі виробу. При цьому часто виникають технічні протиріччя. Усунення технічного протиріччя це деякий перетин множини характеристик, що накладаються згідно з вимогами до виробу. Фактично це пошук оптимуму у багатовимірному просторі характеристик.*

*Вихідним для проектувальної діяльності є соціальне замовлення – потреба у створенні певних об'єктів, викликана або «розривами» в практиці їхнього виготовлення, або конкуренцією, або потребами розвитку соціальної практики. Продукт проектувальної діяльності на відміну від конструкторської виражається в особливій знаковій формі – у вигляді текстів, креслень, графіків, розрахунків, моделей у пам'яті комп'ютера і т.д. Результат конструкторської діяльності повинен бути обов'язково матеріалізований у вигляді дослідного зразка, за допомогою якого уточнюються розрахунки, конструктивно-технічні характеристики проектованої технічної системи, наведені у проекті.*

*Процес проектування ведеться в умовах інформаційного дефіциту (невизначеності). В роботі описано інформаційний дефіцит як метамірні ситуації (розчленування ситуації на подібні або майже однакові події чи сприйняття).*

*Невизначеність в процесі проектування усувається за допомогою творчої діяльності з виконання ітераційних процедур. Число циклів ітераційних процедур залежить від ступеня невизначеності початкової постановки задачі, її складності, досвіду і кваліфікації проектувальника, необхідної точності рішення.*

*Психологічні чинники творчої діяльності впливають на процес проектування і їх потрібно враховувати. На творчі здібності впливають спадковість, навколишнє природне і соціальне середовище, науково-технічна підготовка, ступінь розвитку уяви, здатність мислити образно і інші фактори.*

*Неефективні стратегії і синдроми (бар'єри) також накладають обмеження на творче мислення конструктора.*

**Ключові слова:** психологія мислення, проектування технічних систем, технічні протиріччя, інформаційний дефіцит.

### Вступ

У сучасній техніці, природі і суспільстві ми, як правило, маємо справу з найрізноманітнішими системами. Їхня наявність дозволяє стверджувати, що нескінченне різноманіття об'єктних систем є зовнішнім світом. Проектування та конструювання таких систем – дуже складне конструкторське завдання. При його реалізації задіяне правило, що масовому споживачеві потрібно дати не те, що йому потрібно, а те, що він хоче. Щоб реалізувати цей закон необхідно знати не тільки закони і правила конструювання і проектування, але і психологію мислення конструктора. Знання таких особливостей і вміння їх враховувати при створенні нових технічних систем і об'єктів дозволить підвищити якість проектування і його кінцевого продукту.

### Аналіз публікацій

Проектування потребує регулярного застосування наукових знань (отриманих в науковій діяльності) для створення технічних систем та об'єктів – машин, пристроїв, механізмів тощо. У цьому полягає його відмінність від технічної діяльності, яка ґрунтується більше на досвіді, практичних навичках, здогадці.

Процес проектування і конструювання описаний в багатьох роботах [1–14]. При цьому в основному розглядаються його завершальні стадії вже нормалізовані державними стандартами [1–6]. Врахування економічного ефекту створеного кінцевого продукту і потреб споживача частково розглядається в [7–10]. В [11–14] частково розглянуто психологічні особливості створення нових конструкцій машин і технічних систем.

В цілому при практичному створенні будь-якого технічного об'єкта чи системи задіяні три основних принципи: просто, надійно, дешево. Їхня першочерговість залежить від вимог замовника.

Проектування складних систем зазвичай містить дві стадії [4–7]:

- макропроекування або зовнішнє проектування, в процесі якого вирішуються структурно-функціональні завдання в цілому;
- мікропроекування або внутрішнє проектування, пов'язане з розробкою елементів системи як фізичних одиниць.

Методи зовнішнього проектування складних систем базуються на системному підході до дослідження процесів функціонування, що протікають в цих системах.

Зовнішнє проектування розпочинається з формулювання проблеми [1, 5, 7–10]:

- визначення цілей створення системи і кола вирішуваних нею завдань;
- оцінка чинників, що діють на систему, і визначення їхніх характеристик;
- вибір показників і критерію ефективності системи.

