

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Центральноукраїнський національний технічний
університет

КАФЕДРА „ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН”

ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт з
курсу «Основи інженерної діяльності»**

для здобувачів вищої освіти
спеціальності 208 – Агроінженерія
першого (бакалаврського) рівня

Кропивницький, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Центральноукраїнський національний технічний
університет

КАФЕДРА „ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН”

ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт з
курсу «Основи інженерної діяльності»**

для здобувачів вищої освіти
спеціальності 208 – Агроінженерія
першого (бакалаврського) рівня

Затверджено на засіданні кафедри
„Експлуатація та ремонт машин”
протокол № 1 від 30.08.2024 р.

Кропивницький, 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Основи інженерної діяльності» для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 – Агроінженерія першого (бакалаврського) рівня. Кропивницький: ЦНТУ, 2024.-21 с.

Укладачі: Кулешков Юрій Володимирович
Руденко Тимофій Вікторович
Красота Михайло Віталійович

Комп'ютерний набір і верстка Ю.В. Кулешков

© Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Основи інженерної діяльності» для здобувачів вищої освіти спеціальності 208 – Агроінженерія освітнього рівня бакалавр. / Укл. Кулешков Ю.В., Руденко Т. В. Красота М.В., Кропивницький: ЦНТУ, 2024.- 21 с.

ЗМІСТ

1. МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ТВОРЧОСТІ	5
2. МЕТОД СПРОБ І ПОМИЛОК	8
3. МОЗКОВИЙ ШТУРМ	10
4. СИНЕКТИКА	13
5. МЕТОД ФОКАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	14
6. МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ	16
7. МЕТОД КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ	19
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	21

1. МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ТВОРЧОСТІ

Питанням розуміння механізмів людського мислення, вироблення прийомів підвищення його ефективності більше уваги приділяли представники гуманітарних професій – філософи, математики, теологи, психологи. Перші згадки про евристику – вчення про продуктивні методи творчого мислення – відносяться до часів античності. Розробку вчення про евристичні методи розпочав ще давньогрецький філософ Сократ (469-399 рр. до н.е.). У розмовах, дискусіях зі своїми співрозмовниками, ставлячи питання, він стимулював пробудження прихованих (латентних) творчих здібностей людей, народження ними продуктивних ідей. Метод називався майотикою Сократа. Дослівно це означає акушерське мистецтво.

Архімеду (287-212 рр. до н.е.) належить вже докладне вчення про методи розгляду та вирішення завдань. У своїй праці «Стомахіон» Архімед описав деякі способи створення нових технічних об'єктів із уже відомих елементів.

Термін "**евристика**", що походить від легендарного вигуку Архімеда "Еврика!" («Знайшов!»), ввів давньогрецький математик Папп Олександрійський у III ст. н.е. Він узагальнив праці античних математиків: методи, відмінні від суто логічних, Папп об'єднав під умовною назвою "евристика". Його трактат «Мистецтво вирішувати завдання» можна вважати першим спеціальним методичним посібником, який показує, як вірніше діяти, якщо завдання не можна вирішити за допомогою відомих математичних чи логічних прийомів.

До проблем створення евристики зверталися Р. Декарт, Г. Лейбніц, Б. Больцано, А. Пуанкаре. Наприклад, Р. Декарт у праці «**Правила для керівництва розуму**» запропонував чотири принципи пошуку істини, які є актуальними і сьогодні.

Перший – «ніколи не приймати за справжнє нічого, що я не пізнав би таким з очевидністю, інакше кажучи, старанно уникати необачності і упередженості і включати у свої міркування тільки те, що видається моєму розуму настільки ясно і настільки чітко, що не дає мені ніякого приводу наражати їх на сумнів».

Другий - «ділити кожную з досліджуваних труднощів на стільки частин, скільки це можливо і потрібно для кращого їх подолання».

Третій – «дотримуватися певного порядку мислення, починаючи з предметів найпростіших і найлегше пізнаваних і поступово сягаючи пізнання найскладнішого, припускаючи порядок навіть там, де об'єкти мислення не дано у тому природного зв'язку».

І, останній, – «складати завжди огляди такі спільні, щоб була впевненість у відсутності недоглядів».

Мета методів активізації пошуку нових технічних рішень полягає в тому, щоб зробити процес генерування ідей більш інтенсивним, підвищити «концентрацію» оригінальних ідей у загальному їх потоці. І тому в методах застосовують спеціальні механізми підвищення ефективності творчого процесу.

Таблиця 2.1 Методи інженерної творчості

Найменування	Країна	Рік опубл.	Автор
Метод каталогу	Німеччина	1926	Ф. Кунце
Метод морфологічного аналізу	США	1942	Ф. Цвіккі
Метод синектики	США	1944	В. Гордон
Метод контрольних запитань	США	1945	Дж. Пойа
Метод економічного аналізу та поелементної обробки конструкторських рішень	СРСР	1950	Ю. Соколов
Метод організуючих понять	НДР	1953	Ф. Ханзен
Метод матриць відкриттів	США	1955	А. Моль
Алгоритм вирішення винахідницьких задач	СРСР	1956	Г.Альтшуллер
Метод «мозкового штурму»	США	1957	А. Осборн
Метод фокальних об'єктів	США	1958	Ч. Вайтінг
Метод спрямованого рішення	СРСР	1961	Н. Серєда
Метод функціонально-вартісного аналізу	США	1961	Л. Майлз
Метод контрольних запитань	США	1964	А. Осборн
Метод семиразового пошуку	СРСР	1964	Г. Буш
Метод раціонального конструювання	США	1966	Р. Мак-Крори
Фундаментальний метод проектування	Великобританія	1966	Е.Мэтчетт
Метод «Дельфі»	США	1966	О. Хелмер
Метод комплексного вирішення проблем	ЧСФР	1967	С. Вит
Метод психоевристичного програмування	СРСР	1968	В. Чавчанидзе
Метод контрольних запитань	Великобританія	1969	Т. Эйлоарт
Метод ступінчастого підходу до рішення	США	1969	А. Фрейзер
Метод використання бібліотеки евристичних прийомів	СРСР	1969	А. Половинкин
Метод функціонального винахідництва	Великобританія	1970	К. Джоунс
Метод музейного експерименту	США	1970	Колектив авторів
Метод конференції ідей	НДР	1970	В. Гильде, К. Штарке
Метод музейного експерименту	США.	1970 р	Колектив авторів
Метод систематичної евристики	НДР	1970	М. Мюллер
Метод «Криатике»	Франція	1970	М. Димор, Х. Эберт
Аналіз витрат на основі споживчої вартості	НДР	1971	К. Томас

