

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра «Управління експлуатаційною роботою»**

**Кафедра “Управління вантажною і комерційною роботою”**

**В.Д. Зонов, С.М. Продащук**

**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ**

*Конспект лекцій*

**Харків – 2013**

Зонов В.Д., Продащук С.М. Основи наукових досліджень та інженерної творчості: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – 49 с.

Даний конспект лекцій розкриває основний зміст дисципліни “Основи наукових досліджень та інженерної творчості”. Наведено теоретичні положення та методи наукових досліджень, критерії розвитку технічних об’єктів, наукове прогнозування сценаріїв майбутніх подій. Даний конспект лекцій може використовуватися як теоретичне джерело при написанні розділу дипломної роботи та науково-дослідної роботи студента.

Рекомендується для студентів спеціальності 070101 “ОПУТ” (залізничний транспорт) усіх форм навчання.

Іл. 3, табл. 1, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедр «Управління експлуатаційною роботою» та «Управління вантажною і комерційною роботою» 21 лютого 2011 р., протокол № 10.

Рецензент

доц. О.М. Огар

В.Д. Зонов, С.М. Продащук

## ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ

*Конспект лекцій*

Відповідальний за випуск Зонов В.Д.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 21.03.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра “Управління експлуатаційною роботою”  
Кафедра “Управління вантажною і комерційною роботою”**

**В.Д. Зонов, С.М. Продащук**

**Основи наукових досліджень та інженерної творчості**

**Конспект лекцій  
з дисципліни**

**“Основи наукових досліджень та інженерної творчості”**

**Харків 2013**

Зонов В.Д., Продащук С.М. Основи наукових досліджень та інженерної творчості: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – 56 с.

Даний конспект лекцій розкриває основний зміст дисципліни “Основи наукових досліджень та інженерної творчості”. Наведено теоретичні положення та методи наукових досліджень, критерії розвитку технічних об’єктів, наукове прогнозування сценаріїв майбутніх подій. Даний конспект лекцій може використовуватися як теоретичне джерело при написанні розділу дипломної роботи та науково-дослідної роботи студента.

Рекомендується для студентів спеціальності 070101 “ОПУТ”(залізничний транспорт) усіх форм навчання.

Іл. 3, табл. 1, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедр «Управління експлуатаційною роботою» та «Управління вантажною і комерційною роботою» 21 лютого 2011 р., протокол № 10.

Рецензент

доц. О.М. Огар

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Мета, задачі, предмет, історія та зміст дисципліни	4
2 Елементи теорії науково-технічної діяльності	7
3 Методи наукового пізнання	8
4 Постановка і аналіз задачі наукового дослідження. Попередня і уточнена задачі наукового дослідження	15
5 Критерії розвитку (показники якості) технічних об'єктів, їх властивості та визначення	18
6 Методи активізації творчої діяльності	25
7 Методи творчого аналізу та синтезу розв'язання технічних рішень	29
8 Теорія розв'язання винахідницьких завдань. Технічні суперечності	35
9 Наукове прогнозування сценаріїв майбутніх подій	41
Список літератури	49

## **ВСТУП**

Кожен фахівець повинен мати уявлення про методикау й організацію науково-дослідницької діяльності, про науку та основні її поняття, технологізацію творчої діяльності та співтворчості. Дисципліна «Основи наукових досліджень та інженерної творчості» (ОНД) надає студентам базову сукупність інформації та вмінь, що формує у них необхідні знання і навички у сфері науково-технічної творчості. Дисципліна ОНД є ядром системи залучення студентів до творчої роботи і відіграє важливу роль у формуванні особистості сучасного фахівця незалежно від його майбутньої посади. Дисципліна ОНД ґрунтується на філософії та теорії пізнання і перетворення світу, основах психології і методології творчості, спеціальних знаннях, навичках і уміннях, що дозволяють розв'язати будь-яке інженерне завдання або проблему.

### **1 Мета, задачі, предмет, історія та зміст дисципліни**

Проблема технологізації творчої діяльності діалектична за своєю природою. Головне питання філософсько-методологічного рівня, яке виникає під час його розв'язання, лежить у площині збереження або втрати творчих ознак у процесі алгоритмізації творчої діяльності [1].

Перші спроби технологізувати творчі процеси були здійснені в галузі управлінської та винахідницької діяльності в колишньому СРСР О. К. Гастєвим і у США А. Осборном. Розроблені цими авторами нові методики розв'язання творчих завдань мають різні назви: «біржа ідей», «колективна генерація ідей», «мозкова атака», «мозковий штурм» тощо.

У свою чергу нові методики розв'язання творчих завдань є основою для виявлення і розвитку творчих здібностей фахівців та студентів різних закладів. Постановка і розв'язання наукових задач за фахом можлива на теоретичній основі, що необхідно для виконання реальних інженерних задач, у тому числі науково-дослідної роботи студентів (НДРС). Дисципліна ОНД забезпечує

необхідне узагальнення додаткових знань і умінь студентів, які постійно займаються науково-дослідною роботою.

НДРС спрямована на подальше теоретичне осмислення і практичне використання одержаних знань, а також усвідомлення себе як особистості, здатної самостійно розвивати свої творчі здібності, ставити і вирішувати практичні задачі за фахом на високому науковому рівні. Передбачені при вивченні дисципліни методологічні знання та вміння необхідні студентам та фахівцям для вирішення таких професійних завдань:

- розв'язання задач пошуку нових науково-технічних рішень;
- робота з науково-технічною літературою та інформаційними мережами, пошук науково-технічної і патентної інформації;
- оформлення заявок на винаходи і раціоналізаторські пропозиції;
- використання автоматизованих систем наукових досліджень.

Методологічні знання – це певні підходи, принципи, методи діяльності. Вони можуть бути технологізовані, тобто пристосовані для користування кожним науковцем, підприємцем, менеджером, конструктором, мислячою людиною [2].

Існує цікава історія часів Другої світової війни про застосування А. Осборном методу «мозкового штурму» для створення принципово нової технології будування великовантажних суден серії «Ліберті». Проблема була в тому, що класичний спосіб будування суден такого типу забирав багато часу: приблизно три-шість місяців від закладки до спуску на воду. Це не влаштовувало керівництво країни і флоту. Вони домогалися того, щоб на побудову судна такого класу витрачалось не більше двох тижнів. Фахівці з суднобудівництва після спроби виконати це завдання відмовились від нього і зробили висновок про принципову неможливість виконати це завдання. Саме тоді А. Осборн запросив «дилетантів» для розв'язання цієї проблеми. Тобто запрошені були не вузькі фахівці саме з суднобудівництва, а кращі фахівці з інших галузей науки, техніки і виробництва. Вони не знали жодних «заборон» (правил) суднобудівництва, тому за годину «мозкової атаки»

висунули близько 200 оригінальних ідей. Найбільш привабливою з них була ідея модульного монтажу судна, яку висунув інженер з фабрики для виробництва сірників. Під час сеансу «мозкової атаки» він пригадав, як грався його п'ятирічний син із сірниковими коробками, які він приносив з роботи. Хлопчик трохи відкривав кожну коробку і за допомогою такої простої операції трансформував кожну з них у модуль саморобного конструктора. Послідовно поєднуючи коробки одну з одною, він міг конструювати з них міцні ланцюги будь-якої довжини. Саме завдяки цій ідеї модульного монтажу дослідний зразок судна «Ліберті» був спущений на воду через 9 діб, а серійні кораблі цього класу спускалися на воду щотижня.

Таким чином, для розв'язання проблем технологізації творчої діяльності будь-якої проблеми необхідно знати:

- методи наукового пізнання, поняття “експеримент”, стадії проведення експерименту, дедуктивні і індуктивні методи пізнання;

- методи теоретичних і емпіричних досліджень, системи наукової комунікації, інформаційні мережі;

- сучасні методи теоретичних та експериментальних досліджень;

- закономірності проведення наукових досліджень; методи активації творчої діяльності людини;

- принципи пошуку наукової і патентної інформації в мережі Internet та інших мережах і системах;

- послідовність організації і планування наукових досліджень, обробки, оформлення та впровадження їх результатів;

- структуру та порядок оформлення документації у сфері науки і техніки;

- первинні заходи щодо безпеки життєдіяльності при організації наукових досліджень.

- основні методи наукової і творчої інженерної роботи;

- основні напрямки, проблеми і перспективи розвитку науки і техніки за напрямами роботи кафедр;

- принципи побудови і використання програмних середовищ, створених для виконання наукових та інженерних досліджень "Matlab" і "Mathcad";



- організаційно-технічні заходи щодо впровадження і практичного використання результатів науково-технічної роботи;
- інформаційно-пошукові системи і загальну структуру автоматизованої і інформаційно-пошукової системи;
- джерела наукової інформації, види патентної документації і джерела патентної інформації;
- організацію роботи з науковою літературою;
- систему впровадження науково-дослідної роботи на підприємствах і методики оцінки ефективності науково-дослідної роботи.

## **2 Елементи теорії науково-технічної діяльності**

Творчість – мислення в його вищій формі, що виходить за межі відомого, а також діяльність, що породжує щось якісно нове. Остання включає постановку або вибір завдання, пошук умов, шляху його вирішення і в результаті – створення нового.

Творчість може мати місце в будь-якій сфері діяльності людини: науковій, виробничо-технічній, художній, політичній і т.д.

Зокрема наукова творчість пов'язана з пізнанням навколишнього світу. Науково-технічна (або просто технічна) творчість має прикладні цілі й напрям на задоволення практичних потреб людини. Це пошук і вирішення завдань у сфері техніки на основі використання досягнень науки.

Протягом усієї людської історії вчені та винахідники минулого для створення нового використовували малопродуктивний метод «проб і помилок». Безсистемно перебираючи велику кількість можливих варіантів, вони знаходили (іноді!) потрібне рішення. При цьому чим складніше завдання, чим вище його творчий рівень, тим більше можливих варіантів вирішення, тим більше «проб» потрібно здійснити. У зв'язку з цим творчі знахідки мали переважно випадковий характер. Від першого воза з колесами до винаходу колеса зі спицями (2 тис. років до н. е.) пройшло близько двох тисячоліть. Проте історія людства показує, що в цілому період реалізації творчих ідей має яскраво виражену тенденцію до скорочення. Дійсно, якщо від друкарських дощок до винаходу

книгодрукування (1440 р.) пройшло «лише» шість століть і потім до створення друкарської машинки чотири століття то, наприклад, транзистор винайдений у 1948 р., був реалізований у 1953 р. В епоху сучасної науково-технічної революції потреба в нових технічних винаходах високого рівня істотно зросла й продовжує збільшуватися. Це постійно підвищує вимоги до продуктивності, ефективності і якості творчої праці.

Реалізація цього завдання можлива тільки на основі якісної перебудови стилю мислення, розроблення теорії і методології науково-технічної творчості і їх широкого практичного використання.

Творчість є явищем, що належить перш за все до конкретних суб'єктів і пов'язана з особливостями людської психіки, закономірностями вищої нервової діяльності, розумової праці. Одні вчені вважають, що мислення починається там, де створилася проблемна ситуація. Це припускає пошук рішення в умовах невизначеності, дефіциту інформації. Інші стверджують, що визначальним механізмом творчості є не логіка, а інтуїція. «За допомогою логіки доводять, за допомогою інтуїції винаходять», – говорив Л. Пуанкаре. І дійсно, інтуїція часто допомагає в пошуку правильного рішення, проте при цьому слід зазначити, що раніше явище інтуїції належало до чогось містичного й надприродного, а в даний час, що інтуїція має матеріалістичне пояснення і є швидким рішенням, одержаним у результаті тривалого накопичення знань у даній сфері і, отже, тривалої підготовки. Це підсумок розумової діяльності, а не початок. Таким чином, інтуїція приходить як винагорода за працю вченого і тому складному механізму творчого мислення властиві як інтуїція, так і логіка.

