

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**Б.М. Бойченко, Л.С. Молчанов, Є.В. Синегін**

# **ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ**

## **ЧАСТИНА 2**

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,  
затвердженим Вченою радою НМетАУ  
Протокол № 5 від 05.02.2020 р.

**Дніпро НМетАУ 2020**

УДК 669.18

Основи технічної творчості. Частина 2: Навчальний посібник для студентів спеціальності 136 – металургія (бакалаврський рівень) / Укл.: Б.М. Бойченко, Л.С. Молчанов, Є.В. Синегін. – Дніпро: НМетАУ, 2020. – 38 с.

Викладено основний методологічний інструментарій, яким користуються винахідники при вирішенні інженерних задач. Розглянуто основні принципи і методики таких широко відомих у креатології методів, як метод контрольних питань, морфологічний аналіз, метод фокальних об'єктів, мозковий штурм та ін. Викладені у навчальному посібнику прийоми будуть корисні не лише студентам, а науковцям, інженерам та працівникам інших професій, які вимагають творчого вирішення нестандартних інженерних задач.

Призначений для студентів спеціальності 136 – металургія (бакалаврський рівень).

Відповідальний за випуск                      К.Г. Нізяєв, д-р техн. наук, проф.

Рецензенти                      А.Г. Чернятевич, д-р техн. наук, проф. (Інститут чорної металургії НАН України ім. З.І. Некрасова)  
Є.М. Сігарьов, д-р техн. наук, проф. (Дніпровський державний технологічний університет)

© Національна металургійна академія України, 2020

© Б.М. Бойченко, Л.С. Молчанов, Є.В. Синегін, 2020

## ЗМІСТ

8.1 Геометричні ефекти та їх застосування .....	4
8.6 Біологічні і екологічні ефекти .....	6
8.8 Система стандартів на вирішення технічних задач .....	14
8.8 Алгоритм вирішення винахідницьких задач АВВЗ (автор – Г.С. Альтшуллер) .....	20
<b>9 ВІДОМОСТІ ПРО ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>31</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>36</b>

## 8.1 Геометричні ефекти та їх застосування

Геометричні ефекти – це ті чи інші зміни форми (об’єктів – виробів), які можна використовувати у винахідницькій інтелектуальній технології та практиці. Як і попередні (див. табл. 8.2 і 8.3 в Ч.1), гостро потрібен винахіднику й показчик геометричних і взагалі математичних ефектів. Як часто винахідники роками б’ються над своїми проблемами, не знаючи, що вони вже давно вирішені математиками, треба тільки відшукати відповідну наукову роботу та розібратися в «джунглях» теорем, висновків і наслідків. Але проблема в тому й полягає, що серед сотень тисяч теорем йому розібратися, по-перше, нема коли, а по-друге, важко через суто спеціальну мову сучасної математики.

Рішення полягає знову ж таки у використанні довідників, створених на стику математики й техніки, де без довгих доказів наводиться тільки суть ідеї. Так «для глушіння шуму можна використовувати властивості такої геометричної фігури, як тор»; якщо хочете «просто міняти кривизну робочого органу машини ви можете його виконати у вигляді гіперболоїда обертання» та ін. Суть математичного ефекту полягає у вказівці того, де можна практично застосовувати ту чи іншу теорему. Багато хто знає головну властивість стрічки Мебіуса – вона має односторонню поверхню. Цю властивість експлуатують в десятках патентів: є шліфувальні стрічки, закручені по Мебіусу, що подвоює довжину шліфувального шару; є транспортери для сипучих матеріалів зі стрічкою Мебіуса. Але у стрічки є ще кілька властивостей, які можна застосувати в техніці, а винахідники про них інформовані туманно.

Безліч винаходів створено з використанням спіралей, роликів і кульок. Особливо – останніх, винахідницька «спеціалізація» яких почалася ще в Стародавньому Єгипті, де по кулях пересували до місця будівництва пірамід кам’яні блоки вагою 20, і навіть 420 тонн. Кулі активно використовуються в різних пристроях з передачі зусиль. Так, різні кулькові передачі також передають тиск, ударні імпульси, крутильний момент, перетворюють обертальний рух у зворотно-поступальний тощо.