Найменування	Країна	Рік опубл.	Автор
Метод десяткових матриць	СРСР	1972	Р. Повилейко
Метод системно-логічного підходу до вирішення винахідницьких завдань	СРСР	1972	В. Шубин
Метод гірлянд випадковостей та асоціацій	СРСР	1972	Г. Буш
Інтегральний метод «Метра»	Франція	1972	Н. Бувен
Метод ліквідації тупикових ситуацій	Великобританія	1972	Дж. Джонс
Метод трансформації систем	Великобританія	1972	Дж. Джонс
Узагальнений евристичний алгоритм	СРСР	1976	А. Половинкин
Метод виявлення узагальнених прийомів на основі аналізу описів винаходів	СРСР	1978	М. Зарипов
Репольний аналіз	СРСР	1978	Г. Альтшуллер
Методика аналізу властивостей та синтезу технічних рішень	СРСР	1979	А. Чус
Аксиоматичний метод понять	СРСР	1980	В. Скоморохов

2. МЕТОД СПРОБ І ПОМИЛОК

У роботах психологів, у спогадах вчених і винахідників описується приблизно те саме: людина стикається зі складною проблемою, постійно подумки шукає рішення, перебираючи варіанти, пробує, помиляється і, нарешті, знаходить. Це і є метод перебору варіантів або, як його частіше називають, метод спроб і помилок (МСіО) – найдавніший спосіб пошуку нового, який є історично першим методом технічної творчості. Він полягає у послідовному висуванні ідей, їх оцінці; якщо рішення не подобаються, їх відкидають та висувають нові. Є завдання, які інакше як перебором варіантів не вирішити. Наприклад, така: дано п'ять склянок із безбарвною рідиною зовні абсолютно однакових. Відомо, що зливання двох якихось рідин дає суміш червоного кольору. Як знайти цю пару рідин? Доведеться переливати навмання. У цьому вся задачі немає творчості. Єдине, що можна зробити, це виключити повторне зливання.

Методом проб і помилок створювалися перші крем'яні ножі та луки, гармати та вітряки, будівлі та кораблі. То справді був довгий шлях, що вимагав великих жертв, загибелі безлічі невдалих конструкцій. Але розвиток техніки прискорювався, і метод спроб і помилок ставав дедалі менш придатним. Неможливо будувати тисячі зразків, щоб відібрати найкращу конструкцію атомного реактора чи швидкохідного крейсера.

Ефективність перебору залежить від складності завдання, його можна охарактеризувати кількістю проб, які необхідно зробити для отримання гарантованого результату – розв'язання задачі.

Історія винахідництва показує, що ця кількість може коливатися в широких межах – від десятка проб для найпростіших завдань до сотень тисяч – для складних. Метод спроб і помилок досить ефективний, коли йдеться про необхідність перебрати дев'ять-двадцять варіантів, а при вирішенні складніших завдань призводить до великих втрат сил і часу (рис. 2.1).

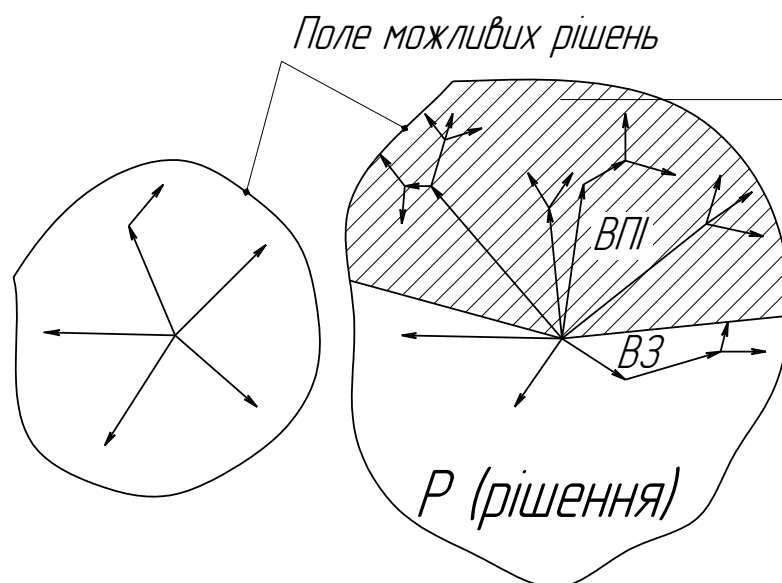


Рисунок 2.1 – Метод спроб та помилок:

а - при $n=5$; б – при $n>10$

(n – кількість варіантів вирішення задачі)

ЗИ - вихідне завдання: ВПІ – вектор психологічної інерції

P - розв'язання задачі.