Специфічний акт творчості – раптове осяяння (інсайт) – полягає в усвідомленні чогось, що спливає з глибин підсвідомості, у схоплюванні елементів ситуації в тих зв'язках і відносинах, що гарантують вирішення завдання.

### **3 Методи наукового пізнання**

Метод – це спосіб досягнення мети. Метод об'єднує суб'єктивні і об'єктивні моменти пізнання. З філософської точки зору методи можна поділити на:

загальні – діючі у всіх сферах науки і на всіх етапах дослідження;

загальнонаукові – тобто для всіх наук;

приватні – тобто для певних наук;

спеціальні – для даної науки.

Проте поділ методів завжди умовний, оскільки по мірі розвитку пізнання один науковий метод може переходити з однієї категорії в іншу [3].

Методи наукового пізнання такі: спостереження, порівняння, розрахунок, вимірювання, експеримент, узагальнення, абстрагування, формалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання, ідеалізація, ранжирування, а також аксіоматичний, гіпотетичний, історичний і системний методи.

Спостереження – це спосіб пізнання об'єктивного світу, заснований на безпосередньому сприйнятті предметів і явищ за допомогою органів чуття без втручання в процес з боку дослідника.

Порівняння – це встановлення відмінності між об'єктами матеріального світу або знаходження в них загального, здійснюється як за допомогою органів чуття, так і за допомогою спеціальних пристроїв.

Розрахунок – це знаходження числа, що визначає кількісне співвідношення однотипних об'єктів або їх параметрів, які характеризують ті або інші властивості.

Вимірювання – це фізичний процес визначення чисельного значення деякої величини шляхом порівняння її з еталоном.

Експеримент – одна із сфер людської практики, в якій піддається перевірці істинність гіпотез, що висувуються, або виявляються закономірності об'єктивного світу. В процесі експерименту дослідник втручається в процес, що вивчається, з метою пізнання, при цьому одні умови дослідження ізолюються, інші виключаються, треті посилюються або ослабляються. Експериментальне вивчення об'єкту або явища має певні переваги в порівнянні зі спостереженням дозволяє вивчати явища

в «чистому вигляді» за допомогою усунення побічних чинників, при необхідності випробування можуть повторюватися так, щоб досліджувати окремі властивості об'єкта, а не їх сукупність.

Узагальнення – визначення загального поняття, в якому відображається головне, основне, що характеризує об'єкти даного класу. Це засіб для утворення нових наукових понять, формулювання законів і теорій.

Абстрагування – це уявне відвернення від неістотних властивостей, зв'язків, відносин предметів і виділення декількох сторін, що цікавлять дослідника. Воно, як правило, здійснюється у два етапи. На першому етапі визначаються неістотні властивості, зв'язки і т.д. На другому – об'єкт замінюють іншим, більш простим, або спрощеною моделлю, що зберігає головне в складному.

Види абстрагування:

- ототожнення (утворення понять шляхом об'єднання предметів, пов'язаних своїми властивостями в особливий клас);

- ізолювання (виділення властивостей, нерозривно пов'язаних з предметами);

- конструктивізація (відвернення від невизначеності меж реальних об'єктів) і, нарешті, допущення потенційної здійсненності.

Яскравим прикладом абстрактної моделі дійсності є ідеальний газ, який широко використовується у фізиці, термодинаміці і інших науках.

Формалізація – відображення об'єкта або явища в знаковій формі будь-якої штучної мови (математики, хімії і т. д.) і забезпечення можливості дослідження реальних об'єктів і їх властивостей через формальне дослідження відповідних знаків.

Аксиоматичний метод – спосіб побудови наукової теорії, при якій деякі твердження (аксіоми) приймаються без доказів і потім використовуються для отримання решти знань за певними логічними правилами. Загальновідомою, наприклад, є аксіома про паралельні лінії (не перетинаються), яка прийнята в геометрії без доказів.

Аналіз – метод пізнання за допомогою розчленування або розкладання предметів дослідження (об'єктів, властивостей і т.д.) на складові частини. У зв'язку з цим аналіз складає основу аналітичного методу досліджень [4].

Синтез – з'єднання окремих сторін предмета в єдине ціле. Аналіз і синтез взаємопов'язані, вони є єдністю протилежностей. Розрізняють такі види аналізу й синтезу:

- прямий або емпіричний метод (використовують для виділення окремих частин об'єкта, виявлення його властивостей, найпростіших вимірювань тощо);

- поворотний або елементарно-теоретичний метод (що базується на уявленнях про причинно-наслідкові зв'язки різних явищ);

- структурно-генетичний метод виявлення в складному явищі таких елементів, що мають вирішальний вплив на всю решту сторін об'єкта.

Важливими поняттями в теорії пізнання є: індукція – висновок про факти до деякої гіпотези (загального твердження), і дедукція – висновок, в якому йдеться мова про деякий елемент множини. Дедукція й індукція – взаємодоповнюючі методи пізнання, що широко використовують приватні методи формальної логіки. Це методи:

- єдиної схожості (передбачається, що єдина схожа обставина є причиною даного явища);

- єдиної відмінності (передбачається, що єдина відмінність обставин є причиною явища);

- супутніх змін (зміна одного явища приводить до зміни іншого, оскільки обидва ці явища перебувають у причинному зв'язку);

- залишків (якщо відомо, що деякі із сукупності певних обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається рештою обставин).

Одним з методів наукового пізнання є аналогія, за допомогою якої досягається знання про предмети й явища на підставі того, що вони мають схожість з іншими. Ступінь вірогідності (достовірності) висновків залежить від якості проведених досліджень, які можуть бути гарантованими дослідником. Аналогія тісно пов'язана з моделюванням або модельним експериментом. Якщо звичайний експеримент безпосередньо взаємодіє з об'єктом дослідження, то в моделюванні такої взаємодії немає, оскільки експеримент проводиться не з самим об'єктом, а з його заміником. Прикладом може служити аналогова обчислювальна машина

(АОМ), дія якої побудована на аналогії диференціальних рівнянь, що описують як властивості досліджуваного об'єкта, так і електронної моделі.

Гіпотетичний метод пізнання припускає розроблення наукової гіпотези на основі вивчення фізичної, хімічної та іншої природи досліджуваного явища за допомогою описаних вище способів пізнання, а потім формулювання гіпотези, складання розрахункової схеми алгоритму (моделі), її вивчення, аналіз, розроблення теоретичних положень. Як в соціально-економічних і гуманітарних науках, так і в природничих і технічних дослідженнях часто використовують історичний метод пізнання. Цей метод припускає дослідження виникнення, формування й розвитку об'єктів у хронологічній послідовності, внаслідок чого дослідник одержує додаткові знання про об'єкт (явище), що вивчається, в процесі їх розвитку.

При гіпотетичному методі пізнання дослідник нерідко вдається до ідеалізації – це уявне конструювання об'єктів, що практично нездійсненні (наприклад, ідеальний газ, абсолютно тверде тіло). В результаті ідеалізації реальні об'єкти позбавляються деяких властивих їм якостей і наділяються гіпотетичними якостями.

При дослідженнях складних систем з багатоманітними зв'язками, що характеризуються як безперервністю й детермінованістю, так і дискретністю й випадковістю, використовують системні методи (дослідження операцій, теорія масового обслуговування, теорія керування, теорія множин та ін.). У даний час такі методи набули значного поширення значною мірою у зв'язку з розвитком ЕОМ.

При аналізі явищ і процесів у складних системах виникає потреба розглядати велику кількість чинників (ознак), серед яких важливо вміти виділяти головне за допомогою методу ранжирування й виключення другорядних чинників, що не впливають істотно на досліджуване явище. Отже, цей метод допускає посилення основних і ослаблення другорядних чинників, тобто їх розміщення за певними правилами в ряд спадної або зростаючої послідовності щодо сили чинника.

Різноманітні методи наукового пізнання умовно підрозділяються на ряд рівнів: емпіричний, експериментально-теоретичний, теоретичний і метатеоретичний [5].

Методи емпіричного рівня: спостереження, порівняння, розрахунок, вимірювання, анкетне опитування, співбесіда, тести, метод проб і помилок і т.д. Методи цієї групи конкретно пов'язані з явищами, що вивчаються, і використовуються на етапі формування наукової гіпотези.

Методи експериментально-теоретичного рівня: експеримент, аналіз і синтез, індукція й дедукція, моделювання, гіпотетичний, історичний і логічні методи. Ці методи допомагають досліднику знайти ті або інші достовірні факти, об'єктивні прояви в протіканні досліджуваних процесів. Методи теоретичного рівня: абстрагування, ідеалізація, формалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аксіоматика, узагальнення і т.д. На теоретичному рівні проводяться логічне дослідження зібраних фактів, вироблення понять, думок, робляться висновки. В процесі цієї роботи співвідносяться ранні наукові уявлення з виникаючими новими. Таким чином, новий теоретичний зміст знань надбудовується над емпіричними знаннями. На теоретичному рівні пізнання широко використовують логічні методи схожості, відмінності, супутніх змін, розробляють нові системи знань, вирішують завдання подальшого узгодження теоретично розроблених систем з накопиченим новим експериментальним матеріалом.

До методів метатеоретичного рівня відносять діалектичний метод і метод системного аналізу. За допомогою цих методів досліджують самі теорії і розробляють шляхи їх побудови, вивчають систему положень і понять даної теорії, встановлюють межі її вживання, способи введення нових понять.

При вивченні складних, взаємопов'язаних проблем використовують системний аналіз, що широко застосовується в різних сферах наукової діяльності людини, зокрема в логіці, математиці, загальній теорії систем, внаслідок чого сформувалися такі науки, як металогіка й метаматематика. Металогіка системи положень і понять формальної логіки розробляє питання теорії доказів, визначності понять, істини у

формалізованих мовах. Метаматематика займається вивченням різних властивостей формальних систем і числень.

В основі системного аналізу лежить поняття системи, під якою розуміється безліч об'єктів (компонентів), що володіють певними властивостями з фіксованими між ними відносинами. На базі цього поняття проводять облік зв'язків, використовують кількісні порівняння всіх альтернатив для того, щоб свідомо вибрати найкраще рішення, оцінене яким-небудь критерієм, наприклад вимірністю, ефективністю, надійністю тощо.

Системний аналіз використовують для дослідження таких складних систем, як економіка окремої галузі, промислове підприємство, об'єднання, при плануванні і організації технології комплексних будівельних процесів, що виконуються декількома будівельними організаціями, та інше.

Системний аналіз складається з чотирьох етапів.

Перший полягає в постановці завдання – визначають об'єкт, мету й завдання дослідження, а також критерії для вивчення й керування об'єктом. Неправильна або неповна постановка цілей може звести нанівець результати всього подальшого аналізу.

Під час другого етапу окреслюються межі системи, що вивчають, і визначають її структуру; об'єкти й процеси, що мають відношення до поставленої мети, розбивають на систему й зовнішнє середовище, що власне вивчають. При цьому розрізняють замкнуті й відкриті системи. При дослідженні замкнутих систем зовнішнього середовища виділяють окремі складові частини системи – її елементи. Встановлюють взаємодію між ними і зовнішнім середовищем. Останнім часом все більше уваги в техніці приділяється вивченню замкнутих систем, що мають закриті технологічні цикли, так звану «безвідходну технологію». Такі технологічні процеси перспективні як з позиції економіки, так і екології: «чим менше відходів, тим вище рівень виробництва».

