

Р. В. Зінько¹
Т. І. Круць²
А. П. Поляков³

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

¹Національний університет «Львівська політехніка»
²Львівський державний автомобільно-дорожній коледж
³Вінницький національний технічний університет

Створення нових технічних систем відбувається на основі методів проектування, що враховують психологічні процеси людського мислення (серед яких основними можна вважати дії ділення, об'єднання, порівняння і перестановки. Інші дії є їх похідними), а також закони розвитку технічних систем. Дано означення цих процесів. Запропоновано класифікацію методів проектування (винахідництва), яка залежно від вибраного критерію може видозмінюватися. За ознакою загальності методи винахідництва можна розділити на всезагальні, загальні і часткові методи винахідництва.

Всезагальні методи винахідництва стосуються якнайширшого кола питань і зараховується до стратегічних засобів вирішення винахідницьких завдань. Загальні методи винахідництва застосовуються для вирішення широкого кола винахідницьких завдань в різних областях техніки. До таких методів можна віднести методи евристичної аналогії, евристичного об'єднання, евристичної інверсії і т. д.

До часткових методів винахідництва належать методи, призначені для вирішення спеціальних винахідницьких завдань або завдань у визначеній, як правило, вузькій області техніки. До їхнього числа входять, наприклад, метод перетворення зворотно-поступального руху в обертовий, метод віддаленої гібридизації, метод компаундування і т. д. Процес створення нових технічних систем в цілому поділяють на три фази (стадії), які називають по-різному: 1) дивергенція, аналіз, збирання, накопичення знань; 2) трансформація, синтез, дозрівання, інкубація – закінчується осяянням; 3) конвергенція, оцінка, контроль, перевірка. Описано етапи проектування з погляду формування необхідного напрямку вдосконалення технічних систем і подальшого формування раціональної структури з використанням механізму почленної диз'юнкції.

Ключові слова: технічні системи, процеси людського мислення, методи проектування (винахідництва), процес створення нових технічних систем.

Вступ

Створення нової техніки дозволяє вдосконалювати матеріальне виробництво, яке покликане задовольняти потреби людини в продовольчих товарах, побутових виробках, житлі та ін. До продукції цього виробництва висуваються вимоги за критеріями якості, ефективності і ціни. Тому і до машин, що їх продукують, пред'являють аналогічні вимоги.

Темпи зміни поколінь технічних рішень почали значно випереджати темпи зміни поколінь їхніх розробників. Тепер за час трудової діяльності одного фахівця в передових галузях виробництва відбувається зміна декількох поколінь технічних засобів. Таке швидке технічне переоснащення викликає таке ж швидке старіння накопиченої бази знань і вимагає її швидкої модернізації і доповнення. Але і до розробників висуваються всезростаючі вимоги і ставляться все нові завдання. Щоб конструктор не відставав від технічного прогресу в різних областях техніки, йому доводиться безперервно удосконалювати свої знання і уміння, виходячи не тільки з вузької спеціалізації, але й враховуючи досвід і технічні можливості прогресу.

Аналіз публікацій

Модернізації знань особливо допомагає величезний об'єм науково-технічної, виробничої і технологічної інформації, яка є в Інтернеті, і яку надають науково-технічні, дослідні інститути, а також промислові лабораторії.

Іншими, не менш актуальними, вимогами до конструкторів є оволодіння методами пошуку нових технічних ідей. Широко відома розроблена Г. С. Альтшуллером теорія вирішення винахідницьких завдань (ТРВЗ), яка базується на законах розвитку технічних систем, емпірично встановлених розробниками на основі аналізу життєвих циклів декількох десятків різних технічних (в основному машинних) систем [1]. Ці закони визначають логіку постановки і вирішення завдань, а також оцінку

отриманих рішень, включаючи прогнозування майбутніх завдань і рішень тобто прогнозування розвитку систем. Евристичні підходи до постановки і вирішення проблем, засновані на специфіці людського мислення, більшою мірою представлені Г. Я. Бушем [2], В. В. Івановим [3]. Механістичні принципи представлені низкою авторів [4–10]. В основі їх лежать елементи системного підходу. Інші дослідники [11–13] проводили аналіз методів створення технічних систем. Автори стверджують: створення нової технічної системи – процес, пов'язаний з винахідником, його мисленням і методами створення. При цьому на кінцевий результат впливає врахування законів розвитку технічних систем, метод створення (проектування, винайдення) і психо-фізіологічний стан винахідника-проектанта. Автори досліджують технологію проектування без врахування процесу мислення, при якому з'являється (синтезується) нова технічна система. В їхніх дослідженнях констатується факт, що різні проектант при однакових умовах отримують різні результати. Процес створення нових технічних систем в цілому поділяють на три фази (стадії), які називають по-різному: 1) дивергенція, аналіз, збирання, накопичення знань, 2) трансформація, синтез, дозрівання, інкубація – закінчується осяянням, 3) конвергенція, оцінка, контроль, перевірка.

Суттєва неоднозначність опису і пояснення розумових операцій, задіяних винахідником-проектантом при синтезі нової технічної системи. Так П. Хілл [7] налічує їх десять, Д. С. Чугунов [14] налічує їх вісім, Г. Я. Буш налічує п'ять, А. Н. Хорошев – п'ять. У багатьох авторів немає чіткого розподілу між розумовими операціями і методами проектування, в яких ці операції є переважаючими на деяких фазах (стадіях) процесу створення.

Отже, процес створення нових технічних систем лежить на перетині техніки, психології, фізіології і, навіть, філософії. Нема чіткого розуміння психічних операцій (дій), процесів і їх зв'язку з методами проектування. Нема чіткого опису фаз проектування з точки створення технічної системи. Не впорядкована класифікація методів проектування.

Викладення основного матеріалу

Змодельємо процес сприйняття довкілля людиною.

Інформація про довкілля надходить до мозку потоком і за допомогою рецепції ми її сприймаємо вже як суб'єкти внутрішнього представлення свідомості. В кожен момент часу мозок сприймає поточне уявлення про світ (рис. 1). У поточному уявленні знаходить віддзеркалення як інформація, що отримується ззовні через органи чуття, так і думки і переживання. Поточне уявлення в кожен момент часу містить в собі картину того, як мозок відображає навколишній світ, як він на нього реагує, що він думає і які емоції у нього це породжує. Поточне уявлення складається з об'єктів (елементів), які містять узагальнені іменники, мотивації (емоції) і цензори (обмежувачі). Інформація про поточний стан поточного уявлення передається за межі мозку через моторні реакції організму і внутрішню мову. Мова має ендогенні (зовнішні) поняття (уявлення), які, на відміну від екзогенних (внутрішніх), не беруться з попередніх станів, а виникають в самих поточних уявленнях під час мислення.