Серед інших прийомів варто згадати широко вживані прийоми матрьошки (вкладення один в одного, наприклад, порожніх контейнерів при їх

транспортуванні), а також асиметрії (наприклад, в шинах з дещо більшою міцністю з боку бордюру).

Узагальнюючи, можна відзначити, що застосування подібних та інших геометричних ефектів є однією з нових реалізацій такого вже описаного вище інструменту пошуку, як речовинно-польові ресурси (РПР), яким в даному випадку є форма об'єкта в поєднанні з розглянутими тут численними прийомами її можливих змін. Продовжимо їх огляд.

Чимало винаходів пов'язано зі зміною круглої форми на трикутну або квадратну. Так, за допомогою фрез і свердел, виконаних у вигляді трикутника Рело можна свердлити квадратні отвори. Циліндричний верх і квадратний низ картонних упаковок (наприклад, з соком, молоком) дозволяє щільніше їх розміщувати в піддонах для перевезення та спростити останні. Закручуючи гвинтом струмінь води або газу, підвищують ефективність обробки ними виробів, і збільшують дальність польоту струменя з брандспойта. А вите виконання труб різних пристроїв підвищує інтенсивність процесів перемішування або теплообміну. Використання парабол часто зустрічається в оптиці, а еліпсів – в самих різних пристроях, де потрібна підвищення міцності в одному з напрямків.

Відомо чимало інших корисних груп геометричних ефектів. Наприклад, створення ексцентриситету робочих органів ріжучих машин, що дозволяє інтенсифікувати їх роботу.

Особливо цікаво різноманіття можливостей винахідницького застосування таких геометричних форм, як гофри та щітки. Перші не лише підвищують міцність багатьох конструкцій (зокрема й будівельних), а й допомагають інтенсифікувати багато виробничих процесів, пов'язаних з рухом великих мас речовини, зберігаючи при цьому витрачену енергію. В основі цієї властивості гофрів – всім відома властивість будь-якої трубки (навіть – з аркуша паперу) протистояти вигину. А гофр – це «напівтрубка», зрізана уздовж її вісі. Численні, а часто й несподівані, застосування щіток. Причому не лише для обробки поверхонь або створення рухомих контактів. Це амортизатори, що працюють за рахунок властивості щіток протистояти тиску, причому – пружно. А також фіксатори, теплообмінники з розвинутою поверхнею, швидкороз'ємні з'єднання, навіть рушій в транспортному засобі винахідника А.Г. Григор'єва, який замінив не лише колесо, але й коробку передач та гальмівну систему.

Геометричні ефекти часто добре поєднуються і посилюються фізичними ефектами, або навпаки – геометричні ефекти підсилюють фізичні ефекти. Наприклад, проаналізовані фізичні властивості сипучих тіл. Вони займають проміжне положення між твердими тілами та рідинами. У порівнянні з першими вони мають велику питому поверхню й рухливість. А на відміну від рідин сипучі тіла: здатні в певних межах зберігати форму, не передають рівномірно тиск на всі напрями, при певних умовах не витікають з щілин й отворів, незважаючи на те, що розміри останніх перевищують розміри часточок сипучого тіла. Проте численні впливи здатні значно змінювати ці властивості в ту чи іншу сторону. Наприклад, вібрації здатні сильно підвищити плинність суміші, зокрема за допомогою технологічного режиму «киплячого шару». А навіть невелике рівномірне змочування піску (наприклад, під час дощу при його пневмонавантаженні в вагон) здатне різко знизити плинність піску та перешкодити його розвантаженню висипанням через донні люки вагону. В роботі [4] наводяться численні приклади винахідницького застосування таких властивостей, які можуть бути використані в практичному пошуку винаходів, як завдання-аналоги.

На закінчення цієї частини відзначимо важливу функцію геометричних ефектів поряд з функціями ефектів інших видів. Так, хімічні ефекти дозволяють отримувати одні речовини з інших з поглинанням або виділенням енергії. Фізичні ефекти дозволяють часто перетворювати один вид енергії в інший. А геометричні ефекти зазвичай перерозподіляють уже наявні потоки енергії і речовини. Показчик деяких геометричних ефектів наведено в таблиці 8.4.