Третій, найважливіший етап системного аналізу, полягає в складанні математичної моделі досліджуваної системи. Спочатку проводять параметризацію системи, описують виділені елементи системи і їх взаємодію. Залежно від особливостей процесів використовують той або інший математичний апарат для аналізу системи в цілому.



Слід при цьому відзначати, що аналітичні методи використовуються для опису лише невеликих систем, унаслідок їх громіздкості або неможливості складання й вирішення складної системи рівнянь. Для опису великих систем, їх характеристик не тільки якісних, але й кількісних використовуються дискретні параметри (бали), що приймають цілі значення. Наприклад, твердість матеріалів оцінюють балами за шкалою Мооса, енергію сейсмічних хвиль при землетрусах – балами за І. Ріхтером і ін. Методи операцій з дискретними параметрами висловлюються в теорії множин і перш за все в алгебрі множин, що становлять основу математичного забезпечення сучасних ЕОМ.

Разом з апаратом алгебри множин при дослідженні складних систем широко використовують методи вірогідності, оскільки в них переважають стохастичні процеси. Тому найбільш часто досліджують розвиток процесів з деякою вірогідністю або ж визначають вірогідність протікання процесів, що вивчаються.

Четвертий є важливим етапом системного аналізу. Це аналіз одержаної математичної моделі, визначення її екстремальних умов з метою оптимізації і формулювання висновків.

Оптимізація полягає в знаходженні оптимуму даної функції (математичної моделі досліджуваної системи, процесу) і відповідно знаходження оптимальних умов поведінки даної системи або протікання даного процесу. Оцінку оптимізації проводять за критеріями, що приймають у таких випадках екстремальні значення (виражаючи наприклад, максимальне знімання продукції з одиниці об'єму апарату, мінімальну вартість продукції при певній продуктивності, мінімальну витрату палива і т. д.). На практиці вибрати належний критерій достатньо складно, оскільки в завданнях оптимізації може виявлятися необхідність у багатьох критеріях, що іноді виявляються взаємно суперечливими. Тому найбільш часто вибирають який-небудь один основний критерій, а для інших встановлюють порогові гранично допустимі значення. На підставі вибору складається залежність критерію оптимізації від параметрів моделі досліджуваного об'єкта (процесу).

#### **4 Постановка і аналіз задачі наукового дослідження. Попередня і уточнена постановка задачі наукового дослідження**

В теорії задач наукових досліджень виділяють два основних напрямки досліджень: нормативний та описовий. Представники нормативного підходу концентрують увагу на розробленні організаційних, інформаційних та методологічних засад прийняття раціонального рішення. Нормативний підхід опрацьовує "правила руху" в управлінській роботі, дотримання яких має забезпечити прийняття раціонального рішення завдання [6].

Описовий підхід спрямований на емпіричне дослідження поведінки окремих осіб та груп людей у процесі прийняття рішень до конкретного завдання. Він має на меті визначити закономірності формування в процесі взаємодії вихідних параметрів проблеми, що вирішується, та характеристик суб'єкта, який приймає рішення. В рамках нормативного підходу перш за все досліджується процедура постановки задачі наукового дослідження.

Найпростішою технологією постановки завдань є інтуїтивна. За інтуїтивної технології суб'єкт управління й визначає рішення. Перевага інтуїтивної технології полягає у швидкості прийняття рішень, а основний недолік – у значній імовірності помилки. При цьому слід зауважити, що на етапі прийняття рішення суб'єкт управління має доповнити результат формалізованого аналізу (найкращий варіант) неформальними знаннями про об'єкт управління. Ці знання впливають з досвіду та інтуїції суб'єкта управління. В практиці прийняття рішень часто виникає питання про доцільність застосування групового або індивідуального підходу до процедури прийняття рішень.

##### *Загальна характеристика методів:*

Метод аналогії передбачає використання схожого відомого рішення, «підказаного», наприклад, технічною, економічною або художньою літературою, яке виникло як результат спостереження за явищами природи тощо.

Метод інверсії – специфічний метод, що передбачає такі підходи до пошуку варіантів, як: перевернути звичайне рішення «догори ногами»; вивернути навиворіт; поміняти місцями тощо.

Метод ідеалізації базується на пошуку альтернативи шляхом ініціювання уявлення про ідеальне вирішення проблеми, яка може наштовхнути на нові варіанти дій.

Метод «мозкового штурму» зводиться до творчої співпраці певної групи спеціалістів заради вирішення проблеми шляхом, наприклад, проведення дискусії.

Метод «конференція ідей». Відрізняється від методу «мозкового штурму» тим, що допускає доброзичливу критику у формі реплік або коментарів. Вважається, що така критика може підвищити цінність ідей, що висуваються. Всі висунуті ідеї фіксуються в протоколі анонімно. Не рекомендується залучати до «конференції ідей» осіб, які скептично налаштовані щодо можливостей вирішення даної проблеми.

Метод «колективного блокнота» поєднує індивідуальне незалежне висування ідей з колективною її оцінкою. При цьому кожний учасник групи отримує блокнот, у якому викладена сутність вирішуваної проблеми. Впродовж певного періоду часу (звичайно два тижні) кожний учасник групи записує до блокнота власні ідеї щодо вирішення даної проблеми. Потім блокноти збирає керівник групи для узагальнення та систематизації інформації. Реалізація методу завершується творчою дискусією всієї групи та обговоренням.

Метод контрольних запитань. Його сутність полягає у стимулюванні пошуку ідей за допомогою універсальних запитань. На практиці часто використовується перелік універсальних запитань, складений Алексом Осборном:

- яке нове застосування об'єкта можна запропонувати?
- які модифікації об'єкта можливі, якщо його обертати, скручувати, змінювати функції, колір, форму, кількість тощо.

Метод фокальних об'єктів полягає у перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на об'єкт, що удосконалюється. Внаслідок цього можливо отримати нові, оригінальні варіанти вирішення проблеми удосконалення даного об'єкта. Метод фокальних об'єктів реалізується у такій послідовності:  
а) вибирається фокальний об'єкт і встановлюється мета його

удосконалення; б) навмання вибирається декілька випадкових об'єктів; в) складаються списки ознак випадкових об'єктів; г) ознаки випадкових об'єктів приєднуються до фокального об'єкта; д) отримані сполучення розвиваються шляхом вільних асоціацій; ж) отримані варіанти оцінюються та відбираються раціональні рішення.

Метод морфологічного аналізу ґрунтується на застосуванні комбінаторики, тобто на системному дослідженні всіх теоретично можливих варіантів, які впливають із закономірностей побудови (морфології) об'єкта, що аналізується. Синтез охоплює як відомі, так і нові, незвичайні варіанти. Шляхом комбінування варіантів можна отримати рішення, декілька з яких можуть мати практичний інтерес.

Аналітичні методи характеризуються тим, що встановлюють аналітичні (функціональні) залежності між умовами вирішення задачі (факторами) та її результатами (прийнятим рішенням). До аналітичних належить широка група методів економічного аналізу діяльності фірми (наприклад, побудова рівняння беззбитковості і знаходження точки беззбитковості).

Статистичні методи ґрунтуються на збиранні та обробці статистичних матеріалів. Статистичні методи включають методи теорії ймовірностей та математичної статистики. В управлінні широко використовують з цієї групи методів такі: кореляційно-регресійний аналіз; дисперсний аналіз; факторний аналіз; кластерний аналіз; методи статистичного контролю якості і надійності та інші.

Широко використовуються на практиці метод платіжної матриці і «дерево рішень».

Методи математичного програмування. Математичне програмування – розділ математики, який містить теорію та методи розв'язання умовних екстремальних задач з кількома змінними. В задачах математичного програмування необхідно вибрати значення змінних (тобто параметрів управління), щоб забезпечити максимум (мінімум) цільової функції за певних обмежень. Найбільш широко методи математичного програмування застосовуються у сферах планування номенклатури і асортименту виробів; визначенні маршрутів

виготовлення виробів; мінімізації відходів виробництва; регулюванні запасів; календарному плануванні виробництва тощо [8].

## **5 Критерії розвитку (показники якості) технічних об'єктів, їх властивості та визначення**

Якість як економічна категорія відбиває сукупність властивостей продукції, що зумовлюють міру її придатності задовольняти потреби людини відповідно до свого призначення.

Показники якості встановлюються при проектуванні (розробленні) переважно нових знарядь праці (машин, устаткування, приладів, транспортних засобів тощо) і відображаються в спеціальних картах технічного рівня, які використовуються у процесі вивчення ринку й визначення попиту на нові товари, складання бізнес-планів, рекламних матеріалів. Об'єктивна необхідність забезпечення належної якості в процесі проектування, виготовлення й використання нових виробів ініціює застосування у виробничо-господарській діяльності підприємств певної системи показників, що дає змогу визначати й контролювати рівень якості всіх видів продукції.

*Рівень якості* — це кількісна характеристика міри придатності того або іншого виду продукції для задоволення конкретного попиту на неї в порівнянні з відповідними базовими показниками за фіксованих умов споживання. Оцінка якості продукції передбачає визначення абсолютного, відносного, перспективного та оптимального її рівнів. Абсолютний рівень якості того або іншого виробу знаходять обчисленням вибраних для його вимірювання показників, не порівнюючи їх із відповідними показниками аналогічних виробів. Визначення абсолютного рівня якості є недостатнім, оскільки самі по собі абсолютні значення вимірників якості не відображають міри її відповідності сучасним вимогам. Тому одночасно визначають відносний рівень якості окремих видів продукції, що виробляється (проектується), порівнюючи її показники з абсолютними показниками якості найліпших вітчизняних та зарубіжних аналогів.

Проте рівень якості продукції під впливом науково-технічного прогресу і вимог споживачів мусить постійно зростати. У зв'язку з цим виникає необхідність оцінки якості виробів, виходячи з перспективного рівня якості, що враховує пріоритетні напрями й темпи розвитку науки і техніки. Для нових видів продукції доцільно визначати оптимальний рівень якості, тобто такий її рівень, за якого загальна величина суспільних витрат на виробництво й використання (експлуатацію) продукції за певних умов споживання була б мінімальною.

Залежно від призначення певні види продукції мають специфічні показники якості. Поряд з цим використовуються показники для оцінки багатьох видів виробів, а також вимірники відносного рівня якості всієї продукції, що виробляється підприємством. З урахуванням таких обставин усі показники якості виробів поділяють на дві групи:

перша — диференційовані (поодинокі) показники, з яких виокремлюється найбільш розгалужена низка одиничних показників якості;

друга — загальні показники якості всього обсягу продукції, яку виробляє підприємство.

Найбільш складна за кількістю система показників застосовується для оцінки якості (технічного рівня) знарядь праці. Вона охоплює більшість груп одиничних показників і майже всі комплексні вимірники якості. Крім специфічних, властивих лише певному виду виробів показників, якість (технічний рівень) знарядь праці характеризується також низкою загальних показників. До них, у першу чергу, належать надійність, довговічність, ремонтпридатність, продуктивність, патентна чистота.

Під надійністю розуміють властивість виробу виконувати свої функції зі збереженням експлуатаційних показників у встановлених межах протягом відповідного проміжку часу. Кількісно вона характеризується тривалістю безвідмовної роботи, тобто середнім часом роботи між двома несправностями. Надійність — це властивість виробу тривалий час зберігати свою працездатність за тих чи інших умов експлуатації, її оцінюють двома головними показниками — строком служби (календарною

тривалістю експлуатації до певного граничного стану) і технічним ресурсом (можливим напрацюванням у годинах).