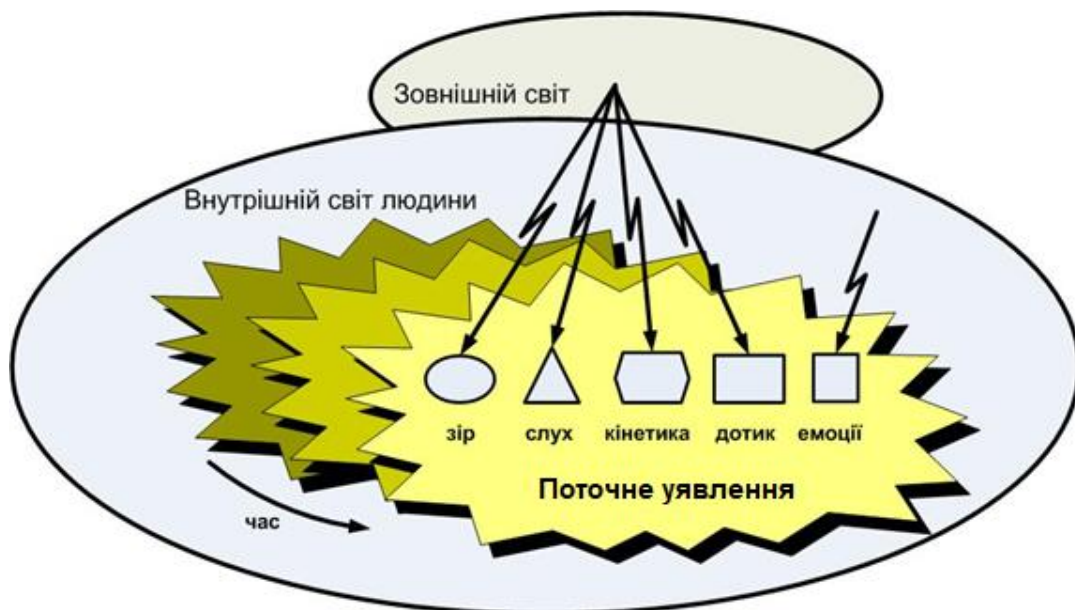


Рис. 1. Еволюція поточного уявлення

Поточне уявлення не є стаціонарним. Розповсюдження збудження від активних ділянок мозку і збудження за рахунок асоціативних зв'язків нових слів внутрішньої мови приводить до переходу в новий стан поточного уявлення. Зміна таких станів утворює еволюцію поточного уявлення і є відображенням зовнішнього світу – мультиплікацією. Зміна поточного стану відбувається як завдяки зміні зовнішніх подразників, так і за рахунок залучення до процесу збудження нових слів внутрішньої мови, що асоціюються з раніше збудженими, а також гальмування – повного або часткового – раніше активних слів.

В поточних представленнях відбуваються процеси:

Усвідомлення – властивість мозку відчувати зміни поточного уявлення. Величина зміни є асоціативним зв'язком.

Процес балансування (врівноваження, стабілізації) – коливний процес приведення системи в динамічну рівновагу. З одного боку для противаги збудникам використовується контрдисбаланс (інертність, гальмування процесів, збурень), з іншого боку робота, (збудження) на випередження (передбачення подій).

Запам'ятовування – постійний процес фіксації потокового уявлення.

Увага – концентрація на найбільш невірноваженому процесі.

Сон (самостабілізація) – необхідний процес врівноважування системи мислення, для цього система мислення періодично замикається сама на себе.

Воля зводиться до послідовної активації груп м'язів, відповідних контрдисбалансам, отриманим при балансуванні, еволюції картини перцепції в мисленні. Завданням механізму волі є перетворити контрдисбаланси, що перцептують картини загального, абстрактного характеру в конкретні активації/деактивації м'язів.

Навчання – процес розстановки градієнтів врівноваження, а також вибір пріоритетних градієнтів. Навчання відбувається за принципом відсіювання: на основі бази поточних уявлень відбувається відбір і відсікання надлишкової (тієї, що не підходить за вибраними пріоритетами). Тому знання суб'єктивні, вірогідні, відносні. Знання – сировина (а не кінцевий продукт) для мислення. Кінцевим продуктом є стан волі.

Мислення – неперервний процес сприйняття інформації потокового уявлення, усвідомлення, а також балансування (врівноваження) внутрішнього стану мозку (збурення) із зовнішнім впливом (збурювачем). Мислення – складний психічний процес, що характеризується узагальненістю і опосередкованістю. Воно дозволяє пізнавати як наочні зв'язки, стосунки об'єктів, явищ, так і їх суть. Мислення може бути наочним, абстрактним, оперативним і т. д. Усі види мислення зазвичай виступають в єдності, переважання того або іншого з них залежить від завдання, досвіду, знань, індивідуальних особливостей, інтересів і віку людини. Мислення розпочинається з постановки завдання, питання. Потім йде пошук, побудова попередньої відповіді (гіпотези), розумова або практична перевірка прийнятого рішення. Якщо гіпотеза виявилася невірною, процес повторюється.

Уява – здатність свідомості створювати образи, об'єкти, уявлення, ідеї і виконувати з ними дії, маніпулювати ними.

Класифікація процесів уяви:

1. За результатами:

- репродуктивна уява (відтворення дійсності такою, яка вона є);
- продуктивна (творча) уява: з відносною і абсолютною новизною образів;

2. За мірою цілеспрямованості:

- активна (довільна) – включає відтворюючу і творчу уяву;
- пасивна (мимовільна) – включає неумисну і непередбачувану уяву.

3. За видом образів: конкретна і абстрактна.

4. За механізмами уяви:

- аглютинація – з'єднання непок'єднаних в реальності об'єктів;
- гіперболізація – збільшення або зменшення предмета і його частин;
- схематизація – виділення відмінностей і виявлення рис схожості;
- акцентування – підкреслення особливостей об'єктів;
- типізація – виділення істотного, такого що повторюється в однорідних явищах.

5. За мірою вольових зусиль: умисна і неумисна.

З урахуванням [15–19] дамо означення дії (операції), процесу, методу.

Дія – це основна одиниця аналізу діяльності, спрямована на реалізацію мети (мета – образ бажаного результату).

Психічні процеси – стійка і цілеспрямована сукупність взаємозв'язаних нервово-психічних актів в

часі, які за певною схемою перетворюють входи у виходи для отримання певного продукту, результату, що має цінність для психіки в цілому.