## **8.6 Біологічні і екологічні ефекти**

Загальна кількість патентів на винаходи, виданих в усьому світі, становить близько 75 мільйонів. Є, однак, ще один «патентний фонд», кількість винаходів в якому не підраховував ніхто. Це патентний фонд природи. Людина здавна користувалася ідеями «запатентованими» природою. Кількість винаходів, що мають прямі прообрази в природі, ймовірно, вимірюється десятками тисяч. І все ж поки освоєна незначна частина «винаходів» природи – лише ті, які «лежали на поверхні». Природа в своєму розвитку, тобто в процесі еволюції, діє стихійним методом проб і помилок. При цьому тими чи іншими шляхами ліквідуються протиріччя, що виникають, наприклад, між видами

тварин і рослин, або між середовищем та видом проживання. Удосконалення або погіршення (проба і помилка) зумовлює життєздатність або зникнення виду. Те ж саме і в техніці. Ліквідація протиріччя в технічній системі в результаті якогось удосконалення призводить до вирішення завдання, до винаходу. Отже, якщо ми будемо знати, якими шляхами виправлені помилкові «ходи» природи й досягнуті результати вдосконалення її об'єктів, ми створимо щось нове в техніці.

Таблиця 8.4 – Показчик геометричних ефектів

Необхідна дію, властивість	Геометричний ефект
Зменшення або збільшення об'єму тіла при незмінній вазі	Щільна упаковка елементів. Гофри. Однопорожнинний гіперболоїд.
Зменшення або збільшення площі або довжини тіла за сталої ваги	Багатоповерхова компоновка. Гофри. Використання фігури зі змінним перерізом. Стрічка Мебіуса. Використання сусідньої площі.
Перетворення одного виду руху в інший	Трикутник Рело. Конусоподібна трамбівка. Корбо-гонкова передача.
Концентрація потоку енергії, часток	Параболоїд, еліпс, циклоїда.
Інтенсифікація процесу	Перехід від обробки по лінії до обробки по поверхні. Стрічка Мебіуса. Ексцентриситет. Гофри. Гвинт. Щітки.
Зниження втрат енергії або речовини	Гофри. Зміна перерізу робочих поверхонь. Стрічка Мебіуса.
Підвищення точності обробки	Спеціальний підбір форми або траєкторії руху обробного інструменту. Щітки.
Підвищення керованості	Щітки. Гіперболоїд. Спіраль. Трикутник. Використання об'єктів, що змінюють форму. Перейти від поступального руху до обертального. Неспіввісність гвинтового механізму.
Зниження керованості	Ексцентриситет. Заміна круглих об'єктів на багатокутні.
Підвищення терміну служби, надійності	Стрічка Мебіуса. Зміна площі контакту. Спеціальний вибір форми.
Зниження витрат	Принцип подібності. Конформні відображення. Гіперболоїд. Використання комбінації простих геометричних форм.

Застосування в винахідництві «досягнень» багатовікової еволюції живої природи можливо в двох напрямках: безпосереднього використання біологічних об'єктів або створення їх штучних аналогів. Розвитку другого напрямку присвячена ціла наука – біоніка. Незважаючи на молодість цієї науки, вона вже дає виходи в технічну, винахідницьку практику. Причому перші такі «підказки» відомі давно. Так, принцип армування волокнами підказаний природою: практично всі конструкції рослинного та тваринного світу мають спрямовану структуру. Волокнисту будову біля стовбура й листя дерева,

бамбука, кісток і тканин тварин та ін. А вавилоняни, споруджуючи житло, використовували очерет для армування глини, в Стародавній Греції залізними прутами зміцнювали мармурові колони палаців і храмів. У наш час з'явився залізобетон. Стали звичними високоміцні армовані матеріали, скажімо, склопластики. Порівняно недавно такому м'якому металу, як мідь, за допомогою армування надали незвичайну жорсткість. Вчені створили композиційні матеріали на основі міді та вуглецевих волокон. Кожен з компонентів цієї системи, відрізняючись високими специфічними властивостями (мідь – високою електро- і теплопровідністю, вуглецеве волокно – високою міцністю, жорсткістю та малою питомою вагою), в комплексі надає новому матеріалу спеціальні характеристики та цікаві властивості нового матеріалу. Незважаючи на те, що електроопір вуглецевих волокон майже на три порядки більше, ніж міді, введення їх в мідну матрицю аж до 40-50% за об'ємом не викликає помітного збільшення електроопору композиційного матеріалу. Змінюючи це співвідношення, можна змінювати і властивості нового матеріалу. Армована мідь має тривалу міцність при високій температурі – в кілька разів вище, ніж чиста. Значно зростають й інші механічні характеристики. Підвищення міцності та пружні властивості армованої міді дають можливість помітно полегшити деталі й вузли багатьох конструкцій, а розширення діапазону робочих температур – збільшити потужність електродвигунів, машин і агрегатів, їх довговічність, надійність тощо.