Ремонтопридатність техніки характеризує можливість швидко виявляти й усувати несправності в ній. Показник патентної чистоти виробу відображає використання за його розробки запатентованих винаходів і можливість безперешкодного продажу на світовому ринку.

До комплексних показників якості (технічного рівня) знарядь праці належать, наприклад: коефіцієнт готовності обладнання, що характеризує одночасно його безвідмовність і ремонтпридатність; питомі витрати на один кілометр пробігу автомобіля та інше. Якість предметів праці оцінюють здебільшого за допомогою показників технологічності їх обробки й переробки. Більшість із них відображають фізико-механічні властивості та хімічний склад предметів праці. Показники для оцінки якості споживчих товарів диференціюють залежно від їх конкретного призначення. Зокрема якість продуктів харчування характеризують показники калорійності, консистенції, смаку, запаху, терміну зберігання, а одягу та взуття – показники міцності, естетичності – колористика, силует. У практиці господарювання важливо знати не лише якість окремих виробів, а й загальний рівень якості всієї сукупності продукції, яку виготовляє підприємство. З цією метою застосовують певну систему загальних показників, а саме:

- частка принципово нових (прогресивних) виробів у загальному обсязі;
- коефіцієнт оновлення асортименту;
- частка продукції, на яку одержано сертифікати якості;
- частка продукції для експорту в загальному її обсязі на підприємстві;
- частка виробничого браку (бракованих виробів);
- відносний обсяг сезонних товарів, що реалізовано за зниженими цінами.

Для визначення рівня якості виробів, що виготовляються (освоюються) виробництвом, застосовують кілька методів: *об'єктивний, органолептичний, диференційований, комплексний*. Об'єктивним і органолептичним методами користуються для визначення абсолютного рівня якості, а диференційованим і

комплексним – для відносного рівня якості окремих видів продукції.

*Об'єктивний метод* полягає в оцінюванні рівня якості продукції за допомогою стендових випробувань та контрольних вимірювань, а також лабораторного аналізу. Такий метод дає найбільш вірогідні результати і застосовується для вимірювання абсолютного рівня якості засобів виробництва та деяких властивостей споживчих товарів. Зокрема ним користуються для визначення більшості техніко-експлуатаційних показників: засобів праці – продуктивність, потужність, точність обробки матеріалів; предметів праці – вміст металу в руді, міцність фарбування тканини; споживчих товарів – еластичність та вологостійкість взуття, вміст цукру або жиру в харчових продуктах тощо.

*Органолептичний метод* ґрунтується на сприйманні властивостей продукту за допомогою органів чуття людини (зір, слух, смак, нюх, дотик) без застосування технічних вимірювальних та реєстраційних засобів. Користуючись цим методом, застосовують балову систему оцінки показників якості, виходячи зі стандартного переліку ознак (властивостей), які найповніше охоплюють основні якісні характеристики виробу. Кожній оцінці («відмінно», «добре», «задовільно», «погано») відповідає певна кількість балів (наприклад, 5, 4, 3, 0).

*Диференційований метод* оцінки рівня якості передбачає порівнювання одиничних показників виробів із відповідними показниками виробів-еталонів або базовими показниками стандартів (технічних умов). Оцінка рівня якості за цим методом полягає в обчисленні значень відносних показників, які порівнюються з еталонними (стандартними), які приймають за одиницю.

*Комплексний метод* полягає у визначенні узагальнюючого показника якості оцінюваного виробу. Одним з таких може бути інтегральний показник, який обчислюється через порівнювання корисного ефекту від споживання (експлуатації) певного виробу і загальної величини витрат на його створення й використання. Іноді для комплексної оцінки якості застосовують середньозважену арифметичну величину з використанням для її



обчислення коефіцієнтів вагомості всіх розрахункових показників.

### *Конкурентоспроможність продукції*

Загалом поняття конкурентоспроможності характеризує властивість об'єкта задовольняти певну конкретну потребу, яку порівнюють з аналогічними об'єктами даного ринку. Конкурентоспроможність можна розглядати стосовно найрізноманітніших об'єктів: проектно-конструкторської документації, технології виробництва продукції, окремого проекту, окремої фірми (підприємства, організації), галузі, регіону, країни в цілому.

Конкурентоспроможність підприємства означає його здатність до ефективної господарської діяльності та забезпечення прибутковості за умов конкурентного ринку. Інакше кажучи, конкурентоспроможність підприємства – це здатність забезпечувати випуск і реалізацію конкурентоспроможної продукції.

Під конкурентоспроможністю продукції розуміють сукупність її властивостей, що відбиває міру задоволення конкретної потреби проти репрезентованої на ринку аналогічної продукції. Вона визначає здатність витримувати конкуренцію на ринку, тобто мати якісь вагомі переваги над виробами інших товаровиробників. Конкурентоспроможність товарів закладається ще на стадії проектування. У процесі виробництва матеріалізуються найважливіші (визначальні) елементи конкурентоспроможності виробів: якість і витрати. Моделювання та визначення рівня конкурентоспроможності продукції є необхідною передумовою для її продажу (реалізації) на відповідному ринку. Визначаючи конкурентоспроможність товару, виробник продукції має обов'язково знати вимоги потенційних покупців та оцінки споживачів. Тому формування конкурентоспроможності продукції починається з визначення суттєвих споживчих властивостей (потреб покупців), за якими оцінюється принципова можливість реалізувати продукцію на відповідному ринку, де покупці постійно порівнюватимуть її характеристики з товарами конкурентів щодо міри задоволення конкретних потреб і цін реалізації. Для визначення конкурентоспроможності продукції необхідно знати:

- конкретні вимоги потенційних покупців (споживачів) до пропонованого на ринку товару;
- можливі розміри та динаміку попиту на продукцію;
- розрахунковий рівень ринкової ціни товару;
- очікуваний рівень конкуренції на ринку відповідних товарів;
- визначальні параметри продукції основних конкурентів;
- найбільш перспективні ринки для відповідного товару та етапи закріплення на них;
- термін окупності сукупних витрат, пов'язаних з проектуванням, продукуванням і просуванням на ринок нового товару.

Конкурентоспроможність конкретного об'єкта бажано вимірювати кількісно, що уможливить управління його рівнем. Для цього необхідна інформація, що характеризує корисний ефект даного об'єкта та об'єктів-конкурентів за нормативний строк їх служби й сукупні витрати протягом життєвого циклу об'єктів.

Корисний ефект – це віддача об'єкта, інтегральний показник, що розраховується на підставі окремих об'єктивних показників якості об'єкта, які задовольняють ту або іншу конкретну потребу. Його можна вимірювати в натуральних одиницях (наприклад, продуктивність однопараметричних машин та устаткування), грошовому виразі або в умовних балах (для об'єктів з кількома важливими параметрами, що доповнюють один одного). Сукупні витрати протягом життєвого циклу – це ті витрати, які обов'язково потрібно зробити, щоб одержати від об'єкта відповідний корисний ефект.

Конкурентоспроможність об'єктів, для яких неможливо розрахувати корисний ефект чи сукупні витрати, можна визначити з результатів експериментальної перевірки за конкретних умов споживання, за результатами пробного продажу, експертних та інших методів.

На рівень якості й конкурентоспроможності продукції впливає багато різнопланових чинників. Досягти необхідного рівня якості та конкурентоспроможності реалізованих на відповідних ринках товарів можна різними способами, скоординованими в часі і просторі. Сукупність найважливіших

конкретних способів (чинників) підвищення якості та конкурентоспроможності всіх видів продукції можна класифікувати як *технічні, організаційні, економічні та соціальні*.

*Технічні:*

- використання досягнень науки і техніки в процесі проектування виробів;
- запровадження новітньої технології виробництва і суворе дотримання технологічної дисципліни;
- забезпечення належної технічної оснащеності виробництва;
- удосконалення застосовуваних стандартів і технічних умов.

*Організаційні:*

- запровадження сучасних форм і методів організації виробництва та управління;
- удосконалення методів контролю й розвиток масового самоконтролю на всіх стадіях виготовлення продукції;
- розширення прямих господарських зв'язків між продуцентами та покупцями (споживачами);
- узагальнення й використання передового вітчизняного та зарубіжного досвіду в галузі підвищення конкурентоспроможності продукції.

*Економічні та соціальні:*

- застосування узгодженої системи прогнозування і планування необхідного рівня якості виробів;
- установлення прийнятних для продуцентів і споживачів цін на окремі види товарів;
- використання ефективної мотивації праці всіх категорій персоналу підприємства;
- усебічна активізація людського чинника та проведення кадрової політики, адаптованої до ринкових умов господарювання.

Ринкові умови господарювання передбачають активне й широке використання організаційних чинників підвищення якості продукції на всіх підприємствах. До пріоритетних належать: запровадження сучасних форм і методів організації виробництва та управління ним, які уможливають ефективне

застосування високоточної техніки і прогресивної (бездефектної) технології; удосконалення методів технічного контролю та розвиток масового самоконтролю на всіх стадіях виготовлення продукції.

## **6 Методи активізації творчої діяльності**

Методи активізації творчості – це способи інтенсифікації генерації ідей, підвищення концентрації оригінальних ідей у загальному їх потоці, можливість перебороти психологічну інертність. Дослідження науковців засвідчили, що творчість – це досить складний і своєрідний процес, якому можна навчитися. Для цього необхідно виявити його закономірності, на основі яких можна створити певні методи або прийоми, володіння якими дозволило б більш ефективно займатися винахідництвом чи проектуванням технологічних об'єктів.

Дослідники ретельно вивчали особистість винахідника, намагаючись встановити зв'язок між психологічними особливостями (навіть рівнем нервових захворювань) та геніальністю. І лише на початку ХХ ст. почала стверджуватись думка про те, що творчі здібності є практично у всіх людей. Наступним кроком науковців було віднайти спеціальну методіку або сукупність методів, які б давали змогу людині більш повно долучитися до творчості. Пошук наукової організації творчої праці дав змогу розробити основи теорії розв'язування винахідницьких та нові методи розв'язування проблемних задач.

Серед провідних вітчизняних і зарубіжних учених, педагогів та психологів (О.М. Коберник, В.К. Сидоренко, М.В. Матяш, В.Д. Симоненко та інші), які опікуються проблемами активізації творчої діяльності, є думка про те, що для розвитку предмета й методіки його викладання на належному науково-методичному рівні треба повернутися до технологій проектного навчання. В основу цих технологій має бути покладена також *творча діяльність* студентів, зорієнтованих на вільний вибір ними об'єкта проектування. Саме тому в оновленій програмі навчання знайшли своє відображення нижченаведені методи активізації творчої діяльності.

*Евристичний метод* – метод здобуття нових знань, заснований на використанні досвіду, інтуїції фахівця і його творчого мислення. Евристичний метод є універсальним, який застосовується у всіх сферах науки і практики. Евристичні методи звичайно протиставляють формалізованим, що спираються на точний математичний опис явищ.

#### *Експертні методи*

Серед експертних методів виділяють індивідуальні і колективні. Індивідуальні експертні методи полягають у використанні думок експертів – фахівців відповідного профілю, сформульованих кожним з них незалежно один від одного. До індивідуальних належать такі експертні методи, як інтерв'ю й анкетування.