Як показники ефективності вибираються числові характеристики, що оцінюють міру відповідності системи своєму призначенню [6, 7–10]. Наприклад:

- для системи управління дорожнім рухом показником ефективності може бути вірогідність заторів і ДТП;
- для мережі мобільного зв'язку – кількість з'єднань на одному з щільників;
- для виробничого процесу – середня кількість виробів, що випускаються за зміну і т. д.

### **Мета та постановка завдання**

Головною метою статті є врахування особливостей мислення конструктора при здійсненні процесу проектування та конструювання технічних систем та об'єктів.

Об'єктом дослідження є процес створення технічних систем.

Предметом дослідження є методи інтерпретації вхідної інформації про створювану технічну систему чи об'єкт.

Завданням статті є аналіз психологічних проблем при конструюванні і опис процесу інтерпретації вхідної інформації про створювану технічну систему чи об'єкт.

Науковою новизною є математичний опис інтерпретації вхідної інформації про створювану технічну систему чи об'єкт.

### **Виклад основного матеріалу**

Створення технічних систем – прогресивний напрям розвитку техніки. В практичній діяльності інженера-механіка все більш необхідною складовою є застосування теоретичних положень сучасних методів проектування [1, 2, 14]. Вони використовуються у процесі розробки будь-якого нового виробу.

Базові характеристики будь-якого нового виробу в ході його експлуатації, які можуть проявлятися індивідуально або ж комбінуватися [2, 3, 12]:

1. Здатність чинити (у різних сенсах) опір механічним навантаженням.
2. Здатність чинити опір температурним діям.
3. Маса на одиницю об'єму (щільність).
4. Різні форми взаємодії з випромінюванням, наприклад, здатність пропускати світло у видимому діапазоні (прозорість).
5. Характеристика по відношенню до провідності струму (матеріали-провідники, матеріали-ізолятори і напівпровідники).
6. Характеристика по відношенню до агресивних хімічних середовищ.
7. Бар'єрні властивості по відношенню до газів.
8. Вартість.

Наприклад, до харчових пакувальних плівок і внутрішніх шарів автомобільних покришок пред'являються схожі вимоги в сенсі газопроникності, проте абсолютно різні з точки зору механіки [3, 8]. Лабораторна колба і сонячні окуляри в обох випадках мають бути прозорі, проте колба до того ж повинна витримувати немалі температурні стреси. Але окуляри, на відміну від колби, повинні

фільтрувати ультрафіолетовий діапазон. Механічні вимоги до столу в літньому кафе вичерпуються єдиним побажанням, щоб такий стіл не руйнувався під власною (плюс-мінус) вагою, чого не скажеш про зубчасті колеса головної пари в мостовому редукторі вантажівки. Стіл при цьому має бути дешевим, а головна пара – зовсім не обов'язково.

Виготовленню будь-якого нового виробу передують створення його моделі [3, 4–8]. Термін «модель» походить з латинської мови і означає еталон, зразок. Модель майбутнього виробу повинна найповніше відповідати певним вимогам: технологічним, естетичним, функціональним, економічним і екологічним. Вони визначатимуть якість виробу та його попит на ринку. Нові моделі виробів мають значно більший попит, ніж застарілі. Створенню нових виробів передують кропітка робота вчених, конструкторів, інженерів, художників, дизайнерів, інших висококваліфікованих працівників. Використовуючи досягнення науки і техніки, вони розробляють нові конструкційні матеріали і технології, які дають змогу конструювати вироби нового покоління, що задовольняють найвибагливіші вимоги споживачів.

Для дотримання цих вимог створюється модель ідеального виробу. Залежно від поставленої мети зазначена модель може розроблятися для удосконалення об'єкта або конструювання ще не існуючого виробу, як прототипу для його виготовлення. Процес уявного конструювання виробу (об'єкта), якого не існує в дійсності, називається ідеалізацією.

Інженер-механік (конструктор) спочатку подумки конструює передбачуваний для виготовлення виріб, розробляє за допомогою комп'ютера різні варіанти моделей, визначає найбільш вдалий і приступає до його виготовлення.