Якщо, присідаючи, ви не чуєте хрускоту в колінах, то суглоби працюють нормально – тертя в них мінімальне, відкладення солей не спостерігається. Природа все передбачила: синовіальна рідина, що омиває поверхню суглобів, є ідеальним мастилом, вона являє собою рідкий кристал. Таке мастило не лише в суглобах: кров на стінках судин, слизовий покрив луски риб теж знаходяться в рідкокристалічному стані. Вирішили використовувати в техніці цей «патент природи», що дозволяє виключити знос поверхонь при терті. Дослідники вивчили тертя металів по склу, кварцу, сталі та нержавіючим сплавам при наявності на них мастила з розчинів фосфоліпідів, цукрів, полімерів, холестеричних та деяких інших рідких кристалів, з нафтових і синтетичних масел, металевих мил, сумішей спиртів та ін. Результати проведених дослідів були однозначні: опір при ковзанні був мінімальним в тому випадку, коли міжфазовий шар в зоні тертя знаходився в рідкокристалічному стані. При



переході цього шару в ізотропний стан ефективні змащувальні властивості втрачалися, зростала температура в зоні тертя, а знос і коефіцієнт тертя ставали звичайними величинами. Так був зроблений висновок, що за допомогою направленої синтезу та підбору рідкокристалічного мастила можна не лише знизити знос поверхонь тертя, а й зменшити опір тертю рідини в трубопроводах.

Поміж багатьох птахів сова літає практично безшумно. Пояснюється це явище тим, що її крила мають на кінцях пір'яні відростки, які розбивають зустрічний повітряний потік на дрібні струмені. Група співробітників Софійського інституту охорони праці та ергономіки впровадила на шинному заводі нове пристосування для гасіння різких звуків в клапанах, що знижують надлишковий тиск пари або стисненого повітря. Шумопоглинач створений за принципом крил сови. У ньому потік газів спершу проходить через фільтр з клаптів м'якої матерії, а потім на виході розбивається фігурними отворами на безліч струменів. Рівень неприємного шуму падає на 35-40%.

Фахівці Токійського технологічного інституту сконструювали скопійований з хвостових плавців дельфіна судновий двигун, який на 30% ефективніший гвинта. На алюмінієвої моделі судна з плоским дном в кормі встановлена пластмасова пластина, а спеціальна кінематична схема, яка з'єднана з валом двигуна, забезпечує пластині рух хвостового плавця дельфіна. Такий рушій забезпечує судну плавність ходу і судно практично не залишає кильватерного сліду, як судна з гвинтами.

«Не випадковість, але доцільність присутня в усіх творіннях природи», – говорив Аристотель. Ще на початку 2000-х рр. мало хто знав, що таке Архітектурна біоніка. Але вона вже зробила чималі успіхи, привернула загальну увагу. У будинку, побудованому за принципом розташування пелюсток на флоксах (не одна над іншою, як зазвичай, а по спіралі) кожна квартира отримує рівну дозу сонця, немає тіньових осель. Здатність тонкого стебла злакових утримувати важкий колос при сильних поривах вітру лягла в основу проекту багатопверхового будинку з підвищеною стійкістю. Висота таких будівель може сягати 500 метрів і вище. Заслуговує на увагу проект зони відпочинку на дві тисячі місць. У конструкціях навісних дахів використаний принцип розташування листя в кронах дерев. Великий інтерес представляють трансформовані стрижневі конструкції. Їх засновано на принципі кістково-