*Метод інтерв'ю* полягає в постановці аналітиком у ході бесіди з експертом запитань про фактори, що визначають стан досліджуваного об'єкта, шляхи і засоби зміни стану об'єкта у бажаному напрямку. Зміст запитань визначає заздалегідь складена програма, яку можна уточнювати у процесі інтерв'ю.

*Метод анкетування* (аналітичного експертного оцінювання) ґрунтується на самостійній підготовці експертом відповідей на запитання анкети.

#### *Основні переваги індивідуальних методів:*

- використання здібностей і знань окремого експерта;
- відносна простота проведення цільового аналізу.

*Головний недолік* – обмеженість знань кожного з опитуваних про стан і розвиток суміжних сфер діяльності.

Тому більшого поширення на практиці набули колективні експертні методи, при використанні яких бере участь група експертів, добре обізнаних у багатьох суміжних сферах діяльності.

*Перевага* колективних методів полягає в організації різними способами взаємодії між залученими фахівцями, що дає змогу проаналізувати проблему різнобічно.

Найпоширенішими методами колективного експертного оцінювання є:

- *метод комісій* (проведення виробничих нарад, конференцій і семінарів для обміну досвідом чи для обговорення певного кола проблем за «круглим столом»);

- методика «відстороненого оцінювання»;
- метод Дельфі тощо.

Експертне оцінювання на основі *методу комісії* дає змогу виробити кращу альтернативу для оцінювання конкретної ситуації з урахуванням дії комплексу якісно різних факторів. Недолік методу полягає в тому, що група експертів, які беруть участь у нарадах і висловлюють свої судження, керується переважно логікою компромісу. При цьому в учасників остаточно сформувалися оцінки і варіанти вирішення проблеми, які не обов'язково кращі за ті, що висловлені на нараді.

*Методика «відстороненого оцінювання»* спрямована на усунення вказаного недоліку методу комісій. Відповідно до цієї методики робота нарад поділена на два періоди: вільного висловлення ідей і критичного аналізу. При цьому нараду організовують так, щоб висловлене експертом первинне судження не обтяжувало його, а стимулювало до подальшої роботи з аналізу і підготовки рішень.

Відмова від незручних для експертів форм роботи (наприклад, дискусії за «круглим столом» чи інших видів обговорення протилежних точок зору) дає можливість застосовувати *метод Дельфі*. Він характеризується такими основними властивостями: анонімністю, регульованою зворотним зв'язком, і груповою відповіддю. Анонімність забезпечується спеціальною формою опитувального листка чи особливими прийомами опитування, наприклад, контактами експертів через ЕОМ. Опитування проводять у три - чотири тури, на кожному з яких за допомогою статистичних методів визначають групову оцінку. Регульованого зворотного зв'язку досягають завдяки тому, що учасникам експертизи після кожного туру пропонують ознайомитися з колективним судженням, пояснити свою незгоду з ним і переглянути власну первинну оцінку.

#### *Психологічні методи*

За допомогою психологічних методів активізації творчості пришвидшується вирішення нових творчих завдань.

Найефективнішим із створених методів психологічної активізації творчості є *синектика* (від грец. Συνεκτος – багато, разом). Вона запропонована американським ученим В.Дж. Гордоном.

Теоретична основа синектики – дослідження структури проблеми з рівня усвідомленого мислення на рівень спонтанної (некерованої) активності мозку і нервової системи. Підвищенню ефективності творчості сприяє спеціальне навчання використання операційних механізмів, яке до того ж відтворює сприятливі умови для появи неопераційних механізмів. Для пояснення вирішального завдання на засідання запрошується експерт (фахівець у галузі розв'язання завдання), обізнаний з основами синектики. Його головне завдання – виявлення корисних і конструктивних ідей шляхом оперативного аналізу висловлювань. Після пояснення суті проблеми та її мети членам синектичної групи надається можливість сформулювати проблему так, як вони її розуміють. Для творчого процесу необхідно побачити в обраному визначенні завдання дещо знайоме і розв'язати його відомими засобами. З другого боку, розглядаючи це дещо знайоме з нової позиції, можна віднайти нове, не відоме до цього рішення.

Робочим механізмом для розроблення таких рішень здебільшого є аналогії. Розрізняють пряму аналогію, тобто співвідношення з явищами живої чи неживої природи; особистісну аналогію, або симпатію, тобто ототожнення себе з об'єктом і входження в його образ; символічну аналогію, тобто знаходження короткого символічного опису (алгоритму) завдання чи об'єкта; фантастичну аналогію, тобто формулювання завдань у термінах і поняттях казок, міфів, легенд, здогадок.

Слід зазначити, що з погляду логіки аналогії бувають тільки прямі. Останні три види аналогії являють собою різні форми розумового елемента, які включають у себе ідеалізацію й абстрагування. Керівник синектичного штурму почергово нагадує про різні види аналогії, рекомендує використати відповідні прийоми. Члени групи в довільній формі «програють» наведене питання. Синектичні засідання тривають, як правило, кілька годин. Основний час використовується на інженерно-технічний, конструктивний, структурно-організаційний характер рішення, на вивчення й обговорення досягнутих результатів, консультації з фахівцями, на експерименти, а коли рішення визріло, займаються пошуками найкращих засобів його реалізації. Хід синектичного засідання записується на магнітну

плівку, яка потім вивчається з метою вдосконалення тактики розв'язання подальших завдань, а також допомагає встановленню пріоритету і не дає можливості пропустити цінну ідею.

## **7 Методи творчого аналізу та синтезу розв'язання технічних рішень**

До методів аналізу та синтезу при активізації творчості, нестандартного мислення відносять зазвичай низку методів генерації та синтезу варіантів розв'язання проблеми на основі притаманної людині здатності до творчої діяльності. Методи генерації та синтезу використовують у стратегічному аналізі для прогнозування розвитку економічної ситуації.

Узагальнена характеристика методів творчого аналізу та синтезу розв'язання технічних рішень, принципів їх застосування наведені на рисунку 7.1.



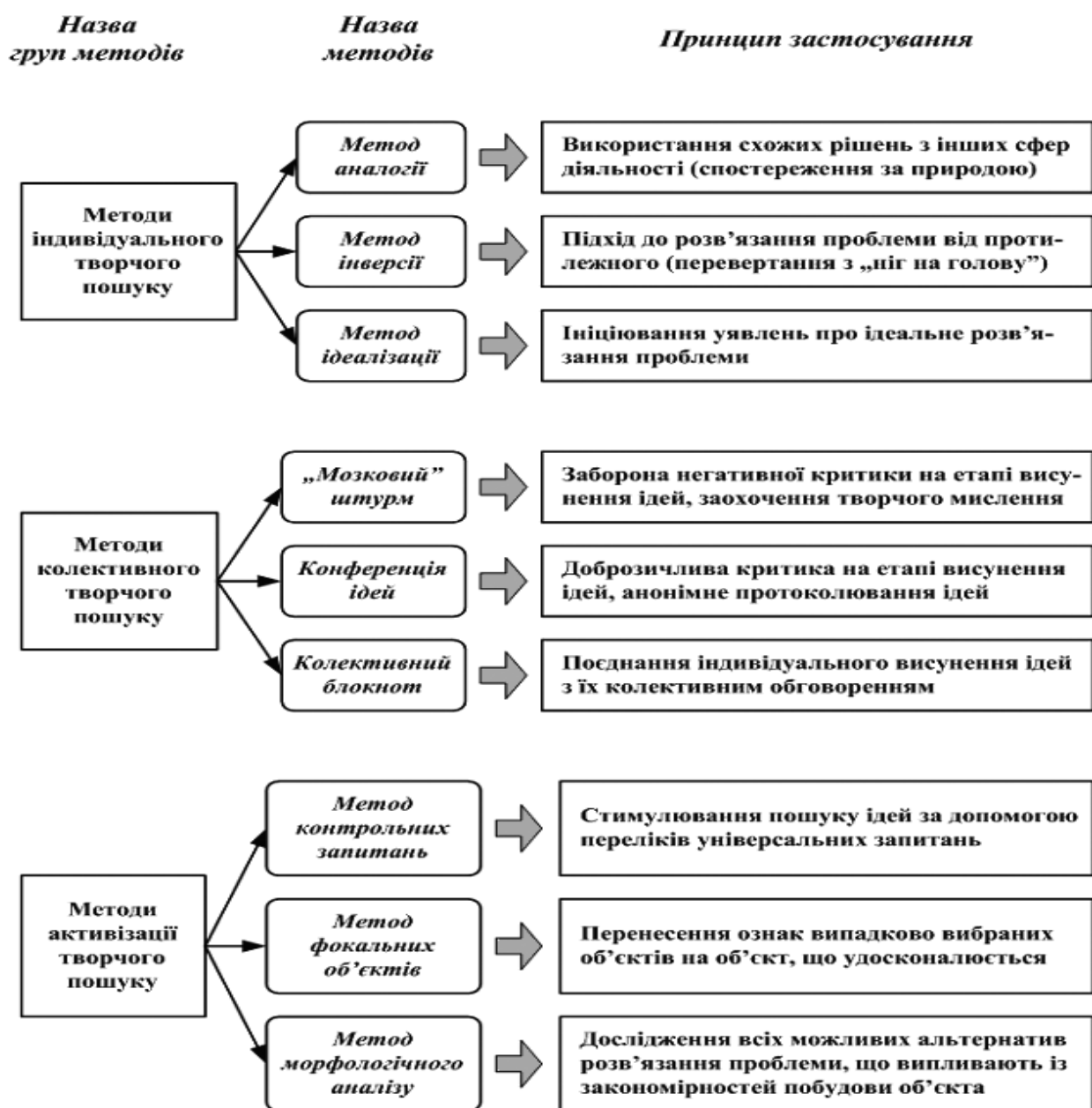


Рисунок 7.1 – Методи творчого аналізу та синтезу розв'язання технічних рішень

*Метод аналогії* – використання схожих рішень з інших сфер діяльності (технічної, економічної, спостережень за природою, художньої літератури тощо). Метод аналогії передбачає використання схожого відомого рішення, «підказаного», наприклад, технічною, економічною або художньою літературою, яке виникло як результат спостереження за явищами природи тощо.

Аналогія є одним із найуніверсальніших евристичних прийомів для вирішення творчих задач. Аналогія може бути виявлена свідомо, цілеспрямовано або випадково, без участі свідомості (по асоціації).

Можливі різні характер і види аналогій між об'єктами (явищами, процесами): матеріальна; символічна (графічна); словесна (алегорія, метафора, метонімія, синекдоха, синонім і ін.); пряма або віддалена; аналогія формою, структурі, функції об'єкта і ін.

Метод побудований на властивості людського мозку встановлювати зв'язки між словами, поняттями, відчуттями, думками, враженнями, тобто встановлювати асоціативні зв'язки. Це призводить до того, що окреме слово, спостереження тощо може викликати у свідомості відтворення раніше пережитих думок, сприйняти і «включити» багату інформацію минулого досвіду для вирішення поставленої задачі. Аналогія є хорошим збудником асоціацій, які, у свою чергу, стимулюють творчі можливості. Відомо багато прикладів аналогій, серед яких можна виділити такі:

- пряма аналогія, відповідно до якої здійснюється пошук рішень аналогічних задач, бізнес-ідей, прикладів схожих процесів в інших сферах знань з подальшою адаптацією цих рішень до власної задачі;

- особиста аналогія пропонує уявити себе рекламованим продуктом і спробувати міркувати про «свої» відчуття і нові рішення рекламної комунікації;

- символічна аналогія відрізняється тим, що при формулюванні задачі користуються образами, порівняннями і метафорами, що відображають її суть. Використовування символічної аналогії дозволяє чітко і лаконічно описати наявну проблему.