Метод (від др.-греч. μέθοδος – шлях дослідження або пізнання, від μετά – рух у просторі або часі + ὁδός – шлях) – систематизована сукупність кроків, дій, які націлені на розв’язання певної задачі, або досягнення певної мети. На відміну від галузі знань або досліджень, є авторським, тобто створеним конкретною персоною або групою персон, науковою або практичною школою. В силу своєї обмеженості рамками дії і результату, методи мають тенденцію застарівати, перетворюючись в інші методи, чи розвиватися відповідно до часу, досягнень технічної і наукової думки, потреб суспільства. Сукупність однорідних методів прийнято називати підходом. Розвиток методів є природним наслідком розвитку наукової думки.

Виділимо основні психологічні дії (операції) (табл.1).

Таблиця 1

Основні психологічні дії (операції)

Основні психологічні дії	Їхні похідні	Зворотні дії
Ділення	Скорочення, класифікація, типологізація	Об’єднання
Об’єднання = групування	Узагальнення	Ділення
Порівняння = підбирання	Асоціація, аналогія,	Протиставлення, інверсія
Перестановки	Метризація, серіалізація	Структуризація

Ділення – перехід, приведення складного до простішого виду, пониження – зменшення, усікання чого-небудь. Ділення відбувається шляхом перерахування усіх видів (тобто менших за об’ємом понять), що входять до складу подільного поняття. Звідси зрозуміло, що розділені можуть бути тільки загальні поняття, різні частини, охоплені одним цілим. Зрозуміло також, що для ділення необхідно мати основу або принцип (principium divisionis), що робить можливим правильне перерахування отриманих завдяки діленню його членів (parles divisionis) (рис. 2,а).

Від правильного ділення вимагається:

- повнота ділення: усі члени ділення мають бути перераховані;
- чистота: члени ділення не є пересічними поняттями.

Основою для ділення може служити будь-яка ознака подільного поняття. Користуючись ознакою як принципом ділення можна, за посередництва закону протиріччя, завжди отримати чисте двочленне ділення (дихотомію), наприклад ділити предмети на неорганічні і органічні, і т. д.

Скорочення, редукція – зменшення кількості об’єктів (рис. 2,б).

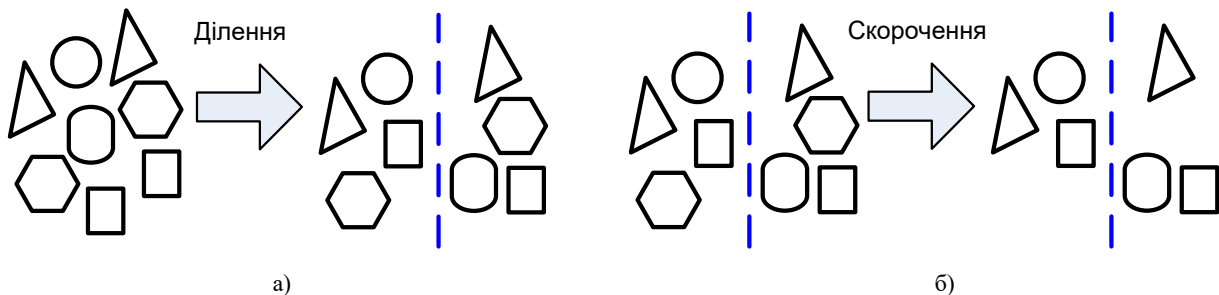


Рис. 2. Дії ділення (а) і скорочення (б)

Класифікація (від лат. classis – розряд і лат. facere – робити) – це осмислене впорядкування речей, явищ, розділення їх на різновиди згідно з будь-якими важливими ознаками [20]. Класифікація – багатоступінчасте, розгалужене ділення логічного об’єму поняття. Якщо говорити про множину об’єктів, то це означає розбиття її на непересічні підмножини за допомогою деякого набору ознак. Класифікація – дія поділу об’єктів дослідження або спостереження відповідно до їхніх загальних ознак з послідувачим їх групуванням.

Правила класифікації (ділення об’єму поняття):

- у одній і тій же класифікації необхідно застосовувати одну основу.
- об’єм членів класифікації повинен дорівнювати об’єму класу, що класифікується.
- члени класифікації повинні взаємно виключати один одного.
- поділ на підкласи має бути безперервним.

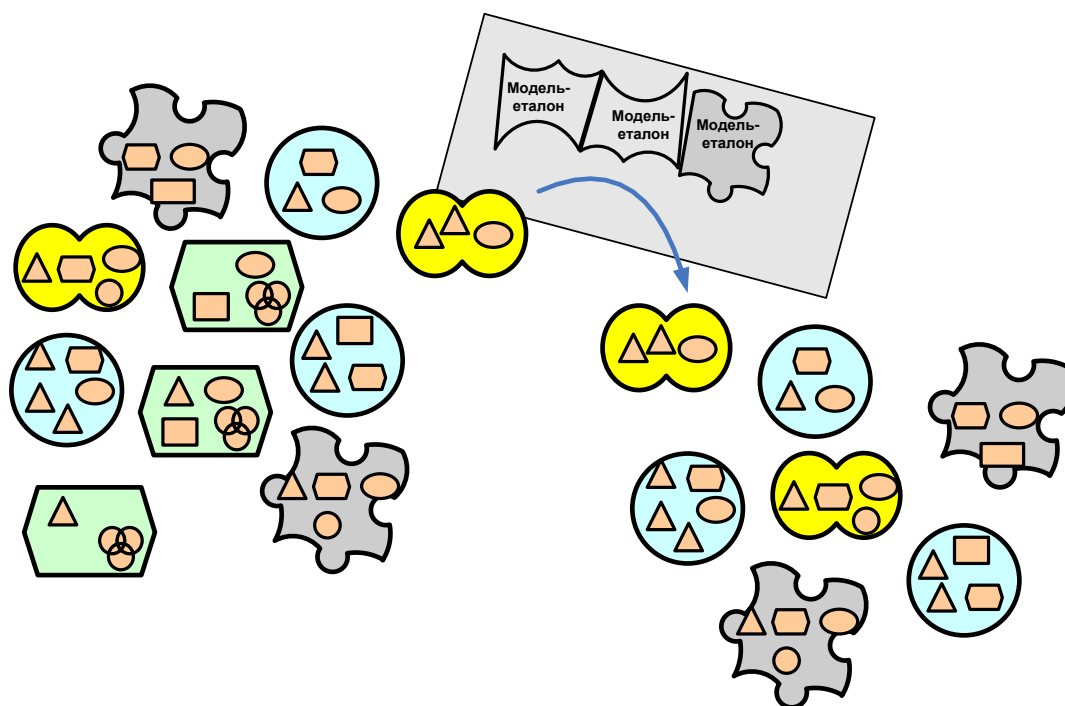


Рис. 3. Дія класифікації

Класифікація за істотними ознаками називається типологією. Вона заснована на понятті типу, як одиниці розчленування реальності, що вивчається, конкретної ідеальної моделі об'єктів (біологічні, мовні і т. п. типології), що історично розвиваються. Типологізація (грец. *tipos* – відбиток, форма, зразок і *logos* – слово, вчення) – розбиття деякої сукупності об'єктів, що вивчається, на впорядковані і систематизовані групи з допомогою ідеалізованої моделі або типу (ідеального або конструктивного). Типологізація проводиться за вибраним і концептуально обґрунтованим критерієм (критеріями) або за емпірично виявленою і теоретично інтерпретованою основою (підставою), що дозволяє розрізнити відповідно теоретичні і емпіричні типологізації.