Основним завданням конструктора є створення ідеального виробу, який повністю забезпечував би своє призначення, коли всі вимоги, які ставляться до виробу, виконуються на 100%. Але такого виробу не існує. Тому конструктор повинен якнайближче підійти до ідеальної моделі виробу (рис. 1). При цьому часто виникають технічні протиріччя (рис. 2).

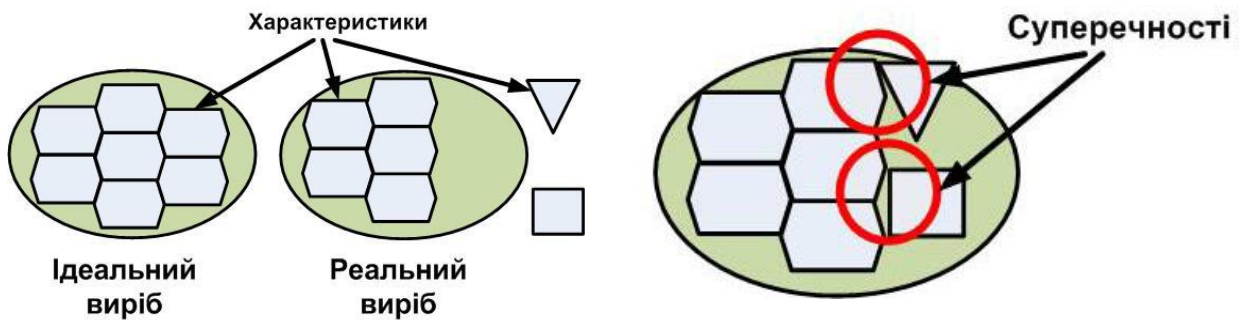


Рис. 1. Відмінності між ідеальним і реальним виробами

Рис. 2. Технічні протиріччя (суперечності) при оптимізації реального виробу

Приклад технічного протиріччя [11, 13]. Коли винайшли перші автомобілі (більше 100 років назад) доріг, пристосованих для них не було. В автомобілі дуже трясло. Не допомагали колеса та ресори, які були запозичені в карет. Колесо було дерев'яним або металевим і оббитим шкірою або іншим матеріалом. Технічне протиріччя: колесо повинне бути жорстким та одночасно пружним. Вихід був знайдений після відкриття французьким винахідником Мішленом вулканізації гуми. Колесо розділили на дві частини (принцип декомпозиції): жорсткий обід або диск, та гумова камера з шиною. Таких яскравих прикладів в техніці дуже багато.

Усунення технічного протиріччя це деякий перетин множини характеристик, що накладаються згідно вимог до нашого виробу. Фактично це пошук оптимуму у багатовимірному просторі характеристик. Звідси відразу випливає цілком логічний наслідок: там, де вимірів цього простору небагато, знайти такий оптимум простіше (рис. 3).

Створена модель виробу підлягає механічним, технологічним та іншим видам випробування. За потреби вона вдосконалюється, після чого організовується її виробництво.

Усі конструктивні елементи виробу повинні відповідати передбаченим конструкторським документом параметрам: розмірам, кольору, формі, матеріалу тощо.

Виріб, виготовлений із дотриманням усіх вимог, передбачених конструкторським документом, називають ідеальним.

Проте з різних причин, наприклад через проблему точності вимірювальних засобів, неможливо ідеально точно виміряти або розмітити заготовку. Тому виникають певні відхилення від розмірів (або

інших параметрів). Найбільше допустиме графічними документами відхилення від потрібного розміру під час виготовлення виробів називають допуском.

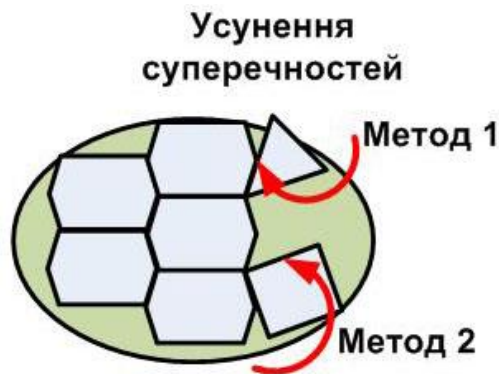


Рис. 3. Усунення суперечностей – наближення до ідеального виробу

Виріб, виготовлений із відхиленням розмірів від передбачуваних кресленнями, називають реальним, а його розміри – дійсними.