Аналогія пропонує будувати тему рекламної комунікації марки за допомогою фантастичних образів або ситуацій. Значення цього прийому полягає у тому, що уявне використання фантастичних засобів часто допомагає знайти помилкові або надмірні обмеження, які заважають ефективній комунікації із споживачем і, значить, брендингу. На початковому етапі методу синектики аналогії використовуються для найчіткішого

виявлення і засвоєння учасниками суті вирішуваної проблеми. Необхідно відмовлятися від очевидних рішень. Потім у процесі спеціально організованого обговорення визначаються головні труднощі і суперечності, що перешкоджають рішенню. Виробляються нові формулювання проблеми, визначаються цілі. Надалі за допомогою спеціальних питань, що викликають аналогії, здійснюється пошук ідей і рішень. Одержані рішення піддаються оцінці і перевірці. При необхідності відбувається повернення до проблеми для повторного її обговорення і розвитку одержаних раніше ідей. Основний недолік методу полягає у тому, що часто для успішного використання аналогій потрібна спеціальна підготовка (у сфері маркетингу, рекламних технологій), а також хвилинна схильність людини до фантазії і образного мислення.

*Метод інверсії* – пошук варіантів від протилежного.

Метод інверсії – специфічний метод, що передбачає такі підходи до пошуку варіантів: перевернути звичайне рішення «догори ногами»; вивернути навиворіт; поміняти місцями тощо.

*Метод ідеалізації* – пошук альтернатив шляхом ініціювання уявлення про ідеальне вирішення проблеми.

Метод ідеалізації базується на пошуку альтернативи шляхом ініціювання уявлення про ідеальне вирішення проблеми, яке може наштовхнути на нові варіанти дій.

*Порівняно з індивідуальними колективні методи є більш ефективними.*

*Метод «мозкового штурму»* базується на забороні критицизму на етапі висунення ідей.

Метод «мозкового штурму» (brainstorming) складається з кількох етапів. На першому з них формується група провідних фахівців з галузі, для якої необхідно розв'язати певну проблему, яка спеціальне завдання (наприклад, винахідницьке з технології суднобудівництва) «перекладає» на звичайну, зрозумілу для нефаківців – «дилетантів» буденну мову. На другому етапі формується й інструктується група учасників «мозкової атаки» з так званих дилетантів. На третьому етапі проводиться сеанс «мозкової атаки» з чіткою і точною фіксацією всіх пропозицій щодо розв'язання завдання. На четвертому етапі знов включається група фахівців для селекції пропозицій, які

пролунали від нефахівців. На п'ятому етапі проводиться спільне (за участю груп генерації та селекції) обговорення відібраних на попередньому етапі ідей. На шостому етапі група фахівців розробляє робочі рекомендації за підсумками «мозкової атаки».

Сеанс «мозкового штурму» проводиться за певними правилами: по-перше, це правило безумовної підтримки будь-якої ідеї, навіть нікчемної або «божевільної»; по-друге, це правило «віднесеної за часом критики» (тобто критика, відбір найбільш плідних ідей проводиться фахівцями на четвертому етапі «мозкового штурму» без присутності генераторів ідей, тобто таким чином досягається мета критичного ставлення до ідей, а не до їхніх носіїв); по-третє, правило обмеження часу генерації ідей нефахівцями (за межами двох годин «мозковий штурм» стає непродуктивним унаслідок втоми його учасників); по-четверте, правило колективної інтелектуальної власності на відкриття і винаходи, отримані в процесі «мозкового штурму» (тобто навіть якщо використана лише одна ідея одного з учасників «мозкового штурму», авторство цієї ідеї належатиме всім, хто брав у ньому участь); по-п'яте, правило оптимальної кількості учасників «мозкового штурму» (кожна група, генерації ідей і селекції, має складатися з 6-12 осіб). Останнє правило стосується лише класичного варіанта «мозкового штурму» (таблиця 7.1).

Існують декілька модифікацій «мозкового штурму»: індивідуальний, повторний, масовий, двоступеневий, з використанням телебачення або мережі Інтернет тощо. Крім наведеного вище класичного варіанта, є досить поширена «зворотня мозкова атака», в процесі якої «група дилетантів» протягом години ставить «наївні» запитання «фахівцям».

*Індивідуальний «мозковий штурм» (selfstorming)* передбачає участь лише одного учасника, який послідовно виконує спочатку роль «фахівця», який формулює запитання і завдання для «дилетантів», а потім роль «дилетанта», котрий відповідає на запитання «фахівця», і наприкінці – роль «селектора», що відбирає найбільш «працездатні» ідеї. Можливий також варіант, коли «фахівець» і «дилетант» міняються місцями.

Таблиця 7.1 – Правила «мозкового штурму» за А. Осборном

Правила генерації	Правила об'єктивації	Правила селекції
1 Чітка постановка завдання, що потребує коротких відповідей	1 Протокольна фіксація пропозицій (стенограма, аудіо- та відеозапис тощо)	1 Експертиза пропозицій на їхню реальність або нереальність
2 Заборона критики в будь-якій формі	2 Групування пропозицій за смыслом і призначенням	2 Експертиза пропозицій на предмет можливості їх безпосередньої реалізації
3 Заохочення будь-яких висловлювань і фантастичних ідей без аргументації	3 «Визволення» пропозицій від особистих ознак шляхом стандартної форми їх переформулювання	3 Експертиза пропозицій на предмет можливості їх конструктивного доопрацювання за короткий час
4 Тривалість одного сеансу генерації ідей — не більше двох годин	4 Повторне розкручування переформульованих пропозицій	4 Експертиза пропозицій на предмет їх довгострокової розробки

*Повторний «мозковий штурм»* складається з двох відносно самостійних етапів: на першому деталізуються основні суперечності об'єкта дослідження – недоліки, дефекти, обмеження тощо; на другому – відбувається пошук подолання цих суперечностей і недоліків.

*Масовий «мозковий штурм»* розроблений Дж. Філіпсом для підвищення ефективності генерації нових ідей у великій аудиторії. Ця модифікація «мозкового штурму» може бути використана як інструмент навчання творчості за допомогою короткочасних тренінгів (Quick-test system) перед початком занять для повторення й закріплення пройденого матеріалу та виявлення нових проблем для подальшого вивчення. Алгоритм проведення цього варіанта «мозкового штурму» такий: спочатку

всі його учасники поділяються на оперативні групи з 5-7 осіб кожна; потім за 2-3 доби проводиться інструктаж цих груп щодо порядку проведення сеансу; у визначений час перед аудиторією формулюється завдання і керівники кожної групи у своїх групах проводять протягом 15 хвилин мінісеанс «мозкового штурму»; після закінчення мінісеансу керівники мінігруп оцінюють пропозиції і відбирають з них 3-4 найбільш життєздатних на конкурс ідей у масовій аудиторії. Можливі також інші варіанти структурування сеансів «мозкового штурму».

Методом «мозкової атаки» можна розв'язати будь-яку проблему, якщо вона сформульована просто і ясно. Метод використовують на будь-якій стадії дослідження: і на початку, коли проблема остаточно ще не визначена, і пізніше, коли визначилися окремі підпроблеми.

Наприклад, у 90-х рр. на радянському телебаченні декілька подібних мінігруп МІЗТ, МВТУ, МФТІ, за участю телеглядачів проводили сеанс надмасового «мозкового штурму» з метою знайти розв'язання проблеми повного розвантаження залізничних цистерн для перевезення мазуту. Мета сеансу – навчити якомога більшу кількість зацікавлених людей прогресивної поетапної технології вирішення даного творчого завдання.

Сьогодні подібні сеанси проводяться за допомогою комп'ютерних технологій у мережі Інтернет.

## **8 Теорія розв'язання винахідницьких завдань. Технічні суперечності**

Основна ідея теорії розв'язку винахідницьких задач полягає в тому, що технічні системи виникають і розвиваються за певними діалектичними законами, які можна пізнати внаслідок статистичного аналізу великих масивів патентної інформації і застосовувати до свідомого розв'язування нових задач.

У зв'язку з цим проблема формування вмінь розв'язувати технічні суперечності у винахідницьких задачах не втрачає актуальності.

У колишньому СРСР було створено принципово нову технологію розв'язування винахідницьких задач. Початок

розроблення цієї теорії закладений інженером Г.С. Альтшуллером у 1946 р. Перші публікації належать до 1956 р.

Сформульована інженером Альтшуллером теорія розв'язування винахідницьких задач систематизує методи і способи вирішення протиріч, які виникають у процесі пошуку істинно правильного рішення. Крім цього, вона надає винахіднику декілька унікальних методів аналізу (репольний аналіз) і алгоритмів (алгоритм розв'язування винахідницьких задач, алгоритм розв'язування проблемної ситуації тощо), що дають змогу відразу знайти правильний розв'язок задачі, а не перебирати безліч варіантів. Для того щоб створити новий винахід, необхідно розв'язати винахідницьку задачу, яка постає перед нами. Винахідницькими вважають задачі, для розв'язування яких необхідно подолати закладені в них протиріччя. Принциповою особливістю процесу розв'язування винахідницьких задач є необхідність усунення протиріч, але ні в якому випадку не їх примирення, пошук компромісу. В процесі розв'язування винахідницьких задач розрізняють адміністративні, технічні і фізичні протиріччя.

*Адміністративне протиріччя* – це протиріччя, в якому відомо, що треба зробити, але невідомо, як саме. Евристична сила таких протиріч нульова – вона не підказує напрямку, в якому слід шукати розв'язок.

*Технічне протиріччя* – це протиріччя полягає в тому, що з поліпшенням однієї складової (параметра) технічної системи неодмінно погіршується інша складова (параметр) [7]. Правильно сформульоване технічне протиріччя хоча і не дає конкретної відповіді, однак дає змогу визначити напрямок або напрямки пошуку розв'язків.

*Фізичне протиріччя* – це протиріччя, при якому до однієї і тієї самої складової системи (так званий мікрорівень технічної системи) ставляться взаємовиключні вимоги. У фізичному протиріччі зіткнення конфлікуючих вимог загострено до крайнощів. Хоча, на перший погляд, таке протиріччя неможливо розв'язати, але саме в доведенні суперечностей до крайнощів полягає евристична сила міркувань.

Теорія розв'язування винахідницьких задач, методи якої найефективніші з усіх існуючих у світі, є науково обґрунтованою

теорією. Методи, використані в ній, можна класифікувати за схемою, поданою на рисунку 8.1.



Рисунок 8.1 – Основні методи розв'язування винахідницьких задач

### *Категорії винаходів*

Винаходи, як наслідок творчого мислення, мають різну значимість, отже, можуть бути певним чином класифіковані. Г.С. Альтшуллер ділить усі винаходи на п'ять рівнів, від першого, найнижчого, який межує з раціоналізаторською пропозицією, до п'ятого, найвищого, який, по суті, є відкриттям.

*Перший рівень.* Розв'язування не пов'язане з усуненням технічних протиріч і супроводжується найдрібнішими винаходами. Засоби їх розв'язування перебувають в межах підгалузей. Наприклад, щоб газові балони під час транспортування не падали, їх рекомендують зв'язувати гнучким шнуром. Як бачимо, тут узятю готову задачу, для вирішення якої використано готовий спосіб. Задачі першого рівня – конструкторські.

*Другий рівень* – задачі з технічними протиріччями, які легко усуваються за допомогою способів, відомих щодо застосування у споріднених системах. Змінюється (і то лише частково) один з елементів системи. Розв'язки задач другого рівня – дрібні винаходи. Наприклад, для відокремлення феромагнітних частинок із поверхні постійного магніту як очищувальний матеріал запропоновано матеріал з високою в'язкістю.