Порівняння = підбирання – дія, пов'язана з кількісним або якісним зіставлення різних властивостей (схожості, відмінностей, переваг і недоліків) двох (і більше) об'єктів.

Порівняння – пізнавальна операція, що лежить в основі суджень про схожість або відмінність об'єктів. Порівняння має сенс тільки в сукупності «однорідних» предметів, що утворюють клас. Порівняння предметів в класі (*tertium comparationis*) здійснюється за ознаками, істотними для цього розгляду, при чому предмети, порівнянні за однією ознакою, можуть бути непорівнянні за іншою ознакою.

Підбирання відбувається на основі інформаційно-енергетичної взаємодії. Схема інформаційно-енергетичної взаємодії між входними об'єктами (ВО) і «шкалами» – моделями-еталонами (МЕ) в морфологічному просторі представлена на рис. 4. Характер і конфігурація взаємодії визначаються тільки властивостями самих елементів, їхньою структурою і енергетичним станом. Певні елементи організуються в одну із стійких структур (рис. 5), де зв'язки і їх характер взаємодії між елементами визначається природою і енергетичним станом самих елементів. На схемі це показано графічною подібністю взаємодіючих елементів, що підкреслює процес самоорганізації і високу специфічність виникаючих структур і топологію зв'язків їх елементів. Рішення «так» приймається як кінцевий рівноважний стан при підбиранні з урахуванням зовнішніх впливів та подразників.

Асоціація (від лат. з'єднання) – зв'язок двох або декількох психічних явищ, при якому актуалізація одного з них спричиняє за собою появу іншого. Асоціація може бути зв'язком почуттів, уявлень, ідей і т. п. Розрізняють три види асоціації: по суміжності, схожості і контрасту. Асоціація по суміжності утворюється, наприклад, при заучуванні іноземних слів, при запам'ятовуванні розташування предметів, послідовності прийомів і дій. Асоціація по схожості виникає, наприклад, при порівнянні аналогій. Асоціація по контрасту – при протиставленні протилежностей. Виділяють ще причинно-наслідкові асоціації – при встановленні і розкритті причин тих або інших подій.

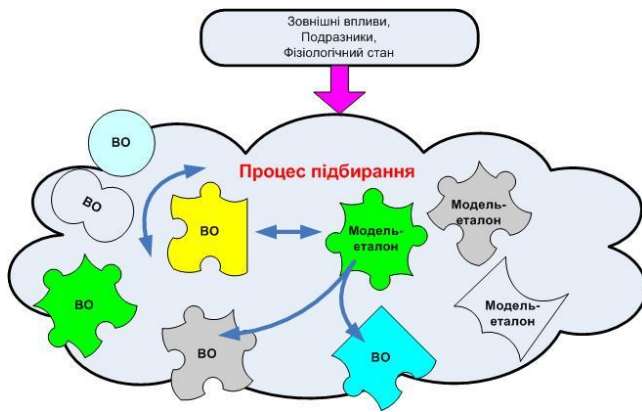


Рис. 4. Дія підбирання вхідних об'єктів на основі моделі-еталону

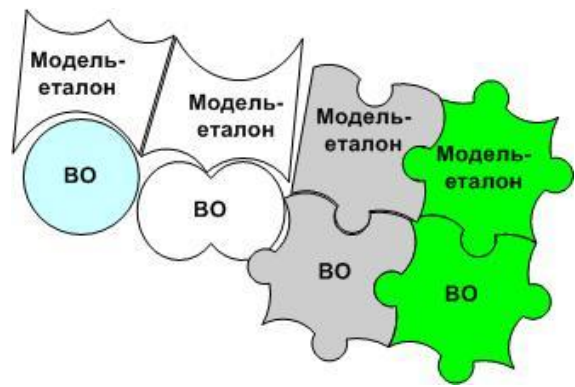


Рис. 5. Взаємодія вхідних об'єктів з моделями-еталонами під час дії підбирання (порівняння)

Фізіологічною основою асоціації є короточасний нервовий зв'язок, а фундамент цього психологічного явища базується на умовних рефlekсах. У основі асоціації лежить короточасна умовна генерація психічних зв'язків, що відповідають за предметну схожість (аналогію). Основа розумового процесу зводиться до операцій аналізу і синтезу, до їх взаємозв'язку з іншими розумовими операціями і процесами. Приміром, ми бачимо предмет, підсвідомість його аналізує, а уява синтезує щось подібне (в цілому аналізує предмет, обставини), що зустрічалися раніше, або в подібній ситуації, що склалася.

За типом утворення асоціації розрізняють:

- асоціації по схожості;
- асоціації по контрасту;
- асоціації по суміжності в просторі або в часі;
- причинно-наслідкові асоціації.

Аналогія (від грец. відповідність) – схожість між предметами, явищами в яких-небудь властивостях. Як форма мислення – цей індуктивний висновок, коли на основі схожості двох об'єктів за якимись одними ознаками робиться висновок про їх схожість за іншими ознаками. Аналогія не дає достовірного знання, але відіграє важливу роль при висуненні гіпотез як засіб з'ясування проблеми і напряму її вирішення. Наприклад, аналогія між живими організмами і технічними пристроями сприяє вирішенню інженерних завдань. Для підвищення вірогідності виведень аналогічно необхідно розширити коло збігів істотних ознак об'єктів, що зіставляються, враховувати відмінності між ними.

Протиставлення, інверсія в логіці (від лат. *inversio* – перевертання) – перевертання сенсу, зіставлення, порівняння будь-яких об'єктів з метою вказати на їхню несхожість, протилежність

Перестановками елементів називаються групи елементів, що складаються з одних і тих же елементів і відрізняються один від одного тільки їхнім порядком.

Метризація – визначення відстані в метричному просторі. Метричним простором називається множина, в якій визначена відстань між будь-якою парою елементів.