м'язової системи людини, тварин, вузлових з'єднань суглобів. Будинок, зібраний з цих конструкцій, успішно зарекомендував себе на дрейфуючій станції «Північний полюс». Подібні будинки можуть бути використані й в літній час в туристичних зонах відпочинку з дещо зміненою покрівлею. Вони комфортабельні, стійкі, прості в експлуатації. Так, геометрична форма бджолиних стільників – з її високоефективною упаковкою осередків (отворів) – підказала ряд конструкцій. Наприклад, сит та решіток (для розсівання сипких матеріалів), що відрізняються дуже великою, максимально можливою, проникністю. Тобто відношення сумарної площі всіх отворів – при «стільниковому» їх розміщенні на площині сита – до загальної його площі може досягати 90%. Може використовуватися ця форма також при виробництві пористих легких упаковок з картону та інших матеріалів, пористих бетонів. Чимало варіантів легких і міцних конструкцій мостів підказала інженерам звичайна павутина. В наш час відомі, наприклад, розробки плівки для обклеювання підводної частини суден, на якій відтворюється мікрорельєф і малюнок акулячої шкіри, що покращує гідродинамічні якості таких кораблів.

Значно більше прикладів безпосереднього використання біооб'єктів, оскільки в основі їх життєдіяльності лежать, як хімічні реакції, так і біологічні ефекти можна систематизувати та згрупувати, аналогічно хімічним ефектам. Ось деякі біоефекти по кожній з груп:

*1. Перетворення речовин.* Тут виділено три групи:

*1.1. Перетворення шкідливих речовин в нешкідливі або корисні.*

Наприклад, в Швейцарії створений новий штам ґрунтових бактерій, здатних знищувати багато синтетичні хімікатів, зокрема й токсичних, чого раніше звичайні природні бактерії робити не вміли.

*1.2. Виробництво корисних речовин.* Американець Д.Г. Уайт виділив «клей» блакитних мідій і визначив його хімічний склад. Синтезований з нього біоклей швидко твердне на вологій основі й може використовуватися для антикорозійного покриття підводних споруд і частин суден.

*1.3. Вибіркове накопичення речовин* відбувається за рахунок способу біофлотації (наприклад – золота), розробленого групою українських вчених на чолі з Ф.Д. Овчаренко.

*2. Перетворення енергії,* наприклад, виділення тепла відбувається при ферментації суміші деревної тирси, рисових висівок і подрібненої соломи. Цей

спосіб випробування в Японії з метою нагріву тротуару (від теплих труб під ним) при очищенні його від снігу.

3. *Перетворення інформації.* Цей ефект також досягається, наприклад, зміною світіння бактерій за тих чи інших змінних умов, в яких вони знаходяться, що сигналізує про несправності агрегатів (наприклад, холодильних чи герметичних камер).

Примикають до біологічних (або є їх частиною) і різні фізіологічні ефекти, пов'язані з фізіологією людини та тварин. У винахідницькій практиці можуть, перш за все, використовуватися ефекти, пов'язані з життєдіяльністю органів і здібностей сприймати інформацію. Це можуть бути зір, слух, смак, нюх і дотик. Зокрема, давно відомо використання стробоскопічного ефекту, що дозволяє людині бачити переривчастий рух як безперервний. Можливість вимірювання людиною на око відстані визначається біноккулярним ефектом. Слухове сприйняття у людини і тварин є різним. Тому, наприклад, вже давно браконьєри Англії використовували для своїх собак ультразвукові свистки, нечутні лісникам, що охороняють мисливські угіддя. Відомі й значно переважаючі людські «запахові можливості» собак, завдячуючи яким здатних йти по сліду, виявляти сховані наркотики тощо. А ось на дотику заснована спеціальна «азбука» та книги для сліпих людей. Нарешті, оригінальне використання смаку розробили африканські фермери з Трансваалю для збереження свого врожаю мандаринів. Довгий час його знищували стада павіанів, поки фермери не придумали висаджувати між мандаринами лимони, кислий смак яких відлякував мавп. Близькі до розглянутих і явища, які можна віднести до класу екологічних ефектів. Причому до них відносяться не лише відомі шкідливі впливи на людину – підвищеної радіації та інших типів випромінювання, зокрема й тих, що йдуть від сильних магнітних та інших полів, сильного шуму, загазованості тощо. Існують і «вторинні» ефекти, що складно визначаються, зокрема від відходів виробництва різних матеріалів і продуктів сільгоспхімії. Більш глибокі дослідження в цій області ще попереду.