Неефективність МСіО для вирішення складних завдань тривалий час компенсували за рахунок збільшення кількості людей, які працюють над тією чи іншою проблемою. Але до середини ХХ століття стало очевидним, що навіть найповніше використання людських ресурсів не може забезпечити необхідних темпів виробництва винаходів. З'явилася суспільна потреба у простих та доступних кожному методах пошуку нового. Сьогодні відомо понад півсотні різних методів пошуку нового. Не всі вони однаково корисні. Серед них є й неперевірені, надумані, штучно формалізовані, які не дають жодного практичного виходу. Ряд методів має обмежене застосування: за певних умов, для певного типу завдань.

Розглянемо основні методики активізації творчого мислення, які можна розбити на великі групи: методи психологічної активізації (методи збільшення хаотичності пошуку) і методи систематизованого перебору варіантів.

3. МОЗКОВИЙ ШТУРМ

Мозковий штурм відноситься до спеціальних психологічних методів, що дозволяють уникнути інерційної спрямованості пошуку: методам психологічної активізації творчості. Мозковий штурм є найбільш відомим з них, що набуло широкого поширення в усьому світі. Його часто називають мозковою атакою, або брейнстормінгом (англ.). Відомий ряд модифікацій цього методу: групове вирішення завдань, конференція ідей, масова мозкова атака тощо.

Коротка історія виникнення методу. Під час Другої світової війни О. Осборн був капітаном торговельного судна, яке здійснювало рейси між Америкою та Європою. Одного разу, в Атлантичному океані, його судно опинилося без охорони, коли було отримано радіограму про можливий напад німецького підводного човна. Проти добре озброєного човна його судно було беззахисною мішенню для навчальної стрілянини.

О. Осборн зібрав всю команду на палубі і оголосив про те, що вони можуть стати їжею для акул. Що робити? Один із членів екіпажу запропонував «геніальну» ідею: коли екіпаж побачить пінний слід торпеди, що стрімко рухається до борту судна, треба всім стати на борт і дружно дунути на торпеду, і вона, як повітряна кулька, слухняно розвернеться.

На щастя, рейс закінчився благополучно, але ідея матроса виявилася плідною. О. Осборн поставив бортами свого судна потужні водяні насоси і одного разу дійсно «віддув» сильним струменем води торпеду, чим врятував судно і життя команді і собі.

В основу методу «мозкового штурму» покладено принцип поділу процесів генерування ідей та їх експертизи, що дозволяє значною мірою долати такі негативні властивості людського мислення, як психологічна інерція, прагнення діяти відповідно до минулого досвіду та знань, йти традиційними шляхами, а також усувати психологічні перешкоди, викликані страхом критики.

Реалізація зазначеного принципу досягається тим, що сформовану перед початком штурму лише загальною завдання послідовно вирішують дві групи людей по 4 — 15 осіб у кожній. Рекомендується для проведення штурму запрошувати людей різних спеціальностей та різного рівня освіти. У той же час небажано включати в одну групу людей, присутність яких може певною мірою обмежувати інших, наприклад керівників та підлеглих. Метою першої групи є лише висунування ідей розв'язання задачі. До складу цієї групи включають людей, схильних до абстрагування, які мають почуття новизни і фантазії, здатні генерувати ідеї, тому цих людей називають «генераторами ідей».

Друга група здійснює експертизу висунутих у результаті «штурму» ідей, встановлює ступінь їхньої цінності з позиції оригінальності рішення, економічності та практичної доцільності. Другу групу називають "експертами ідей" і до її складу включають людей з аналітичним, критичним складом розуму.

Нижче наведено основні правила проведення «мозкового штурму» (рис. 2.2).

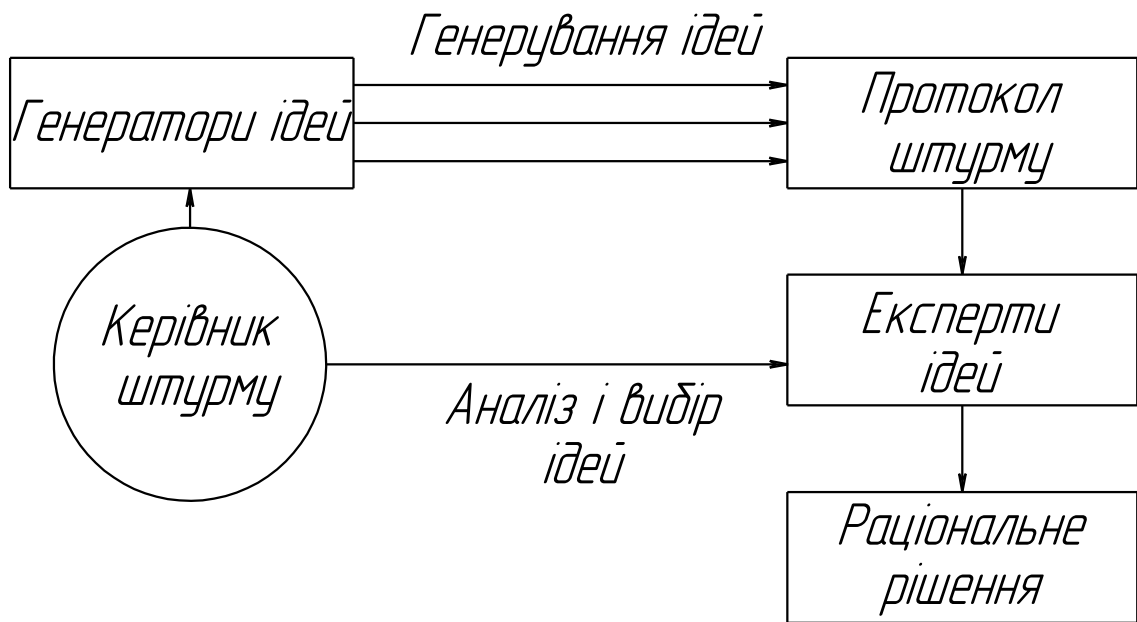


Рисунок 3.1 –Схема – модель «мозкового штурму»