Серіалізація – підбирання, перестановка об'єктів в порядку зростання або спадання властивості, обраної за критерій зміни. Зворотною до операції серіалізації є операція десеріалізації (структуризації) (рис. 5).

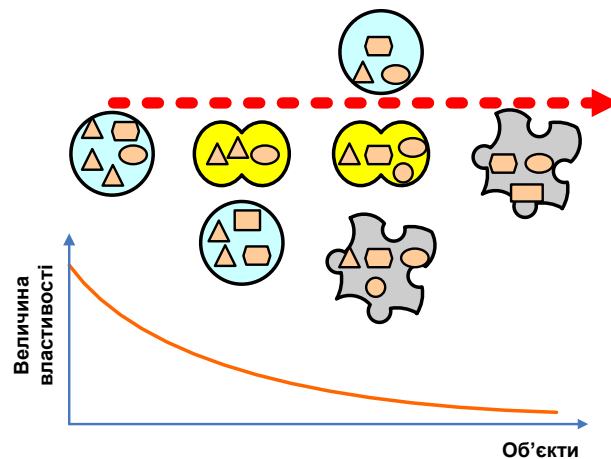


Рис. 5. Дія серіалізації

Об'єднання, групування – отримання з декількох об'єктів одного цілого (рис. 6).

Узагальнення – уявне з'єднання схожих ознак декількох предметів в одному понятті про ці предмети. Узагальнюються ті схожі ознаки окремих предметів, які виділяються в процесі їхнього аналізу, порівняння і абстрагування (див. рис. 6). Узагальнення – це і перехід від більш часткового поняття до загальнішого. Виділяють емпіричне і теоретичне узагальнення. Функція емпіричного узагальнення полягає у впорядкуванні різноманіття предметів, в їх класифікації. Функція теоретичного узагальнення полягає в сходженні від абстрактного до конкретного, у виділенні істотних внутрішніх зв'язків об'єкта, що визначають цей об'єкт як цілісну систему.

Види узагальнення відповідають видам мислення. Найбільш вивчені узагальнення у формі значень слів. Узагальнення виступає також засобом розумової діяльності. Прості узагальнення полягають в об'єднанні, групуванні об'єктів на основі окремої, випадкової ознаки (синкретичні об'єднання). Складнішим є комплексне узагальнення, при якому група об'єктів об'єднується в єдине ціле за різними підставами. Найбільш складне таке узагальнення, при якому чітко диференціюються видові і родові ознаки, об'єкт включається в деяку систему понять. Комплексні узагальнення (як і синкретичні) представлені на будь-якому рівні складності інтелектуальної діяльності. Одне і те ж узагальнення може бути сформоване в результаті різної організації дослідницьких дій людини (узагальнення, побудоване на основі мінімально необхідних даних, і те ж саме узагальнення, побудоване на основі надмірних даних).

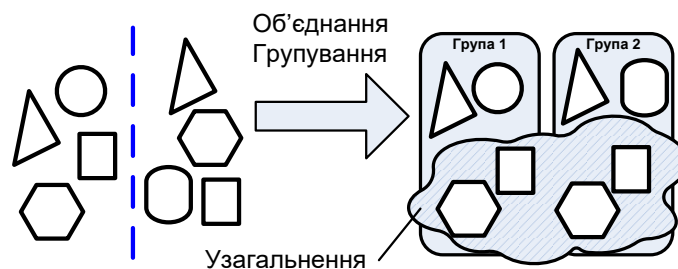


Рис. 6. Дії групування і узагальнення

Модифікація (пізньюлат. *modificatio* – встановлення міри, від лат. *modus* – міра, вид, образ, скороминуща властивість і лат. *facio* – робити) – процес перетворення, видозміна чого-небудь з придбанням нових властивостей.

Пристосування, адаптація – модифікація за критерієм.

Аналіз – процеси, в яких домінуючою є дія ділення.

Синтез – процеси, в яких домінуючою є дія об'єднання. Синтез (від грец. *synthesis* – з'єднання, поєднання, складання) – розумова операція, що полягає в з'єднанні різних ознак об'єкта або процесу, виділених на попередній стадії аналізу, в деяку систему з відтворенням ієрархічних зв'язків, властивих реальним об'єктам.

Індукція (від лат. *inductio* – виведення) – процес логічного висновку на підставі переходу від окремих положень до загальних. Серед найбільш важливих законів індуктивної логіки виступають правила доказів, що пов'язують причину і наслідок:

- завжди, коли виникає причина, виникає і феномен (наслідок);
- завжди, коли є феномен (наслідок), йому передуює причина;
- якщо варіює причина, варіює і феномен;
- якщо причина має додаткові властивості, то і феномен набуває додаткових властивостей.

Види індукції:

Повна індукція – метод доказу, при якому твердження доводиться для кінцевого числа окремих випадків, що вичерпали всі можливості.

Неповна індукція – спостереження за окремими випадками наводять на гіпотезу, яка потребує доведення.

Математична індукція – метод доведення для послідовності натуральних чисел або об'єктів, однозначно занумерованих натуральними числами.

Дедукція (від лат. *deductio* – виведення) – рух думки від загального до окремого і одиничного, виведення часткового і одиничного із загального. Оскільки в дедуктивному висновку відбувається об'єднання знань, даних в окремих послідах, дедукцію зв'язують з аналізом і синтезом. У формуванні послідах дедуктивних висновків істотну роль грає узагальнення спостережень і експериментів, що пов'язано з індуктивними процесами. Дедукція припускає пояснення спостережуваних явищ через загальний закон

і знаходження доказів знайдених виведень.

Абстра́кція (від лат. abstractio – відвернення) – відвернення в процесі пізнання від несуттєвих сторін, властивостей, зв'язків об'єкта (предмета або явища) з метою виділення їхніх істотних, закономірних ознак; абстрагування – теоретичне узагальнення як результат такого відвернення.

Деякі типи абстракції:

- примітивна чуттєва абстракція – відволікається від одних властивостей предмета або явища, виділяючи інші його властивості або якості (виділення форми предмета, відволікся від його кольору або навпаки). В силу нескінченного різноманіття дійсності ніяке сприйняття не в змозі охопити усі її сторони, тому примітивна чуттєва абстракція здійснюється в кожному процесі сприйняття і неминуче пов'язана з ним.

- узагальнювальна абстракція – дає узагальнену картину явища, абстрактну від приватних відхилень. В результаті такої абстракції виділяється загальна властивість досліджуваних об'єктів або явищ. Цей вид абстракції вважається основним в математиці і математичній логіці.

- ідеалізована абстракція – заміщення реального емпіричного явища схемою, що ідеалізується, абстрактною від реальних недоліків. В результаті утворюються поняття об'єктів, що ідеалізуються (ідеальних), «ідеальний газ», «абсолютно чорне тіло», «пряма» та ін.