*Третій рівень.* Протиріччя і спосіб його подолання перебувають у межах однієї галузі науки, тобто механічна задача розв'язується із застосуванням способів, відомих у механіці. Повністю змінюється один з елементів системи, частково змінюються інші елементи. Кількість варіантів, які розглядаються в процесі розв'язування, може визначатися сотнями. Як наслідок – винаходи середньої значимості. Наприклад, для зменшення зношування при частому застосуванні поверхні гвинтової пари «гвинт-гайка» усунули тертя. Гвинт і гайку розмістили з постійним зазором. У їх різьбі розмістили обмотки, в яких виникає електромагнітне поле, що забезпечує поступальний рух гайки відносно гвинта. Об'єкт зазнав значних змін порівняно з прототипом. Розв'язування задачі лежить у межах однієї галузі науки.

*Четвертий рівень.* Синтезується нова технічна система. Оскільки дана система не містить спочатку технічних протиріч в явному вигляді, іноді виникає думка, що вона розроблена без їх подолання. Проте суть полягає в тому, що технічні протиріччя містилися в прототипі – старій технічній системі. У задачах четвертого рівня протиріччя усуваються засобами, які виходять за межі галузі науки, до якої вони належать (так, механічна задача може бути розв'язана за допомогою способів, відомих у хімії). Наприклад, для контролю спрацювання двигуна пропонується додавати в мастило люмінофори і за зміною свічення маси (дрібні частинки металу гасять свічення) безперервно контролювати концентрацію частинок металу в мастилі, а отже, ступінь спрацювання двигуна. До цього час від часу бралися проби мастила, і в них визначався вміст металевих частинок. Вихідний спосіб змінено повністю з використанням маловідомого фізичного ефекту.

*П'ятий рівень.* До нього належать видатні винаходи, які створюють принципово нові технічні системи, нові технології. Винахідницька ситуація уособлює в собі складне переплетення різних галузей. Наприклад, очистка океанів і морів від нафтових та інших забруднень.

Характерною особливістю винаходів п'ятого рівня є відсутність у науці на момент їх створення способів задоволення потреб, які виникають. Саме серед цих найвищих досягнень

особливо сильно проявляється взаємопроникнення науки і техніки.

Очевидно, що зусилля творців нової техніки, нових технологій необхідно спрямувати на розроблення винаходів вищих рівнів. На сьогодні співвідношення класів зареєстрованих винаходів таке: винаходи п'ятого рівня – 0,3%, четвертого – 3,7%, третього – 19%, а 77% складають винаходи першого і другого рівнів. Причому кількість винаходів, які застосовуються в народному господарстві, складає лише близько 6 % від зареєстрованих. Зауважимо, що найважче впроваджуються в техніку саме винаходи вищих рівнів. Співвідношення класів можна побачити на рисунку 8.2.

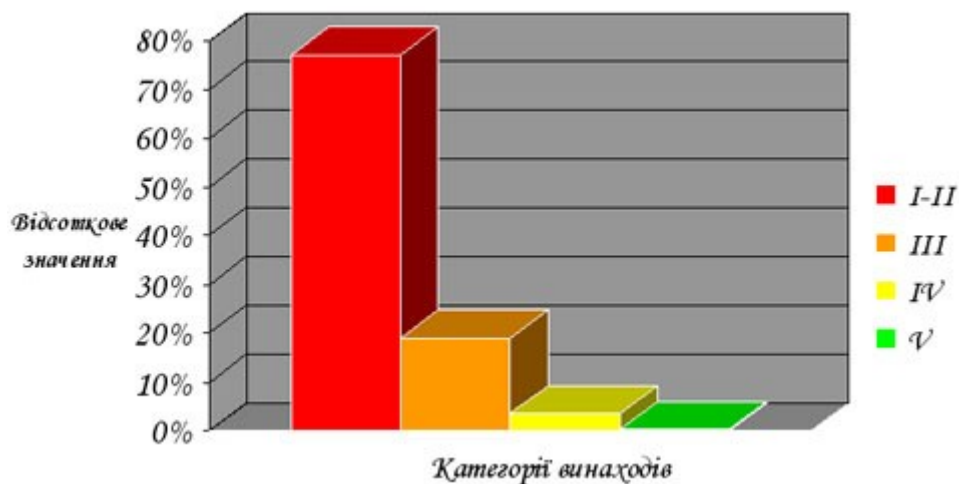


Рисунок 8.2 – Співвідношення класів зареєстрованих винаходів

#### *Типові прийоми усунення технічних протиріч*

Аналіз великої кількості (понад 40 тис.) винаходів вищого рівня дав можливість виявити й систематизувати прийоми найефективнішого усунення технічних протиріч. Усього їх було виявлено 35 тис. Але при застосуванні на практиці в окремих випадках ці прийоми не спрацьовували або спрацьовували неефективно. Тому було проаналізовано ще близько 15 тис. винаходів і виявлено 5 нових прийомів. На сьогодні ці 40 тис. типових прийомів усунення технічних протиріч систематизовано у вигляді таблиці. Застосування їх дає можливість вибрати такий шлях розв'язування, який, поліпшуючи потрібний параметр, не

погіршує (або мінімально погіршує) інші, оскільки не шукає компромісів суперечливих параметрів, а усуває саме протиріччя.

### *Алгоритм розв'язування винахідницьких задач*

Використовуючи типові прийоми усунення технічних протиріч, можна розв'язати будь-яку винахідницьку задачу, але виникає проблема перебору 40 можливих варіантів. У простих задачах ці прийоми можна застосовувати безпосередньо, проте такий варіант можливий лише в очевидних випадках. Складніші задачі треба розв'язувати за алгоритмом розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ). Послідовність пошуку нових технічних розв'язків:

- сформулювати задачу з виявом адміністративного протиріччя;

- вказати склад (структуру) технічної системи – усі основні елементи, які входять в умову задачі. Якщо є ускладнення у визначенні (чи належить даний елемент системі), треба чітко визначати головну функцію системи. Якщо головна функція системи може бути виконана без даного елемента, то він не входить до складу технічної системи;

- вказати недоліки технічної системи (у чому особливість задачі, який з елементів чи яка властивість заважає розв'язанню задачі) – мінімізація задачі;

- виявити змінний елемент (той, який легко змінюється, або вимоги до якого поки що не визначені);

- сформулювати технічне протиріччя відносно змінюваного елемента. Структура запису технічного протиріччя: об'єкт повинен мати одну властивість, щоб задовольняти першу вимогу, і повинен мати протилежну властивість, щоб задовольняти другу вимогу;

- розв'язати технічне протиріччя за допомогою одного з типових прийомів усунення протиріч.

Для конкретизації розв'язування іноді треба сформулювати і розв'язати технічне протиріччя на фізичному рівні (фізичне протиріччя). Якби це протиріччя розв'язувалось за допомогою теорії розв'язку винахідницьких задач, а в нашому випадку її частиною, алгоритмом розв'язування винахідницьких задач і типовими прийомами усунення технічних протиріч, то

винахідник одразу ж міг би бути впевненим в успішному результаті експерименту.

Розв'яжемо це протиріччя за допомогою АРВЗ:

- формування адміністративного протиріччя: необхідно, щоб джерело освітлення, коліматор, лінзи і світловий ніж мали великі розміри для того, щоб розглядати газодинамічні явища на великих об'єктах (але як це зробити без великих витрат коштів);

- склад технічної системи: джерело світла, неоднорідність, дві лінзи, світловий ніж, коліматор, екран;

- недоліки технічної системи: маленький масштаб, великі витрати;

- змінні елементи: промені світла, екран;

- формулювання технічного протиріччя: лінзи мають бути великими, щоб проводити шлірен-дослідження з будь-якими об'єктами, і одночасно вони мають бути малими, щоб зменшити витрати (компроміс не спрацює);

- розв'язання технічного протиріччя: це протиріччя можна розв'язати за допомогою принципів універсальності і винесення;

- формулювання фізичного протиріччя: промені світла мають одночасно розходитись і сходитись;

- технічний розв'язок: коліматор, лінзи і світловий ніж тепер містяться у шлірен-камері, що одночасно фіксує результати дослідження, а звичайний екран замінюється екраном з катафотів, що змінюють напрям світлових променів. Відтепер можна робити шлірен-фотографії великих масштабів і високої якості.

## **9 Наукове прогнозування сценаріїв майбутніх подій**

Зазначена проблема набуває ще більшої актуальності тепер, на межі тисячоліть. В умовах зменшення запасів органічного палива і природних ресурсів, прискорення процесів світової економічної глобалізації з їхніми негативними наслідками, такими як втрата національної ідентичності для країн, що розвиваються, занепад національних економік, різка поляризація між супербагатством меншості і супербідністю більшості населення планети, загострення суспільних і міжетнічних відносин, — людство перебуває в очікуванні нової епохи, яка б

спиралася на іншу соціальну, економічну та науково-технологічну платформу.

Перші спроби отримати об'єктивні знання про майбутнє переважно були пов'язані з розробленням нових і застосуванням традиційних методів математики та статистики. В результаті було створено цілу групу потужних методів, таких як метод часових рядів, методи регресійного аналізу, як одновимірною, так і множинною, імітаційного моделювання та ін.

Усі вони належать до класу так званих методів *кількісного прогнозування* і застосовуються для приблизного «визначення» майбутньої поведінки певної змінної величини або системи взаємопов'язаних змінних величин на заздалегідь відомому часовому інтервалі.

Незважаючи на дуже широку практику використання цих методів і наявність величезних обчислювальних потужностей, все ж таки їх практичне застосування принципово обмежується лише випадками опрацювання ретроспективних даних кількісного характеру, що монотонно змінюються, або, в окремих ситуаціях, так званих «розмитих» даних. Інакше кажучи, при застосуванні методів прогнозування відбувається опис майбутнього, яке фактично є продовженням або екстраполяцією минулого. Ця обставина істотно обмежує можливості зазначених методів. Перш за все тому, що ми живемо у світі, де постійно відбуваються якісно нові події, не властиві минулому. Сюди насамперед належать різного роду зміни, які мають характер суттєво нелінійних явищ.

Тому в сучасних умовах дедалі актуальнішим стає нове завдання – репрезентувати майбутнє, яке не може інтерпретуватися як звичайне продовження минулого у зв'язку з тим, що це майбутнє може набувати принципово відмінних форм та структур, порівняно з тим, що було відомо в минулому.

Зазначена проблема отримала назву *передбачення* [Jesus E. Agare]. Цей термін був вжитий ще наприкінці 50-х років Гастоном Бергером (Gaston Berger) у відомому журналі «Два світи», але формування передбачення як окремої, самостійної проблеми відбулося лише на початку 90-х років ХХ століття.

Слід зазначити: універсальних і завершених підходів до розв'язання цієї проблеми на сьогодні не існує. Є лише спроби

будувати можливі сценарії розвитку тих чи інших явищ у майбутньому. Але принциповою відмінністю від попередньої практики при розв'язанні таких завдань є те, що методи, які для цього використовуються, по суті мають не кількісний, а *якісний характер*. Причому окремі з них були відомі вже досить давно як такі, що розроблялися і використовувалися для розв'язання спеціальних, предметно орієнтованих задач. Наприклад, ще в 60-ті роки американська компанія *Rand Corporation* створила метод, який допомагав полегшити так звану *візуалізацію* сценаріїв розроблення та застосування нової зброї в усіх технологічних аспектах.