1) Завдання починає вирішувати група «генераторів ідей», яка має протягом виділеного часу (зазвичай 20...40 хв) запропонувати якнайбільше ідей. При цьому в процесі «штурму», поряд із раціональними, практичними, можуть висуватися й ідеї фантастичні, явно помилкові, марні та жартівливі, які грають роль каталізаторів, стимулюють процес генерації. Ідеї висуваються бездоказово.

Найважливішим ознакою процесу генерування ідей є категорична заборона будь-якої критики, як явної словесної, а й прихованої — як скептичних усмішок, міміки, жестів тощо.

2) Висунуті в результаті «штурму» ідеї передаються до групи «експертів ідей», яка уважно розглядає та аналізує сутність кожної ідеї, проводить їхню експертизу та відбір найбільш оригінальних та ефективних. На цьому етапі рекомендується гранично обґрунтовано приймати рішення про непридатність ідеї, навіть тієї, яка вважається несерйозною, фантастичною (нереальною) чи абсурдною. Потрібно прагнути з кожної ідеї видобути раціональне зерно. Можливо, навіть розвинути висловлену ідею. Якщо вона відкидається, слід ще раз поставити запитання: «А чому це погано?».

3) Дотримання правил проведення «мозкового штурму» забезпечує керівник. Він повинен керувати процесом колективного пошуку рішення, спрямовувати роботу у потрібне русло без наказів та критики. Керівник повинен так організувати процес «штурму», щоб він проходив активно, безперервно, одна ідея йшла за іншою без пауз, щоб, поряд із раціональними, висловлювалися і свідомо фантастичні, ідеалізовані ідеї. Для цього керівник може ставити різні питання, наприклад, використовуючи списки контрольних питань, підказувати чи уточнювати деякі моменти, самостійно висловлювати ідею, домагаючись перемикання процесу пошуку рішення, наприклад, з практичного спрямування на фантастичне.

Активізувати процес генерування ідей можна також шляхом використання низки спеціальних прийомів, які здавна застосовувалися винахідниками, наприклад «інверсія» — зроби навпаки, «аналогія» — зроби так, як це зроблено в іншому рішенні, «емпатія» — вважай себе частиною об'єкта, що вдосконалюється, і з'ясуй при цьому свої почуття, відчуття та «фантазія» — зроби щось фантастичне.

4) У разі, якщо в результаті «штурму» рішення, що нас задовольняє, не отримано, можна процес його пошуку повторити, але бажано з іншим колективом. Коли ж завдання «штурмують» повторно тим самим колективом, її необхідно сформулювати у іншому, ширшому аспекті, щоб зробити спочатку поставлене завдання невпізнанною. Це сприяє новому напрямку думок, дозволяє отримати нові ідеї розв'язання.

В даний час існує багато різновидів методу «мозкового штурму»: індивідуальний, зворотний, парний та масовий, двоступінчастий з оцінкою ідей, «конференція ідей», з додатковим збиранням ідей. В індивідуальному «штурмі» завдання бере участь одна людина, послідовно генеруючи ідеї, а потім аналізуючи та оцінюючи їх. У зворотному «мозковому штурмі» на перше місце висувається критика, що дозволяє знаходити недоліки та обмеження технічного об'єкта чи висловлених ідей. Зворотний «мозковий штурм» доцільно застосовувати виявлення і постановки нових винахідницьких завдань, які, зазвичай, мають конкретніший характер. Парний «мозковий штурм» проводять дві людини, одна з яких генерує ідеї, а друга їх аналізує та оцінює.

Основні переваги мозкового штурму: легкість освоєння учасниками; незначні витрати на проведення.

Основні недоліки способу: відсутність будь-яких критеріїв, що дають пріоритетні напрями висування ідей; процесом рішення треба майстерно керувати, щоб він йшов у напрямку сильного рішення, велика роль провідного штурм (50% успіху залежить від нього); складність підбору спеціалістів до складу груп.

4. СИНЕКТИКА

Найбільш ефективний метод синектики, розроблений У. Гордоном (США) у п'ятдесяти роки. Синектика ґрунтується на методі мозкового штурму, яку ведуть професіонали, які мають значний досвід такої роботи. Сутність методу визначає його назву **синектика, що в перекладі з грецької означає поєднання різнорідних елементів.**

На відміну від методу «мозкового штурму» пошук нової ідеї чи рішення у процесі синектичного засідання здійснюється групою професіоналів (оптимальний склад 5 — 7 осіб) — людей різних спеціальностей, яких навчають винахідницьким прийомам творчого вирішення проблем шляхом необмеженого тренування уяви та об'єднання несумісних елементів.

Навчання синектиці, згідно з твердженнями фахівців, можливе лише на практиці шляхом участі в роботі вже підготовлених груп синекторів, прослуховування плівок засідань синекторських груп. Таке навчання проводилося фірмою «Синектике інкорпорейтед» у США. Більшість синекторів припиняє свою діяльність через кілька років роботи, можливо тому, що вона надає руйнівний вплив на їхню нервову систему.

Головними інструментами пошуку нових ідей вирішення проблеми під час синектичного засідання є аналогії, серед яких найчастіше використовуються такі: пряма, особиста, символічна, фантастична.