Виготовлення (конструювання) моделі виконують із недорогих матеріалів (пластик, глина та інші), які легко піддаються обробці. З неї знімають форми для відтворення виробів у промислових умовах. Аналогом таких виробів є шаблони, лекала, моделі одягу, суден, літальних апаратів, автомобілів тощо.

Створення виробу і моделі, як етапу створення виробу, відбувається за допомогою проектування.

Проектування необхідно відрізнити від конструювання. Для проектувальної діяльності вихідним є соціальне замовлення, тобто потреба у створенні певних об'єктів, викликана або "розривами" в практиці їх виготовлення, або конкуренцією, або потребами соціальної практики, що розвивається, (наприклад, необхідністю впорядкування руху транспорту у зв'язку зі зростанням міст) і т.п. Продукт проектувальної діяльності на відміну від конструкторської виражається в особливій знаковій формі - у вигляді текстів, креслень, графіків, розрахунків, моделей у пам'яті ЕОМ та ін. Результат конструкторської діяльності повинен бути обов'язково матеріалізований у вигляді дослідного зразка, за допомогою якого уточнюються розрахунки, наведені у проекті, і конструктивно-технічні характеристики проектованої технічної системи.

Під час проектування конструктор повинен урахувати умови, в яких буде використовуватися виріб, оскільки на нього впливатимуть зовнішні фактори (вологість, тепло, мороз, освітлення тощо). Обов'язковою умовою є врахування зовнішнього оздоблення, легкість виготовлення, застосування матеріалів невисокої вартості, простота і зручність у користуванні. При дотриманні цих вимог можна вважати, що виріб виготовлено практично ідеальним.

Процес проектування ведеться в умовах інформаційного дефіциту (невизначеності), який проявляється [11–13]:

- неможливості заздалегідь точно вказати умови роботи проектованого об'єкта, не знаючи його конкретного виду та пристроїв (вихідні дані залежать від виду кінцевого рішення);
- виявленні в процесі проектування суперечливих вихідних даних, тобто неможливості досягнення технічного рішення за початковими запропонованими даними, що виявилися взаємовиключними;
- появи в процесі проектування необхідності врахування додаткових умов і обмежень, які раніше вважались несуттєвими;
- перерозподілі за ступенем важливості показників якості, бо може з'ясуватися, що показник, що раніше вважався другорядним, дуже важливий (і навпаки).

Опишемо інформаційний дефіцит (невизначеність) як метамірні ситуації [14]. Метамірні ситуації це такі ситуації, які породжують у свідомості конструктора однакові сприйняття (рис. 4). Звужуючи ці ситуації вхідної інформації, сприймаючи і розуміючи її, конструктор бере з неї цілком певний сенс  $v$ , що є суб'єктивним образом інформації (називатимемо її текстом). Вважають, що сенс  $v$  однозначно визначається текстом  $y$ , який його породив. Функцію  $v = g(y)$  залежності сенсу  $v$  від тексту  $y$  називають функцією розуміння тексту.

Нехай множина  $N$  – множина всіх значень функції  $g(y)$ , тобто сукупність всіх сенсів, що породжуються текстами з множини  $B$ . Тоді кажуть, що функція  $g(y)$  відображає множину  $B$  на множину  $N$ . Тексти, які мають один і той самий сенс, називають тотожними. Вважають, що відповідь випробовуваного  $t = P(x, y)$  повністю визначається сприйняттям  $u = f(x)$  ситуації  $x$  та сенсом

$v = g(y)$  тексту  $y$ . З цього можна зробити висновок про те, що існує предикат  $t = L(u, v)$ , який реалізується випробовуваним.