З попередніх параграфів вже була помітна загальна тенденція комплексності розвитку програмних методів. Багато в чому це досягається при збільшенні частки організації, як складової загального набору методичних інструментів даного методу. Функціонально-системний аналіз призначений для організації та методичного забезпечення комплексного дослідження та

вдосконалення будь-якого об'єкта творчого перетворення. Джерелами функціонально-системного аналізу стали роботи з традиційних проблем виробництва – перевірка виробів на технологічність й аналіз з метою зниження витрат на виготовлення виробу. Проте по кожному з цих напрямків родоначальники функціонально-системного аналізу знайшли свій, оригінальний методичний підхід. Зокрема, конструктор Пермського телефонного заводу Ю.М. Соболев в 1950 році запропонував і з роками відпрацював свій поелементний аналіз. Починав він його з розбивки виробу на елементи, відносячи до них не тільки окремі деталі, а й такі їх характеристики, як матеріал, точність виготовлення та ін. Причому кожен елемент залежно від призначення ставився до основної або допоміжної групи. Виявилось, що невиправдано завищені витрати характерні переважно для допоміжних елементів. Удосконаливши таким чином, наприклад, вузол кріплення мікротелефону, він знизив собівартість цього вузла в 1,7 рази. Іншим родоначальником функціонально-системного аналізу вважається американський інженер Л.Д. Майлз, який створив в 1947 році і потім вдосконалював метод інженерно-вартісного аналізу. Цей метод теж якісно відрізнявся від звичайних інженерного та економічного методів аналізу.

При традиційному інженерному дослідженні об'єктом розгляду є фізичні процеси функціонування цього виробу, його структура та конструкція, тобто внутрішні характеристики об'єкта. Економічний же аналіз включає дослідження переважно зовнішніх зв'язків об'єкта. І навіть комплексний (техніко-економічний) аналіз традиційно обмежується констатацією недоліків та визначення їх причин. Запропонований Л.Д. Майлзом новий підхід пропонував відійти від конкретної конструкції виробу, а розглядати його абстрактні функції і шукати нові шляхи (способи, конструкції) по їх реалізації. В даному контексті функція – це те, для чого існує об'єкт аналізу. При короткому визначенні «функція – це здатність до дії». Зазвичай, до дії чітко визначеної, або до кількох схожих. Наприклад, функція пилки – різати (дерево, метал тощо). Наведені основні підходи (поелементний і функціональний) з часом були об'єднані в функціонально-системний аналіз. Він часто зустрічається в іншій своїй модифікації – як функціонально-вартісний аналіз, орієнтований, зокрема, й на вартісну оцінку функцій. Проте практика

функціонально-системного аналізу виявила великі труднощі при проведенні такої оцінки.

За більш ніж 30-річну історію свого розвитку функціонально-системний аналіз був оснащений чималим числом інших методичних інструментів. Досвід підтвердив високу ефективність використання комплексної методики функціонально-системного аналізу на безлічі підприємств і галузевих інститутів як в СРСР свого часу (де він особливо широко застосовувався в електротехнічній промисловості), так і в наш час в розвинених країнах Європи, Америки та Азії.

Трьома підставами, своєрідними «китами», на яких «стоїть» функціонально-системний аналіз є організаційний, системний і функціональний підходи. Раціональна організація – охоплює всі сторони проведення функціонально-системного аналізу. Найбільш значущими серед них є:

а) Організація, в більшості випадків, колективної творчої роботи основних, необхідних для вдосконалення даного об'єкта, фахівців. Вони входять в спеціально створену творчу робочу групу. Наприклад, при функціонально-системному аналізі будь-якого пристрою (машини, апарату), що випускає машинобудівний завод, до складу творчої робочої групи входять пов'язані з виготовленням та продажем цього пристрою фахівці: конструктор, технолог, економіст, можливо, працівник відділу збуту, метролог та інші. Чим складніший пристрій, більше обсяг його випуску, і чим різноманітніші вимоги до нього – тим більше і фахівців у творчій робочій групі.

б) Організація спеціального інформаційного забезпечення та супроводу роботи творчої робочої групи. Для такого забезпечення спеціально збирається; узагальнюється й аналізується інформація: про всі виявлені недоліки: виготовлення об'єкта функціонально-системного аналізу (того чи іншого виробу) на заводі, експлуатації об'єкта, його реклами тощо; про наявні патенти, передових чужих розробок, тенденції розвитку; про проблеми управління (якістю виробу, його конкурентоспроможністю, експансією на нові ринки збуту й ін.