При **прямій аналогії** робиться спроба використання аналогічних рішень в інших галузях техніки або живої природи стосовно об'єкта, що розглядається, або процесу. Наприклад, вирішуючи завдання фарбування матеріалів легкої промисловості, потрібно подивитися, як забарвлюють меблі, папір, металеві вироби тощо. або як фарбуються птахи, мінерали тощо. Аналогічно, при пошуку нової технології одержання пористих матеріалів з високими теплозахисними властивостями потрібно подивитися технологію виготовлення пінопласту, мікропористої гуми, пінополіуретану, виробів з металокераміки або процес утворення пористих гірських порід, бавовни-сирцю тощо.

Особиста аналогія, або емпатія, полягає у ототожненні себе з аналізованим об'єктом чи процесом. Кожен учасник засідання вживається в образ вдосконаленого об'єкта, намагаючись з'ясувати відчуття, що виникають при цьому, тобто відчуття завдання, подивитися на проблему її вирішення зсередини. Це дозволяє краще зрозуміти завдання, визначити умови його здійснення, виявити ряд факторів, пов'язаних з вирішенням проблеми, але зазвичай вислизають від уваги. Особисте ототожнення з елементами завдання звільняє людину від відсталості мислення та дозволяє розглядати проблему у новому світлі.

Сутність **символічної (абстрактної) аналогії** полягає в тому, що потрібно в короткій парадоксальній формі (буквально двома словами) сформулювати фразу, що відображає суть явища (процесу) аналізованої проблеми. Вона повинна виражати зв'язок між словами, які зазвичай жодним разом не зіставляються, і містити в собі щось несподіване, дивовижне.

Застосовуючи **фантастичну аналогію**, вводять різні фантастичні засоби чи персоналії, що виконують те, що потрібно за умовами завдання. Така аналогія сприяє генерації свіжих та оригінальних ідей, активізує творче мислення.

Отримані в результаті використання аналогії нові ідеї пов'язують із розв'язуваною проблемою, аналізують та визначають їх можливості.

5. МЕТОД ФОКАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Метод фокальних об'єктів запропонований Ч. Вайтінгом (США, 1958) для створення об'єктів з новими властивостями.

Основна ідея методу: задля придушення психологічної інерції, пов'язаної з об'єктом дослідження, встановити його асоціативні зв'язки з різними випадковими об'єктами.

Порядок роботи за методом фокальних об'єктів:

- Вибрати об'єкт, який необхідно вдосконалювати (фокальний об'єкт);
- сформулювати мету вдосконалення об'єкта;
- за допомогою будь-якої книги, словника чи іншого джерела вибрати випадкові слова (об'єкти);
- виділити ознаки (властивості) обраних випадкових об'єктів;
- перенести виділені ознаки (властивості) на об'єкт дослідження;
- виписати ідеї, отримані від поєднання об'єкта дослідження із ознаками випадкових об'єктів;
- провести аналіз отриманих поєднань і вибрати найбільш підходящі.

Розв'язувати задачі за допомогою даного методу зручно в табличній формі.

Розглянемо порядок роботи з методу фокальних об'єктів з прикладу завдання: підвищити споживчі властивості каструлі приготування їжі.

За допомогою книги вибираємо випадкові слова: дерево, лампа та сигарета.

У табл. 2.2 представлені зведені дані роботи методом фокальних об'єктів.

Таблиця 5.1 Дані роботи за методом фокальних об'єктів

Фокальний об'єкт – каструля		Мета вдосконалення об'єкту – розширення асортименту виробів	
Випадкові об'єкти	Ознаки випадкових об'єктів	Фокальний об'єкт та його ознаки	Отримані ідеї
Дерево	Високе Голе Пробкове З корінням	Каструля з високими стінками; Коркова каструля; Каструля з корінням	Каструля з високими термоізованими стінками на підставці
Лампа	Електрична Розбита	Електрична каструля, Розбита каструля	Каструля з електро-підігрівом, що світиться,

	Що світиться	каструля, що світиться	розділена на секції з підсвічуванням
Цигарка	Димна, З фільтром В коробці	Димна каструля Каструля з фільтром Каструля із подвійними стінками	Каструля із подвійними стінками. Каструля із запаховим індикатором, Каструля із вбудованим друшляком та повністю ізолюючою кришкою

В результаті аналізу отриманих ідей можна запропонувати каструлю з електропідігрівом, на підставці, з високими ізольованими стінками, розділену на секції, в одній з яких розташований друшляк, що знімається, і кришкою, що закриває всю каструлю цілком.

6. МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

Морфологічний аналіз - у сфері винахідництва, має за основу - розглядати різні можливі рішення проблеми розбиваючи її на окремі атрибути та комбінуючи можливі реалізації цих атрибутів. Метод був запропонований швейцарським астрофізиком **Фріцем Цвікі** (1898—1974), який використовував цю техніку в ракетобудуванні.

Основний принцип методу **морфологічного аналізу** полягає в систематизованому аналізі всіх можливих варіантів, що впливають із закономірностей будови (тобто морфології) системи, що вдосконалюється. У технічному об'єкті (технічній системі, технологічному процесі), що розглядається, виділяється кілька характерних для нього структурних або функціональних морфологічних ознак (P). Кожен з таких ознак може характеризувати якийсь конструктивний режим роботи, тобто. параметри чи характеристики об'єкта, яких залежить досягнення основної мети об'єктом, визначається його призначенням (рис. 6.1).