Рис. 4. Пояснення інтерпретації

Предикати  $P, L$  функцій  $f(x), g(y)$  та змінні  $x, y; u, v$  зв'язані залежністю (рис. 5):

$$P(x, y) = L(f(x), g(y)). \quad (1)$$

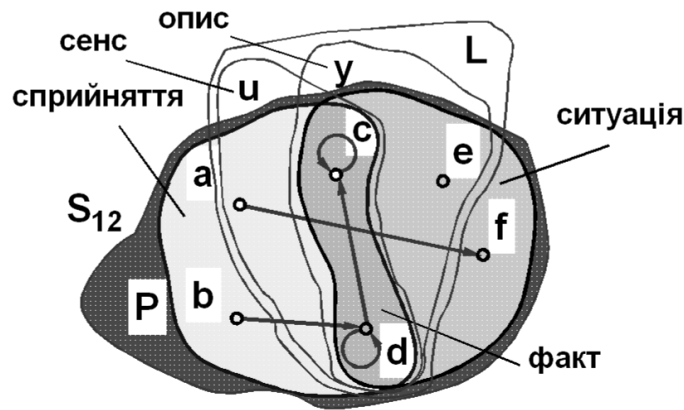


Рис. 5. Пояснення інтерпретації

Розглядають предикати, які однозначно визначаються предикатом  $P$ :

$$E_1(x_1, x_2) = \forall y \in B((P(x_1, y) - P(x_2, y))); \quad (2)$$

$$E_2(y_1, y_2) = \forall x \in A((P(x, y_1) - P(x, y_2))). \quad (3)$$

Предикат  $E_1$ , заданий на множині  $A \times A$ , називають предикатом метавимірності. Предикат  $E_2$ , заданий на множині  $B \times B$ , називають предикатом тотожності.

Предикат  $E_1(x_1, x_2)$  можна використовувати для об'єктивного визначення метавимірності будь-яких ситуацій  $x_1, x_2$ , що належать множині  $A$ . Дійсно, якщо  $E_1(x_1, x_2) = 1$ , тоді, згідно з залежністю (3),  $P(x_1, y) = P(x_2, y)$  при будь-якому значенні  $y$  з множини  $B$ . Це означає, що всі властивості ситуацій  $x_1, x_2$ , що виражаються елементами з множини  $B$ , збігаються. Отже, для випробовуваного, судячи з його поведінки, ситуації  $x_1, x_2$  невиразні, тобто метавимірні. Якщо  $E_1(x_1, x_2) = 0$ , тоді знайдеться такий  $y \in B$ , для якого  $P(x_1, y) \neq P(x_2, y)$ . В цьому випадку не всі властивості ситуацій  $x_1, x_2$ , що виражаються елементами з множини  $B$ , збігаються. Отже, ситуації  $x_1, x_2$ , судячи з фізично спостережуваних реакціях випробовуваного, ним розрізняються, тобто вони для нього не метавимірні.

Предикат  $E_2(y_1, y_2)$  можна використовувати для об'єктивного визначення поняття тотожності об'єктів  $y_1, y_2$  з множини  $B$ . Дійсно, якщо  $E_2(y_1, y_2) = 1$ , тоді  $P(x, y_1) = P(x, y_2)$  для будь-якої ситуації  $x$  з множини  $A$ . Це означає, що елементи  $y_1, y_2$  або одночасно відповідають ситуації  $x$ , або

одночасно їй не відповідають. Таким чином, об'єктивно елементи  $y_1, y_2$  завжди виражають одну і ту ж властивість ситуацій. Іншими словами, в множині  $A$  немає такої ситуації яка мала б властивість, виражену елементом  $y_1$ , і не мала б властивості, вираженої елементом  $y_2$ , і навпаки. Отже, елементи  $y_1, y_2$ , судячи по поведінці випробовуваного, для нього однакові по сенсу, тобто тотожні один одному. Якщо ж  $E2(y_1, y_2) = 0$ , то знайдеться така ситуація  $x \in A$ , для якої  $P(x_1, y) \neq P(x_2, y)$ . Значить, або ситуація  $x$  володіє властивістю, вираженим елементом  $y_2$ , або ситуація  $x$  не володіє властивістю, вираженим елементом  $y_1$ , і володіє властивістю, вираженим елементом  $y_2$ . У обох випадках елементи  $y_1, y_2$  виражають різні властивості ситуацій, а це означає, що дані елементи, судячи з фізично спостережуваних реакціях випробовуваного, володіють різним сенсом, тобто не тотожні.