- ізолююча абстракція – тісним чином пов'язана з мимовільною увагою, оскільки при цьому виділяється той зміст, на якому зосереджується увага.

- абстракція актуальної нескінченності – відвернення від принципової неможливості зафіксувати кожен елемент нескінченної великої кількості, тобто нескінченні множини розглядаються як кінцеві.

- конструктивізація – відвернення від невизначеності меж реальних об'єктів, їх «огрублення».

За цілями:

- формальна абстракція – виділення таких властивостей предмета, які самі по собі і незалежно від нього не існують (форма або колір).

- змістовна абстракція – вичленення тих властивостей предмета, які самі по собі мають відносну самостійність (клітина організму).

Конкретизація – процес наповнення когнітивної картини будь-якого схематизованого предмета окремими ознаками, за рахунок чого виявляється можливим рух від однієї схеми до іншої, оптимальнішою для вирішення конкретних завдань.

Конкретизація (від лат. concretus – згущений, такий, що склався) – включення явища (поняття, події і т. п.), що вивчається, в різноманіття дійсних зв'язків і стосунків. Конкретизація в поєднанні з абстракцією дає узагальнене знання і дозволяє побачити за загальними станами конкретні факти, а конкретні факти зрозуміти як одиничні прояви їх загальної основи, які лише в цих часткових фактах знаходять своє вираження.

Класифікація методів винахідництва (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація методів винахідництва

Методи проектування	За ознаками						
	Загальності	Детермінованості	Призначенням	Складності	Функціонування	Відношення до особистості	Основної психологічної дії
1	2	3	4	5	6	7	8
Мозковий штурм	Всеосяжний	Евристичний	Пошук рішення	Простий	Психологічна активізація мислення	Особистісний, колективний	Асоціація
Синектика	Всеосяжний	Евристичний	Пошук рішення	Складний	Психологічна активізація мислення	Особистісний, колективний	Аналогія
Морфологічний аналіз	Загальний	Алгоритмічний	Пошук рішення	Складний	Систематизований пошук	Знеособлений	Перебір
Фокальні об'єкти	Загальний	Евристичний	Замисел, реалізація	Простий	Психологічна активізація мислення	Знеособлений	Перебір
ТРВЗ	Загальний	Алгоритмічний	Пошук рішення	Складний	Направлений пошук	Знеособлений	Перебір
Багатократна послідовна класифікація	Загальний	Алгоритмічний	Підготовка, замисел	Простий	Систематизований пошук	Знеособлений	Перебір
Функціональний аналіз	Загальний	Алгоритмічний	Пошук рішення	Простий	Систематизований пошук	Знеособлений	Абстрагування

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Список контрольних питань	Всеосяжний	Алгоритмічний	Пошук рішення	Простий	Систематизований пошук	Знеособлений	Перебір
Метод Коллера	Загальний	Алгоритмічний	Замисел	Складний	Направлений пошук	Знеособлений	Абстрагування
6 сигм	Частковий	Алгоритмічний	Реалізація	Простий	Управління	Особистісний, колективний	Аналогія, порівняння, узагальнення
Діаграма Парето	Всеосяжний	Алгоритмічний	Реалізація	Простий	Управління	Знеособлений	Ділення, серіалізація
Паралельна інженерна розробка	Загальний	Алгоритмічний	Реалізація	Простий	Управління	Особистісний, колективний	Перебір, синтез
Кумулятивна стратегія Пейджа	Загальний	Алгоритмічний	Реалізація	Складний	Управління	Управління	Аналіз, класифікація
Метод компаундування	Частковий	Алгоритмічний	Реалізація	Простий	Управління	Управління	Ділення

За ознакою загальності методи винахідництва можна розділити на всеосяжні, загальні і часткові методи винахідництва. Всеосяжні методи винахідництва стосуються якнайширшого кола питань і зараховується до стратегічних засобів вирішення винахідницьких завдань. Загальні методи винахідництва застосовуються для вирішення широкого кола винахідницьких завдань в різних областях техніки. До таких методів можна віднести методи евристичної аналогії, евристичного об'єднання, евристичної інверсії і т. д. До часткових методів винахідництва належать методи, призначені для вирішення спеціальних винахідницьких завдань або завдань у визначеній, як правило, вузькій області техніки. До їхнього числа входять, наприклад, метод перетворення зворотно-поступального руху в обертовий, метод віддаленої гібридизації, метод компаундування і т. і. Слід зазначити, що ділення методів на загальні і часткові є умовним: практично важко окреслити межу між одними і іншими. Крім того, у винахідницькій практиці вузькоспеціальні окремі методи нерідко застосовуються для вирішення раніше не передбачених завдань і дають у разі успіху, як правило, дуже оригінальні рішення.

За ознакою детермінованості методи винахідництва можна ділити на евристичні і алгоритмічні. Жорстко детерміновані алгоритмічні методи принципово непридатні для знаходження рішення винахідницької задачі, хоча і можуть бути використані в творчому процесі винахідника для здійснення операцій репродуктивного типу. Евристичні методи (неповні алгоритми, рекомендації, приписи, що не мають властивостей детермінованої і обов'язкової результативності) нині є основними при вирішенні винахідницьких завдань. За евристичним принципом методи вирішення винахідницьких завдань можна умовно розділити на такі основні види: методи евристичної аналогії, евристичного комплексу, евристичного розділення і редукції, евристичної інверсії і методи евристичного комбінування. Ці основні групи, у свою чергу, діляться на методи, що мають свої особливості і прийоми.

За призначенням методи винахідництва на стадіях творчого процесу винахідництва класифікуються як:

1. Підготовка – пошук інформації, виявлення суспільних потреб, прогнозування, вибір теми.
2. Задум – аналіз інформації, постановка завдання, визначення поля вирішення, вибирання засобів розв'язання задачі.
3. Пошук вирішення – генерування ідей, апробація ідей, верифікація ідей.
4. Реалізація – конкретизація і оформлення рішення; дослідна перевірка рішення, освоєння, поширення і пропаганда рішення.

За рівнем складності методи винахідництва розділяють на прості і складні. До простих зараховують способи постановки, вирішення, реалізації винахідницького завдання, що містять елементарні операції, використовувані в певних типових ситуаціях. Такі, наприклад, як метод змішування інгредієнтів речовини, метод застосування гнучких проміжних елементів для з'єднання технічних об'єктів або їхніх частин і т. д. Складні методи містять елементи декількох простих. Так, метод поетапної мозкової атаки містить елементи зворотної мозкової атаки, прямої мозкової атаки, подвійної мозкової атаки і мозкової атаки експертів. Прості і складні методи винахідництва, як правило, застосовуються для виконання певної стадії або кроку творчого процесу винахідника.