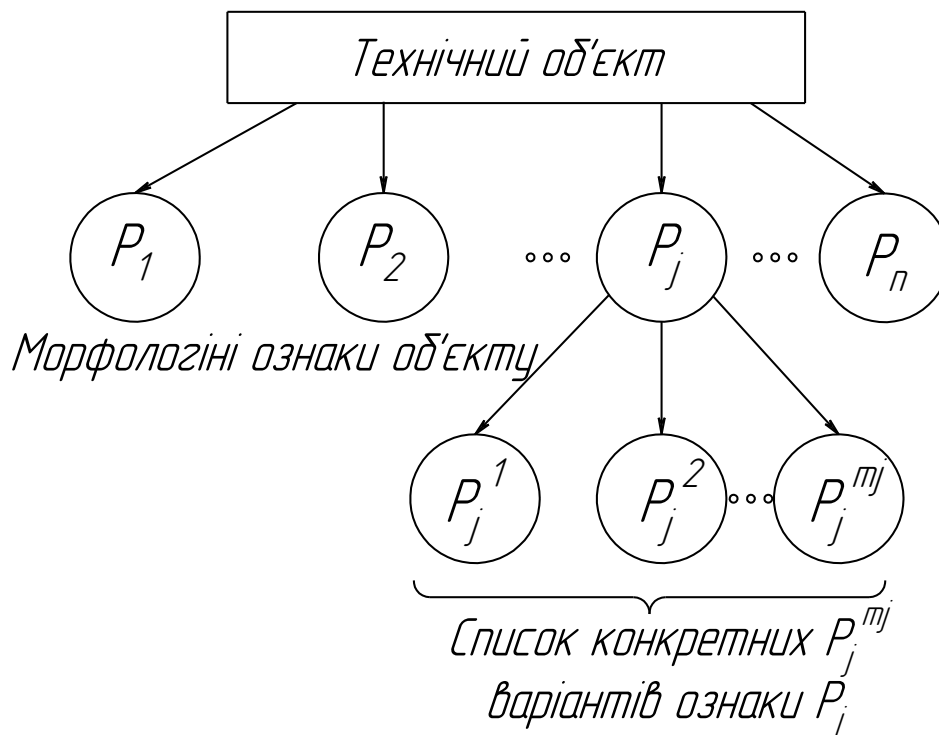


Рисунок 6.1 – Схема представлення об'єкта задачі сукупністю морфологічних ознак

Метод створювався для розробки об'єктів, заснованих на нових у порівнянні з прототипом принципах дії. Перше результативне практичне застосування методу було продемонстровано в 1942 р. в США Ф. Цвіккі в авіаційній фірмі, де він у короткий час отримав кілька десятків нових технічних рішень ракетних двигунів і ракет, серед яких, як з'ясувалося пізніше, були запропоновані рішення, що повторюють німецькі. ракети ФАУ-1 та ФАУ-2.

Морфологічний аналіз полягає в розбитті досліджуваного об'єкта на характеристики та атрибути. При цьому характеристики повинні бути незалежними одна від одної. Після цього виписуються всі можливі реалізації атрибутів, наприклад, для атрибуту фарба реалізаціями є червона, жовта або синя. Таким чином утворюється багатовимірна таблиця з різних комбінацій окремих реалізацій розглянутих атрибутів. Кожна комбінація являє собою окремий розв'язок поставленої проблеми. Таким чином методика дозволяє помітити нові комбінації і може привести до оригінальних ідей.

Метод морфологічного аналізу спрямований на послідовний перебір усіх можливих варіантів рішення.

Мета методу – системно досліджувати усі можливі варіанти рішення задач, які виходять із закономірностей будови (морфології) об'єкта вдосконалення (технічної системи).

Ідея методу – увійти в зону уяви, далеку від того, що лежить наяву.

Суть методу полягає в тому, що в технічній системі, яку удосконалюють, виділяють декілька характерних для неї структурних або функціональних морфологічних ознак, за кожною з котрих складають максимально повний табличний (матричний) перелік різних конкретних варіантів (альтернатив) технічного вираження використання цих ознак. Кожна ознака може характеризувати якийсь конструктивний вузол системи, якусь її функцію, якийсь режим роботи створюваного об'єкту, тобто параметри або характеристики системи, від яких залежить рішення проблеми й досягнення основної мети.

Перебираючи всі можливі сполучення альтернативних варіантів виділених ознак, можна виявити нові варіанти рішення задачі, на які при простому переборі могли не звернути уваги.

Перевага методу морфологічного аналізу – його багатоваріантність, оскільки він дозволяє створити простір змін об'єкту (морфологічний ящик) і систематично його аналізувати з повним перебором множини різноманітних варіантів. До недоліків методу належить те, що поряд із реально можливими комбінаціями варіантів характеристик (ознак) морфологічна матриця (ящик) має велику кількість несумісних варіантів. Поки що не існує дієвого апарату вибору допустимих рішень з великої кількості можливих варіантів.

Область застосування методу – рішення технічних задач, які належать до об'єкта (технічної системи) в цілому при наявності повної інформації про нього і направлені на його вдосконалення.

Метод передбачає виконання п'яти послідовних етапів морфологічного аналізу:

1-й – точне формулювання задачі (проблеми), яка відображає основну вимогу до об'єкта.

При аналізі первинного формулювання завдання з'ясовують, що повинно бути вдосконалене, допрацьоване і таке інше, розглядають вимоги, що пред'являються до результату рішення задачі, виділяють з них головні і

пов'язують їх з тими елементами об'єкту, які забезпечують його виконання. Нарешті, проводять уточнення формулювання завдання.