Предикати  $E1, E2$ , які визначаються залежностями (3) і (4), рефлексивні, симетричні і транзитивні. Це означає, що  $E1, E2$  – еквівалентності. Предикат  $E1$  визначає розбиття  $R$  множини  $A$  на шари ситуацій. Всі ситуації, що належать одному шару розбиття  $R$ , метавимірні. Будь-які ж дві ситуації, узяті з різних шарів розбиття  $R$ , не метавимірні. Предикат  $E2$  визначає розбиття  $S$  множини  $B$  на шари. Всі елементи, що належать одному і тому ж шару розбиття  $S$ , тотожні. Разом з тим, будь-які два елементи, взяті з різних шарів розбиття  $S$ , не тотожні.

Предикати  $E1, E2$  можна представити у вигляді:

$$E1(x_1, x_2) = D1(f(x_1), f(x_2)); \quad (4)$$

$$E2(y_1, y_2) = D2(g(y_1), g(y_2)). \quad (5)$$

Тут  $f$  – канонічне відображення множини  $A$  на розбиття  $R$ ;  $g$  – відображення множини  $B$  на розбиття  $S$ ;  $D1$  – предикат рівності на  $R \times R$ ;  $D2$  – предикат рівності на  $S \times S$ .

Шар розбиття  $R$ , що містить ситуацію  $x$ , будемо інтерпретувати як образ  $u = f(x)$  ситуації  $x$ . Шар розбиття  $S$ , що містить ситуацію  $y$ , інтерпретуватимемо як сенс  $v = g(y)$  елемента  $y$ . Розбиття  $R$  виступає в ролі множини  $M$  всіх сприйнять, що породжуються ситуаціями, взятими з множини  $A$ . Розбиття  $S$  виступає в ролі множини  $N$  всіх думок, що породжуються елементами, взятими з множини  $B$ . Предикат  $D1(u_1, u_2)$  розглядають у ролі формального еквівалента здатності випробовуваного встановлювати збіг або відмінність будь-яких сприйнять  $u_1, u_2$  з множини  $M$ . Предикат  $D2(v_1, v_2)$  інтерпретують як операцію зі встановлення рівності або нерівності думок  $v_1, v_2$  з множини  $N$ , яку виконує випробовуваний.

Клас  $V_a$  всіх ситуацій  $x \in A$ , метавимірних ситуацій  $a \in A$ , тобто сприйняття, що породжується в свідомості випробовуваного ситуацією  $a$ , відповідає предикату

$$Va(x) = E1(x, a). \quad (6)$$

Клас  $V_a$  всіх елементів  $y \in B$ , тотожних елементу  $b \in B$ , тобто думка, що виникає в свідомості випробовуваного у відповідь на пред'явлення елемента  $b$ , відповідає предикату

$$Vb(y, b) = E2(y, b). \quad (7)$$

Враховуючи залежності (3) і (4), рівності (6), (7) набувають вигляду:

$$V_a(x) = \forall y \in B (P(x, y) - P(a, y)); \quad (8)$$

$$V_b(y) = \forall x \in A (P(x, y) - P(x, b)), \quad (9)$$

які виражають суб'єктивні за своєю природою сприйняття і думки випробовуваного через предикат  $P$ , що характеризує його об'єктивно спостережувана поведінка.

Невизначеність в процесі проектування усувається за допомогою виконання ітераційних процедур. Спочатку завдання вирішується при можливих значеннях вихідних даних і обмеженому числі врахованих чинників (перший цикл ітерацій, так зване «перше наближення»). Далі повертаємося на початок завдання і повторюємо її рішення, але вже з уточненими значеннями вихідних даних та переліком факторів, знайдених на попередньому етапі (другий цикл ітерацій, «друге наближення»). і т.д. Число циклів ітерацій залежить від ступеня невизначеності початкової постановки задачі, її складності, досвіду і кваліфікації проектувальника, необхідної точності рішення. У процесі наближень

можливе не тільки уточнення, але і відмова від початкових припущень. Якщо хочуть підкреслити, що початкове рішення задачі виконувалося в умовах повної або великої невизначеності, перший цикл ітерацій називають «нульовим наближенням». Не треба боятися ітерацій у своїй роботі, оскільки ще жоден технічний об'єкт (а також законопроект, книга та ін.) не був створений з першого разу. З іншого боку, бажано не захоплюватися ітераціями при виконанні дорогих або тривалих проектних робіт. В окремому випадку, коли немає ніяких припущень щодо вирішення завдання.