Сьогодні відомі й інші методи якісного характеру, які тією чи іншою мірою можуть використовуватися на окремих етапах передбачення явищ майбутнього. Але в повному обсязі жоден з них не розв'язує цієї проблеми.

Можна вважати, що передбачення – це процес застосування окремих методів у певній послідовності з встановленням чітко визначених взаємозв'язків між ними. Цей процес формується за допомогою більш універсальної методології, відомої як *системний аналіз*.

Зазначимо, що, оскільки поняття «передбачення» застосовуватиметься лише для технологічного сегмента розвитку суспільства, надалі користуватимемося терміном «*технологічне передбачення*». Незаперечним є той факт, що технологічні зміни в суспільстві стимулюють розвиток усіх інших його сфер. Так, у різні часи винайдення парової машини, відкриття електричного струму та революційні зміни в галузі інформаційних і телекомунікаційних технологій відіграли істотну роль у суспільному розвитку. Наприклад, сучасні інформаційні і телекомунікаційні технології не лише ведуть до радикальних перетворень у структурі міжнародної торгівлі, а й корінним чином змінюють всю економічну діяльність суспільства. З класичної економічної теорії відомо, що традиційними факторами виробництва є земля, капітал і праця. В сучасних виробничих умовах великого значення набувають нові знання, які починають істотно змінювати саму суть виробничого фактора. Зокрема, у сфері інформаційних технологій розроблення математичного та програмного забезпечення є їх основою

(бекбоном). Тому знання стають найважливішим виробничим фактором при створенні таких технологій. З другого боку, розвиток інформаційних технологій фактично породив нову сферу економічної діяльності, започаткувавши *економіку знань*, або так звану «*невагому*» економіку.

*Аналіз деяких методів, які використовуються для технологічного передбачення*

Усі методи, які розглядатимуться, ґрунтуються на використанні так званих висновків експертів у конкретній сфері знань. Тобто головними вихідними даними для використання цих методів є *оцінки значень* тієї чи іншої змінної, яку дають експерти. З огляду на це, методи, що розглядатимуться, належать до групи *методів* якісного аналізу, незалежно від використання математичних моделей чи навіть кількісних обчислень для обробки окремих сегментів інформації.

*Метод Дельфі.* У вітчизняній літературі відомий як *метод експертних оцінок*. За понад сорокарічну історію свого існування він набув значного розвитку, різноманітних інтерпретацій та широкого практичного застосування. Але, незважаючи на свій довгий вік та численні модифікації, його головна ідея залишалася незмінною. Вона полягає в необхідності отримання висновку групи експертів щодо поведінки в майбутньому однієї або кількох, пов'язаних між собою, характеристик системи, яка цікавить. Отримані результати використовуються для побудови можливих сценаріїв поведінки досліджуваної системи. З цією метою на першому етапі розробляються так звані опитувальні форми. Вони використовуються для збору оптимальних оцінок значень досліджуваних характеристик, запропонованих експертами.

Практичне застосування методу Дельфі зводиться до виконання таких завдань:

- підбір групи експертів відповідно до характеру і теми проблеми, що досліджується;
- формулювання мети, яку передбачається досягти в результаті розв'язання проблеми;
- розроблення опитувальної форми для сформованої групи експертів;

- опитування експертів згідно з розробленою формою;
- статистичне опрацювання даних опитування з метою синтезу нових результатів;
- аналіз кожним експертом отриманих результатів і надання йому можливості врахувати відповіді та висновок усієї групи;
- на випадок, якщо деякі експерти коригують свої відповіді, виконується повторне опрацювання даних опитування;
- консенсусне рішення експерти аналізують додатково для його інтерпретації та розроблення сценаріїв розвитку системи, що досліджується.

*Метод перехресного впливу.* Цей метод на першому етапі свого застосування також спирається на використання експертних оцінок стосовно подій, які могли б охарактеризувати майбутнє на певному відтинку часу. Наприклад, якщо здійснюється спроба вивчити майбутній розвиток індустрії телекомунікацій, перш за все необхідно визначити, які важливі події, що можуть відбутися, найбільш повно відбивали б сценарії розвитку цього сектора промисловості.

Зазначимо, що наведена методика на першому етапі фактично ґрунтується на застосуванні методу Дельфі, результати якого використовуються для обчислення оцінок ймовірностей можливих сценаріїв розвитку майбутнього згідно з описаною процедурою. Набір найбільш імовірних сценаріїв і становить основу для передбачення майбутнього.

*Метод Сааті.* Цей метод був розроблений американським математиком Томасом Л.Сааті (Thomas L.Saaty) і базується на його відомих результатах у галузі «*неструктурованого прийняття рішень*» (Non-structured Decision Making). Попри те, що метод Сааті на ранніх етапах застосування (початок 90-х років) розглядався виключно як допоміжний інструмент для прийняття рішень, згодом його почали використовувати при розв'язанні задач «візуалізації майбутнього», що робить його досить цікавим для технологічного передбачення.

Застосування методу Сааті базується на використанні так званих **ієрархічних мереж** при побудові моделі, яка призначена для розрахунку ймовірностей виникнення кожного можливого сценарію в майбутньому. Причому на першому етапі група фахівців, яка керує виконанням досліджень, мусить принаймні



вербально (у словесній формі) визначити, чим є реально можливі сценарії майбутнього. Ймовірність виникнення або міра невизначеності кожного можливого сценарію визначається застосуванням алгоритмів цього методу та моделі ієрархічних мереж.

*Метод морфологічного аналізу.* Цей метод був запропонований у 1969 р. швейцарським математиком і астрономом *Фрицом Звіскі* (Fritz Zwicky) для вивчення нових геометричних форм, яких можуть набувати створювані технологічні системи. Метод ґрунтується на застосуванні системного підходу і в цьому відношенні потребує ідентифікації так званих *характеризуючих параметрів*  $\Pi_i$ ,  $i = 1, \dots, K$  для систем, що вивчаються.

*Метод застосування моделі Байєса.* Цей метод (Bayesian model technique), на відміну від попередніх, меншою мірою спрямований на передбачення можливих сценаріїв майбутнього. У чому його особливість? Для групи попередньо визначених сценаріїв слід провести оцінку того, які з них більш, а які менш реалістичні. Тобто цей метод можна розглядати як інструмент для *підтримки прийняття рішень*, що дозволить якнайбільш точно і реалістично зорієнтувати дослідників.

#### *Аналіз особливостей розглянутих методів*

Усі розглянуті методи, незалежно від складності математичних моделей, закладених в їх основу, та особливостей обчислювальних процедур, за визначенням мають якісний характер. Це пов'язано з тим, що вихідними даними для них є висновки експертів або аналітиків, які залучені до розв'язання конкретних задач технологічного передбачення. Такі висновки завжди здійснюються на підставі *знань, досвіду, інтуїції та здорового глузду* професіоналів у тій чи іншій галузі. Тому всі результати, отримані за допомогою розглянутих методів, є лише *наближеннями, або апроксимаціями*, до того, що має відбутися реально. У зв'язку з чим ці методи можна розглядати як ефективний і потужний інструмент для *побудови уявлення*, якомога більш наближеного до справжніх подій і сценаріїв у майбутньому, яке ми намагаємося передбачити. У цьому плані

жоден з отриманих у такий спосіб результатів не може розглядатися як абсолютно визначений факт у майбутньому.

### *Деякі висновки*

*Перше.* Технологічне передбачення — важливий інструмент, який допомагає приймати рішення у сфері наукової і технологічної політики, що є однією з головних складових соціально-економічного розвитку суспільства як на національному чи регіональному рівнях, так і на рівні окремих галузей виробництва, великих організацій та компаній.

*Друге.* Застосування методології технологічного передбачення має фокусуватися лише на так званих «критичних» проблемах для конкретних установ, організацій, компаній чи країн, тобто на принципово важливих проблемах для стратегій їх розвитку. Тому такі дослідження доцільно пов'язувати з формуванням політики і стратегії громадських, бізнесових, державних та інших інституцій суспільства.

У зв'язку із *системним характером* досліджень у сфері технологічного передбачення годі сподіватися на належний ефект при їх застосуванні до розв'язання локальних чи «ізолюваних» проблем. Такі дослідження мають відігравати роль потужного інструменту в підготовці до прийняття рішень щодо комплексних проблем у складних взаємопов'язаних системах.

*Третє.* Незважаючи на те, що технологічне передбачення — це спроба зазирнути в майбутнє, воно *має ґрунтуватися на реалістичній основі*. Тому при здійсненні процесу технологічного передбачення необхідно дотримуватися такої умови: будь-який бажаний об'єкт матеріальної культури, створення якого передбачається, має бути очікуваним суспільством, тобто затребуваним на даному етапі його розвитку, а сама матеріальна культура — здатна створити цей об'єкт.

*Четверте.* Методи і порядок їх застосування при здійсненні технологічного передбачення в тій чи іншій сфері людської діяльності надзвичайно різноманітні. Сталі для цього підходу методологія системного аналізу та філософія інновації й оновлення. Це зобов'язує готувати нове покоління фахівців, здатних до масштабного, міждисциплінарного, системного мислення, які могли б ефективно застосовувати технологічне

передбачення та розв'язувати проблеми інноваційного розвитку країни, регіону чи підприємства.

*П'яте.* У країн, які лише починають застосовувати технологічне передбачення, в тому числі й в Україні, може виникнути питання. Оскільки ця методологія складна і її практичне втілення пов'язане зі значними витратами, то, можливо, не варто цим і займатися. Чи не простіше було б купити результати застосування технологічного передбачення до аналогічних галузей в інших країн і використати їх для себе? Це – неможливо. Групи учасників інноваційного розвитку і зв'язки між ними у кожній країні мають свої специфічні особливості, тому практично неможливо відшукати у світі дві подібні системи. Як наслідок – результати технологічного передбачення і зроблені висновки для різних систем будуть принципово різнитися. Тому кожна країна і насамперед Україна приречені розв'язувати проблему свого інноваційного розвитку самостійно.

*І останнє.* Згенеровані технології, які створюватимуться за допомогою такого підходу, революційно вплинуть на промисловість, економіку, суспільство та навколишнє середовище протягом найближчих десятиліть. Ці технології безпосередньо залежать від науково-технологічного прогресу, який, у свою чергу, визначається ними ж.

Якщо ці технології будуть передбачені на ранніх стадіях, то уряд та інші зацікавлені сторони зможуть спрямувати свої ресурси на стратегічні дослідження та підготовку відповідної матеріальної бази для швидкого інноваційного розвитку суспільства. Це і є головною метою технологічного передбачення.

## Список літератури

1 Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: Навч. посібник. – К.: Кондор, 2006. – 206 с.

2 Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація і методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. – 5-те вид., стер. – К.: Знання, 2006. – 307 с.

3 Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2007. – 317 с.

4 Романчиков В.І. Основи наукових досліджень: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 254 с.

5 Шишка Р.Б. Організація наукових досліджень та підготовки магістерських і дисертаційних робіт: Навч. посібник. – Харків: Еспада, 2007. – 368 с.

6 Ганш В.І., Гажна Н.В., Гурова К.Д. Методологія соціально-економічного дослідження: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.

7 Чорненький Я.Я., Чорненька Н.В., Рибак С.Б. Основи наукових досліджень. Організація самостійної та наукової роботи студента: Навч. посібник. – К.: Професіонал, 2006. – 208 с.

8 Ковалєв А.А. Прологомены к методам научных исследований: Учеб. пособие. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2005. – 312 с.