2-й – розділення об'єкту на функціональні елементи (ознаки). Розділяють об'єкт на функціональні елементи, складають список всіх морфологічних ознак і вимога до цих елементів, тобто всіх важливих характеристик об'єкту, його параметрів, від яких залежить вирішення проблеми і досягнення основної мети;

3-й – побудова (складання) морфологічної моделі. Виконують незалежний розгляд всіх елементів (ознак) і вибирають для кожного з них різні варіанти реалізації, тобто складають можливі варіанти по кожній характеристиці незалежно і, як результат, будують морфологічну модель (таблиці, скриньки, матриці);

4-й – синтез варіантів об'єкту. Аналізують рішення, що виникають з морфологічної моделі, з визначенням цінності всіх отриманих варіантів, тобто проводять синтез варіантів об'єкту. Синтез варіанту рішення здійснюють, вибираючи спочатку варіанти основних елементів, включаючи найістотніші ознаки, потім решту характеристик. Технічні вимоги роздільно або в поєднанні один з одним повинні задовольнятися підмножиною синтезованих варіантів в цілому. Розглядаються всі варіанти рішень, що виходять зі структури морфологічної таблиці (третій етап) При необхідності кількість варіантів обмежують виходячи з можливості опрацювання їх в прийнятний час; Це найбільш відповідальний етап методу.

5-й – вибір найбільш раціональних варіантів конкретних рішень. Вибирають по заданому критерію два-три варіанти кращих рішень для детального конструктивного опрацювання за можливими способами: здійснення ранжування вимог за їх значимістю; здійснення ранжування варіантів рішення з урахуванням числа вимог, що задовольняються, і їх значимістю; використання експертних оцінок або інших методів неформальних процедур Знаходження оптимального варіанту може здійснюватися за кращим значенням найбільш важливого показника технічної системи.

Морфологічний аналіз створює основу для системного мислення в категоріях основних структурних ознак, принципів і параметрів, що й забезпечує високу ефективність його застосування. Це впорядкований спосіб дослідження, що дозволяє домогтися систематичного огляду всіх можливих рішень даної великомасштабної проблеми. Метод будує мислення таким чином, що генерується нова інформація, що стосується тих комбінацій, які при безсистемній діяльності не беруться до уваги

Використання методу включає такі кроки:

- вибирається об'єкт для вдосконалення;
- формулюються задача;
- складається список основних характеристик або частин об'єкта;
- для кожної характеристики чи частини визначаються її можливі виконання;
- складається список (таблиця) всіх поєднань можливого виконання об'єкта;
- проводиться аналіз та відбір найцікавіших поєднань.

Аналіз зручніше вести за допомогою багатовимірної таблиці, що отримала назву морфологічної скриньки, в якій вибрані характеристики або частини об'єкта відіграють роль основних осей.

Переваги методу: значно розширює область пошуку рішень та кількість рішень, що дозволяє вийти на незвичайне рішення.

Недоліки методу: потрібен аналіз великої кількості рішень, метод не придатний на вирішення складних завдань.

7. МЕТОД КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

Підвищити ефективність пошуку можна, заздалегідь сформулювавши питання, що наводять на нові ідеї щодо розв'язання задачі (метод контрольних питань).

Складати списки таких питань намагалися неодноразово, Серед них є більш-менш вдалі, у тому числі списки О. Осборна та Т. Ейлоарта:

- Яка основна функція вузла (деталі)?
- Що таке «ідеальний» вузол (деталь)?
- Що буде, якщо прибрати цей вузол (деталь)?
- Які і скільки функцій виконує даний вузол (деталь), чи не можна частину з них скоротити?
- Яким іншим чином можна виконати основну функцію?
- У якій галузі техніки найкраще виконується ця функція і чи не можна запозичити рішення?
- Чи можна розділити вузол (деталь) на частини? Чи можна поділити кілька деталей (вузлів)? Чи можна розбірні з'єднання виконати нерозбірними та навпаки?
- Чи не можна змінити послідовність технологічних операцій? Ввести чи виключити попередні складальні та обробні операції? Виключити оздоблювальні операції?
- Який елемент вузла (деталі) найслабший, чи не можна його відокремити від деталі (вузла), посилити?
- Які фактори, функції у роботі вузла (деталі) найшкідливіші? Чи не можна їх використовувати? Що буде з виробом, якщо вузол виконуватиме протилежні функції? Як реалізувати роботу «навпаки»?
- Чи не можна спростити вузол, досягаючи не 100% корисного ефекту, а трохи менше чи більше?
- Чи можна зменшити допуск, зменшити чистоту обробки, спростити форму, удосконалити інші аналогічні елементи вузла (деталі)?
- Чи можна замінити спеціальні деталі стандартними?
- Які додаткові функції може виконувати вузол (деталь)?

- Чи можна змінити матеріал, сортамент?
- Чи можна зменшити відходи чи використовувати їх?
- Чи не можна взяти більш дешевий матеріал і застосувати покриття, біметали тощо або вставки з високоякісного матеріалу?
- Що в деталі (вузлі) зношується насамперед?
- Де в деталі (вузлі) закладено зайві запаси, чи їх не можна скоротити?

Складні задачі, що вимагають комбінації прийомів та застосування різних ефектів (тобто нового принципу дії), цим методом практично не вирішуються.

Описані методи легко видозмінюються, їх можна комбінувати: звідси різноманіття. Але вони не дають досить дієвих інструментів на вирішення складних задач. При першому знайомстві вони здаються кроком уперед проти традиційним методом спроб і помилок. Однак це кроки в тупиковому напрямку, оскільки зберігається та ж основа — пошук рішень шляхом перебору варіантів (рис. 7.1).