Психологічні чинники впливають на творчу діяльність [11–13]. На творчі здібності впливають спадковість, навколишнє природне і соціальне середовище, науково-технічна підготовка, ступінь розвитку уяви, здатність мислити образно і інші фактори. При цьому образність мислення дуже розвивають практичний досвід і мистецтво: в першу чергу – пластичні: живопис, графіка, скульптура. Однак у творчому процесі важливі не тільки здібності, але і знання факторів, які можуть перешкодити успішному досягненню мети. Г. Я. Буш виділяє низку неефективних стратегій вирішення завдань проектування і синдромів, що породжують бар'єри творчості.

Неефективні стратегії стосовно до людини з європейським складом характеру:

- стратегія віслюка Бурідана – перевага існуючого положення всяким змінам;
- стратегія Одиссея – очікування випадкового осяяння творчою ідеєю;
- стратегія Обломова – байдужість до суспільно значущих цілей;
- стратегія Антисфена – не зраджувати зовнішній світ, а внутрішньо пристосовуватися до нього.

Синдроми (поєднання ознак із загальним механізмом виникнення), що породжують перешкоди прояву або розвитку творчості:

- ситуативні бар'єри – географічні, відомчі, режимні, бюрократичні, отримання і розуміння інформації, роз'єднання творчого колективу в просторі, шкідливого впливу зовнішнього і соціального середовища, ситуаційний антагонізм у творчому колективі:

- контрсугестивні бар'єри – упередження, невіра в свої сили, недовіра до колег, егоцентризм, нігілізм, замкнутий спосіб життя, відсутність гумору, апатія;

- тезаурусні бар'єри – низький рівень інтелектуального розвитку, відсутність навичок громадської і творчої діяльності, неясне усвідомлення власних цілей, відсутність особистого фонду власних евристичних методів;

- бар'єри комунікабельності – невміння планувати і організовувати колективний вплив, творчу взаємодію і дружнє змагання, відсутність контактів з інформаційними та патентними службами, невикористання можливостей обміну досвідом та консультацій фахівців.

Бар'єри не завжди легко переборні, але зазвичай є можливість зменшити обмеження, що накладаються ними. Успіх також залежить і від особистих якостей інженера.

### Висновки

При проектуванні та конструюванні технічних систем необхідно знати не тільки закони і правила конструювання і проектування, але і психологію мислення конструктора. Знання таких особливостей і вміння їх враховувати при створенні нових технічних систем і об'єктів дозволить підвищити якість проектування і його кінцевого продукту.

При створенні нового виробу конструктор повинен якнайближче підійти до ідеальної моделі виробу. При цьому часто виникають технічні протиріччя. Усунення технічного протиріччя це деякий перетин множини характеристик, що накладаються згідно з вимогами до нашого виробу. Фактично це пошук оптимуму у багатовимірному просторі характеристик. При цьому процес проектування ведеться в умовах інформаційного дефіциту (невизначеності). Невизначеність в процесі проектування усувається за допомогою творчої діяльності з виконання ітераційних процедур. Психологічні чинники творчої діяльності (стратегії і бар'єри) впливають на процес проектування і їх потрібно враховувати.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] А. Н. Хорошев, *Основы системного проектирования технических объектов*. М.: МФТИ, 2011, 125 с.
- [2] В. Ю. Щербина, *Курс лекцій «Методологія проектування»*. К.: ЕКМО, 2010.
- [3] Л. Б. Черков, *Основы методологии проектирования машин*. М.: Машиностроение, 1988.
- [4] А. О. Лебедев, *Введение в анализ и синтез систем*. М.: МАИ, 2001.
- [5] Т.И.Алиев, *Основы проектирования систем*. СПб: Университет ИТМО, 2015.
- [6] О. В. Афанасьева, Е. С. Голик, Д. А. Первухин, *Теория и практика моделирования сложных технических систем*. СПб: СЗТУ, 2005.
- [7] В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, *Теорія технічних систем*. К.: Компринт, 2017.
- [8] Н. П. Заграй, *Основы инженерии проектирования технических систем*, ч. II. Таганрог: ЮФУ, 2013.