У зв'язку з розвитком кібернетики останнім часом прийнято підрозділяти методи винахідництва на методи, призначені для вирішення винахідницьких завдань людиною, методи вирішення

винахідницьких завдань кібернетичними машинами і методи, призначені для вирішення людиною в співдружності з кібернетичними машинами. Деякі з цих методів можуть бути універсальними.

За прив'язкою до особистості:

Особистісні – індивідуальні або колективні.

Знеособлені.

За домінуючою психологічною дією (операцією): ділення, скорочення, класифікація, типологізація, об'єднання, узагальнення, порівняння, асоціація, аналогія, інверсія, перестановки, метризація, серіалізація, структуризація.

Процес створення нових технічних систем в цілому поділяють на три фази (стадії), які називають по-різному:

1) дивергенція, аналіз, збирання, накопичення знань.

Дивергенція - дослідження проектної ситуації і розширення її меж з метою забезпечення досить великого простору для пошуку вирішення.

На стадії дивергенції або задуму шляхом збору і аналізу доступної інформації визначається і локалізується проблемна ситуація [2]. Здійснюється початкове формулювання завдання, виявляється центральне питання, або фокальна точка завдання, визначається необхідна вимога, встановлюються істотні обмеження, зв'язки завдання з суміжними завданнями, вивчається історія вирішення аналогічних завдань, аналізуються потреба, актуальність, здійсненність і оптимальний рівень вирішення. На цій же стадії створюється уявна, графічна або математична модель проблемної ситуації, визначаються основні компоненти завдання і міра їхньої популярності, а також намічаються плани пошуків вирішення, вибираються методи цього вирішення і виникає його задум.

Винахідницька діяльність – це вирішення технічних завдань шляхом переробки інформації в умовах її дефіциту. Стратегію переробки інформації, що моделює оптимальну поведінку людини в цих умовах, можна розглядати як теорію і методику винахідництва. З цієї точки зору процес створення винаходу складається з двох основних елементів: контекстуальної основи, головним елементом якої є сукупність даних про суспільні потреби і протиріччя між ними і можливостями в системі "Людина – техніка – середовище", а також штучно конструйованій моделі винаходу, постійно коригованій в процесі вирішення винахідницького завдання.

У багатьох випадках завдання доцільно розділити на декілька підзадач і висунути для кожної з них центральне питання. Проте часто паралельне розв'язання таких підзадач призводить до результатів, що важко об'єднуються в одній системі [21]. Тому для розв'язання підзадач встановлюється оптимальна послідовність.

Відомо, що формулювання винахідницького завдання в специфічних термінах з урахуванням жорстких обмежень лімітує творче мислення, перешкоджаючи досягненню мети. З цієї причини винахідницьке завдання спочатку слід сформулювати в загальному вигляді без специфічних термінів, не упускаючи, проте, з виду мети винаходу і центральне питання завдання. Формулювання винахідницького завдання доцільно, якщо це можливо, викласти письмово, графічно, математично. Ретельна постановка завдання є ніби препаруванням проблемної ситуації і дозволяє знайти хоч би деякі з можливих напрямів пошуків, а частенько і відправні точки, що обмежують поле пошуків розв'язань задачі.

На етапі дивергенції можуть використовуватися методи: формулювання завдання; пошук літератури; виявлення невідповідностей, в т. ч. візуальних; інтерв'ювання споживачів; анкетні опитування; дослідження поведінки споживачів; системні випробування, метою яких є визначення дій, здатних привести до бажаних змін складної проектної ситуації; вибір шкал вимірювання, щоб співвіднести вимірювання і обчислення з похибками спостережень, з вартістю збору даних і з завданнями проекту; накопичення і «згортання» даних. Також можуть бути застосовані методи: мозковий штурм, синектика, ліквідація тупикової ситуації, морфологічний аналіз, ТРВЗ та ін.

Тобто на цьому етапі відбувається формування пошукового поля, контури якого намічають на основі попередніх наробок в цій галузі. Намічаються градієнти подальших досліджень.

2) трансформація, синтез, дозрівання, інкубація – закінчується осяянням.

Трансформація – це стадія пошуку ідей, створення принципів і концепцій, пора натхнення, припущень і осяянь. На цій стадії значною мірою задіяна підсвідомість винахідника.

На стадії трансформації або пошуків передбачається план вирішення шляхом уявних проб, спрямованих на трансформацію проблемної ситуації. На цій стадії генеруються винахідницькі ідеї, визначаються принципи вирішення завдання, які верифікуються з подальшим вибором оптимального принципу вирішення на основі виявлених позитивних і негативних даних. Потім цей принцип перетворюється на конкретну схему, яка аналізується і удосконалюється.

У пошуках вирішення задачі використовується увесь фонд типових методів технічної творчості. Методи логічного вирішення винахідницьких завдань далеко не завжди забезпечують знаходження оригінальної і ефективною ідею винаходу. Методи хаотичних, випадкових проб придатні для генерування оригінальних ідей, проте дуже рідко дозволяють знайти рішення і досить трудомісткі. Найбільш ефективно у більшості випадків спрямоване методичне мислення зі свідомим використанням у творчому процесі випадковостей.

Незважаючи на методично обґрунтований підхід до вирішення винахідницької задачі, трапляється, що він заходить у безвихідь і протиріччя, що виникли з об'єктивних або суб'єктивних причин, здаються нерозв'язними. Щоб вийти з такої ситуації потрібно переглянути і переформулювати завдання. При цьому аналіз проблемної ситуації і творчі, навіть невдалі проби зазвичай дають нову інформацію, виявляють непомічені раніше зв'язки, відкривають нові напрями пошуку, розширюють або обмежують поле пошуку рішення, дозволяють глибше оцінити завдання і можливості її вирішення. Способи розв'язання таких проблем наведені в [2].

3) конвергенція, оцінка, контроль, перевірка.

Конвергенція – остання з трьох стадій, на якій дають оцінку знайденому технічному вирішенню і вирішують другорядні протиріччя, зупиняються на остаточному рішенні.

Стадія конвергенції або реалізації вирішення характеризується технічним, естетичним і правовим оформленням рішення винахідницької задачі, його конкретизацією і внесенням додаткових змін. На цій стадії здійснюється дослідна перевірка рішення, воно отримує науково-технічне і економічне обґрунтування, в нього вносяться поправки, підказані практикою, рішення впроваджується і отримує подальший розвиток. В деяких випадках до цієї стадії можна віднести і розширення сфери спочатку наміченого застосування винаходу.