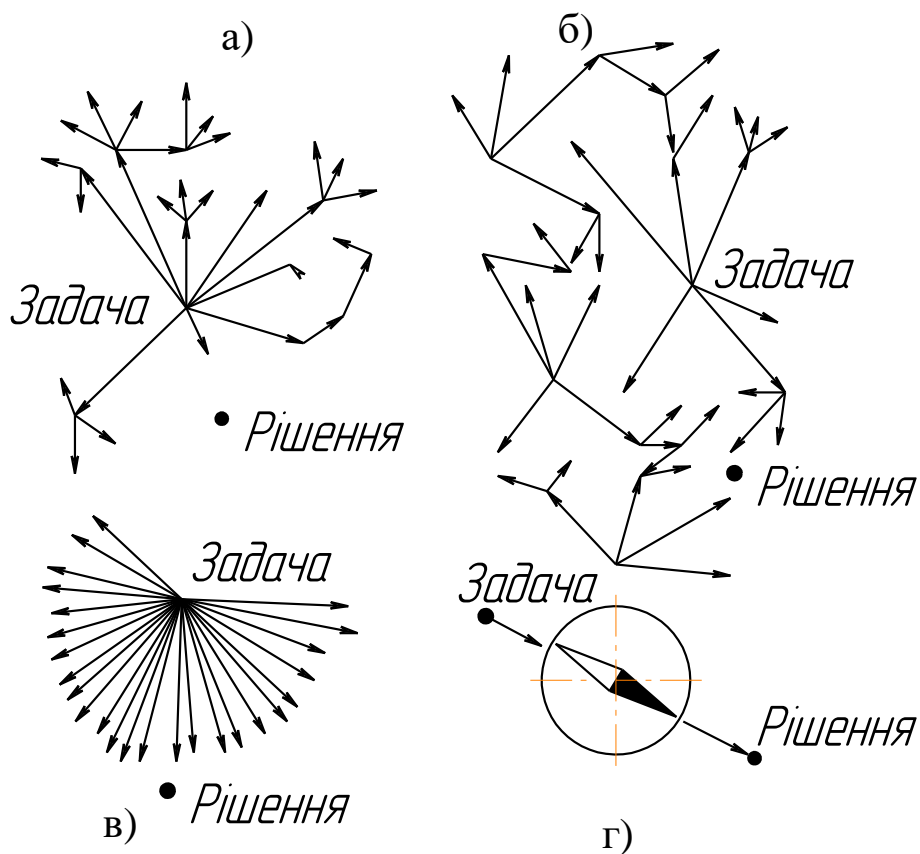


Рисунок 7.1 - Послідовність пошуку нових рішень під час використання різних методів пошуку: а – перебір варіантів методом спроб і помилок; б – збільшення хаотичності перебору варіантів (мозковий штурм, метод фокальних об'єктів, синектика тощо); в – систематизація перебору варіантів (морфологічний аналіз, контрольні питання, функціональний аналіз тощо); г - спрямований пошук рішень (ТРВЗ)

Список використаних джерел інформації

- 1 Білий І. В., Власов К. П., Клепиков В. Б. Основи наукових досліджень і технічної творчості. Харків : Вища шк. Вид-во при Харк. ун-ті, 1989. 200 с.
- 2 Чус А. В. Данченко В. М. Основи технічної творчості. Київ; Донецьк : Вища школа. Головне вид-во, 1983. 184 с.
- 3 Кузнєцов Ю. М. Теорія розв'язання творчих задач. Київ : ТОВ «ЗМОК» - ПП «ГНОЗИС», 2003. 294 с.
- 4 Косіюк М. М., Черменський Г. П. Основи науково-технічної творчості. Хмельницький : «Поділля», 1998. 415 с.
- 5 Прасолов Є. Я., Браженко С. А., Новицький О. П. Основи технічної творчості : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2018. 128 с.
- 6 Методи дослідження і організація експериментів/ за ред. проф. К. П. Власова. Харків : Вид-во «Гуманітарний центр», 2002. 256 с.
- 7 Ковальчук В. В., Моїсєєв Л. М. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Вид 2-ге, перероб. і доп. Київ : ВД «Професіонал», 2004. 208 с.
- 8 Андрошук Г. А., Работягова Л. І. Патентне право: правовий захист винаходів : навч. посіб. Вид. 2-ге. Київ : МАУП, 2001. 232 с.
9. Принципи інженерної творчості : навч. посіб. / Ю. В. Кулешков, Т. В. Руденко, М. В. Красота [та ін.] ; Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. - 105 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9005>
- 10 Зенчик В. М., Карачев А. А., Шмелев В. Е. Основи творчо-конструкторської діяльності: методи і організація. Київ : Академія, 2004. 251 с.
- 11 Подлесний С. В., Єрфорт Ю. О., Іскрицький В. М. Історія інженерної діяльності : навч. посіб. Краматорськ : ДДМА, 2004. 128 с.

Допоміжна

12. Використання адміністративного технічного і фізичного протиріч та поняття міні- задачі при розв'язанні винахідницьких задач. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Теорія технічних систем» та «Методи розвитку технічних систем» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт, 208 «Агроінженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр/ Укл. Ю.В. Кулешков, М.В. Красота, Т.В. Руденко, О.В. Бєвз, С.О. Магопець, Р.А. Осін. - Кропивницький: ЦНТУ, 2023. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/13507>
- 12 Розв'язання винахідницьких задач за допомогою створення репольних моделей технічних систем. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Теорія технічних систем» та «Методи розвитку технічних систем» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт, 208 «Агроінженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр/ Укл. Ю.В. Кулешков, М.В. Красота, Т.В. Руденко, О.В. Бєвз, С.О. Магопець, Р.А. Осін. - Кропивницький: ЦНТУ, 2023.- 33 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/13506>