- [9] *Основи проектування і моделювання: Навчально-методичний посібник*, уклад. Л. М. Хоменко. Умань: ФОП Жовтий О. О., 2016.
- [10] Е. И. Юревич, *Основы проектирования техники: учеб. пособие*. СПб: СЗТУ, 2012.
- [11] *Конспект лекцій з кредитного модуля «Сучасні методи проектування» для студ. денної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст, магістр зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Машини і технології наковання»*, уклад. І. О. Казак. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017.
- [12] В. С. Стёпин, В. Г. Горохов, М. А. Розов, *Философия науки и техники*. М.: Гардарики, 1996.
- [13] Р. В. Зінько, «Проектування технічних об'єктів і систем», на XXII Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта». Київ: КПІ, 2021, с. 145-149.
- [14] Р. В. Зінько, *Морфологічне середовище для дослідження технічних систем*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014.

**Зінько Роман Володимирович** – д-р техн. наук, доцент кафедри автомобілебудування, e-mail: [rzinko@gmail.com](mailto:rzinko@gmail.com)

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

**Черевко Юрій Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів, e-mail: [cherevko\\_um@ukr.net](mailto:cherevko_um@ukr.net)

**Бойко Олег Дмитрович** – магістр, співробітник науково-дослідного відділу, e-mail: [boyko\\_o\\_d@ukr.net](mailto:boyko_o_d@ukr.net)

Національна академія сухопутних військ, м. Львів

**Поляков Андрій Павлович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**R. Zinko<sup>1</sup>**  
**Yu. Cherevko<sup>2</sup>**  
**A. Polyakov<sup>3</sup>**  
**O. Bojko<sup>2</sup>**

## Design design of technical systems

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University

<sup>2</sup>National Academy of Land Forces

<sup>3</sup>Vinnitsa National Technical University

*The psychology of designer thinking affects the design and construction of technical systems. Her knowledge and ability to take into account when creating new technical systems and facilities will improve the quality of the design of the final product.*

*When creating a new product, the designer must come as close as possible to the ideal product model. At the same time, technical contradictions often arise. The elimination of technical inconsistencies is some intersection of many characteristics that are imposed according to the requirements of the product. In fact, it is a search for the optimum in the multidimensional space of characteristics.*

*The starting point for design activities is the social order - the need to create certain objects, caused either by "gaps" in the practice of their manufacture, or competition, or the needs of social practice. The product of design activities, in contrast to design, is expressed in a special symbolic form - in the form of texts, drawings, graphs, calculations, models in computer memory, etc. The result of design activities must be materialized in the form of a prototype, which specifies the calculations, design and technical characteristics of the designed technical system, given in the project.*

*The design process is conducted in conditions of information deficit (uncertainty). The work describes the information deficit as metameric situations (division of the situation into similar or almost identical events or perceptions).*

*Uncertainty in the design process is eliminated through creative activities to perform iterative procedures. The number of cycles of iterative procedures depends on the degree of uncertainty of the initial statement of the problem, its complexity, experience and qualifications of the designer, the required accuracy of the solution.*

*Psychological factors of creative activity affect the design process and must be taken into account. Creative abilities are influenced by heredity, the natural and social environment, scientific and technical training, the degree of development of imagination, the ability to think figuratively and other factors.*

*Ineffective strategies and syndromes (barriers) also impose limitations on the creative thinking of the designer.*

**Key words:** psychology of thinking, design of technical systems, technical contradictions, information deficit.

**Zinko Roman** – Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Automotive Engineering, e-mail: [rzinko@gmail.com](mailto:rzinko@gmail.com)

**Cherevko Yuriy** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of department of Automobile, e-mail: [cherevko\\_um@ukr.net](mailto:cherevko_um@ukr.net)

**Polyakov Andriy** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)

**Bojko Oleg** – master, employee of research department, e-mail: [boyko\\_o\\_d@ukr.net](mailto:boyko_o_d@ukr.net)