Основна мета конвергенції – зменшення невизначеності. Моделі стають менш абстрактними і більш деталізованими. На цьому етапі може виявитися, що деякі підзадачі не можуть бути розв'язані без зміни раніше прийнятих рішень, що і призводить до циклічності – повернення до першого і другого етапів.

На етапі конвергенції можуть бути використані методи: впорядкований пошук (із застосуванням теорії рішень); пошук меж, в яких лежить прийнятне рішення; кумулятивна стратегія Пейджа; ранжирування і зважування – порівняння альтернативних проектних рішень з використанням загальної шкали вимірювання; складання технічного завдання – опис прийнятного кінцевого результату майбутнього процесу проектування.

Конвергенція при традиційному підході займає майже увесь час проектування, але в міру автоматизації проектування час, що витрачається на цю стадію, зменшується. При хорошій інформаційній базі і зв'язках час пошуку може бути скорочений на декілька порядків.

Висновки

Створення нових технічних систем відбувається на основі методів проектування, що враховують психологічні процеси людського мислення, а також закони розвитку технічних систем. Процеси мислення містять дії (операції), які зазвичай є домінуючими при використанні того чи іншого методу. Основними можна вважати дії ділення, об'єднання, порівняння і перестановки. Інші дії є їхніми похідними.

Запропонована класифікація методів проектування, яка залежно від вибраного критерію може видозмінюватися. Процес створення нових технічних систем в цілому поділяють на три фази (стадії), які називають по-різному: 1) дивергенція, аналіз, збирання, накопичення знань; 2) трансформація, синтез, дозрівання, інкубація – закінчується осянням; 3) конвергенція, оцінка, контроль, перевірка.

Описано етапи проектування з погляду формування необхідного напряму вдосконалення технічних систем і подальшого формування раціональної структури з використанням механізму почленної диз'юнкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Г. С. Альтшуллер, *Найти идею*. 3-е изд., доп. Петрозаводск: Скандинавия, 2003.
- [2] Г. Я. Буш, *Аналогия и техническое творчество*. Рига: [б. и.], 1981.
- [3] В. В. Иванов, *Эвристические модели в машиностроении*. Одесса: АО БАХВА, 2012.
- [4] А. И. Половинкин, *Основы инженерного творчества*. Москва: Машиностроение, 1988.
- [5] А. Н. Хорошев, *Введение в управление проектированием механических систем*. Белгород, 1999.
- [6] Я. Дитрих, *Проектирование и конструирование. Системный подход*. Москва: Мир, 1981.
- [7] П. Хилл, *Наука и искусство проектирования*. Москва: Мир, 1973.
- [8] Дж. К. Джонс, *Инженерное и художественное конструирование: Современные методы проектного анализа*. Москва:

Мир, 1976.

- [9] М. И. Месерович, Л. И. Шрагина, *Теории решения изобретательских задач*. Минск: Харвест, 2003.
- [10] В. Хубка, *Теория технических систем*. Москва: Мир, 1987.
- [11] Т. В. Кудрявцев, *Психология творческого мышления*. Москва: Педагогика, 1975.
- [12] А. В. Антонов, *Психология изобретательского творчества*. Киев: Вища школа, 1982.
- [13] С. А. Волков, «"Фундаментальность – синергетичність – цілісність" в формировании творческой личности и в системе образования». *Доклад по совокупности научных работ на соискание ученой степени д. ф. н.* Санкт-Петербург. 2004.
- [14] Л. Н. Бутенко, Д. В. Бутенко, Д. С. Чугунов, «Использование инверсии в морфологическом синтезе», *Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах": межвуз. сб. науч. ст.* Вып. 1, № 1, с. 34-36, 2007.
- [15] Р. Ассанджолі, *Психосинтез: теория и практика*. Москва: REFL-book, 1994.
- [16] О. В. Безпалько, *Соціальна педагогіка: в схемах і таблицях*. Київ: Центр навчальної літератури, 2003.
- [17] С. І. Болтівець, Н. А. Бастуй, С. В. Васьківська, *Практична психологія. Методи вивчення особистості*. Вип. І. Суми: Мрія, 1992. – 440 с.
- [18] Э. Берн, *Транзактный анализ и психотерапия*. Москва: Братство, 1992.
- [19] Л. С. Выготский, *Психология*. Москва: ЭКСМО-Пресс, 2000.
- [20] *Великий тлумачний словник сучасної української мови*. 5-ге вид. – Київ; Ірпінь: Перун, 2005.
- [21] П. Н. Гашук, *Оптимизация топливно-скоростных свойств автомобиля*. Львов: Вища шк., 1987.

Зінко Роман Володимирович – д-р техн. наук, професор кафедри «Проектування машин та автомобільного інжинірингу», e-mail: rzinko@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Круць Тарас Ігорович – викладач, e-mail: 21-ladk@ukr.net

Львівський державний автомобільно-дорожній коледж, м. Львів

Поляков Андрій Павлович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

R. Zinko¹
T. Kruts²
A. Polyakov³

Analysis of methods of creating new technical systems

¹Lviv Polytechnic National University

²Automobile and Road Vocational College of Lviv Polytechnic National University

³Vinnitsa National Technical University

The creation of new technical systems takes place on the basis of design methods that take into account the psychological processes of human thinking (the main actions of division, union, comparison and permutation can be considered among them. Other actions are their derivatives), as well as the laws of the development of technical systems. The definition of these processes is given. The proposed classification of design (invention) methods, which may change depending on the selected criterion. According to the sign of generality, methods of invention can be divided into general, general and partial methods of invention.

Universal methods of invention relate to the widest possible range of issues and are included among the strategic means of solving inventive tasks. General methods of invention are used to solve a wide range of inventive tasks in various fields of technology. Such methods include the methods of heuristic analogy, heuristic combination, heuristic inversion, etc. Partial methods of invention include methods designed to solve special inventive tasks or tasks in a defined, as a rule, narrow field of technology.

They include, for example, the method of converting reciprocating motion into rotary motion, the remote hybridization method, the compounding method, etc. The process of creating new technical systems is generally divided into three phases (stages), which are called differently: 1) divergence, analysis, collection, accumulation of knowledge; 2) transformation, synthesis, maturation, incubation - ends with enlightenment; 3) convergence, assessment, control, verification. The stages of design are described from the point of view of the formation of the necessary direction of improvement of technical systems and the further formation of a rational structure using the mechanism of joint disjunction.

Key words: technical systems, processes of human thinking, methods of design (invention), the process of creating new technical systems.

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

Kruts Taras – teacher, e-mail: 21-ladk@ukr.net

Polyakov Andriy – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: poliakovap61@gmail.com