в) Детальна регламентація: методики і поточної організації роботи творчої робочої групи при проведенні функціонально-системного аналізу; контактів творчої робочої групи з необхідними їм службами і підрозділами

управління; розгляду й організації впровадження результатів функціонально-системного аналізу.

В цілому такий розвинений, ретельно продуманий і відпрацьований практикою організаційний підхід забезпечує, кажучи сучасною мовою, ефективний менеджмент проведення функціонально-системного аналізу. Системний підхід – також вельми методично деталізований – є іншою важливою особливістю методики функціонально-системного аналізу.

Системний підхід в функціонально-системному аналізі орієнтує дослідника на розкриття цілісності об'єкта, що вдосконалюється, виявлення різноманітних зв'язків, як внутрішніх, так і зовнішніх, зведення в єдину картину всіх знань про досліджуваній об'єкт. Системний підхід до розвитку техніки означає вміння бачити, сприймати, уявляти як одне ціле будь-яку технічну систему у всій її складності, з усіма зв'язками і змінами, в динаміці. При цьому, повинні поєднуватися різні, але взаємодоповнюючі один одного методи аналізу: компонентний, що вивчає склад системи (зокрема й наявність в ній підсистем, її надсистеми); структурний (взаємне розташування підсистем в просторі і в часі, зв'язку між ними); функціональний (функціональні призначення і особливості системи, а також взаємодії її підсистем); генетичний (становлення системи, послідовність її розвитку, перспективи заміни однієї системи іншою).

## **8.8 Система стандартів на вирішення технічних задач**

Почнемо розгляд цієї системи з характерних прикладів. У будівельній індустрії орієнтацію стружок при виготовленні деревостружкових плит проводять в магнітному полі. У карбідну смолу, яка застосовується для склеювання плит, додають феромагнітний порошок, який орієнтує деревну стружку в потрібному напрямку. Міцність плит зростає утричі. У сільськогосподарських механізмах для сепарації насіння вкривають його феромагнітним порошком і потім впливають магнітним полем. Сортування відбувається точніше і продуктивніше, аніж при використанні повітряного струменю. У обох прикладах в одну з речовин технічної системи додали феромагнетик і магнітне поле, що діє на цей порошок. Чи випадковий повний збіг ідей вирішення завдань? Ні, не випадковий. Виявляється, в патентному фонді є сотні винаходів, зроблених за формулою «феромагнетик + магнітне

поле». Відрізняються ці винаходи лише сферою застосування, а суть у них одна: якщо дана речовина, яка піддається управлінню, треба перейти до феромагнітного порошку і магнітному полю. Таким чином, отримано стандартне рішення. Воно ж увійшло в елементарні правила репольного аналізу під номером 2. Досить запам'ятати просту формулу «феромагнітний порошок + поле», і без будь-яких творчих мук й осянь, без «мозкових штурмів» та семиразових пошуків можна одразу виходити на сильне рішення задачі.

Порівняємо між собою ще два винаходи. Як приклад ефективності третього елементарного правила репольного аналізу розглянемо захист підводного крила судна від кавітації шляхом наморожування на поверхні крил льоду. Інший винахід рятує спортсменів від сильного удару об воду («черевом») насиченням води бульбашками повітря за кілька секунд до стрибка з вишки. Загальним є те, що в обох прикладах для руйнування шкідливого зв'язку між двома речовинами реполю вводять третю речовину, що є видозміненою однієї з вже наявних речовин. Лід – це видозмінена вода, піна в басейні – це видозмінена вода і повітря. Запам'ятаємо цей дуже сильний стандарт: якщо треба уникнути зіткнення двох рухомих відносно один одного речовин, то між ними треба ввести третю речовину. Але вона має бути додана наче без введення, за рахунок двох вже наявних. В цьому і полягає сила стандарту – він спрямований в бік збільшення ідеальності системи. Речовина вводиться (змінюючи одну або обидві наявних) і не вводиться (нової третьої речовини не ввели).

У патентному фонді є величезна кількість винаходів, ідеї яких схожі між собою, тобто винахідницькі завдання різних розділів техніки були вирішені однаковими прийомами. Такі прийоми в теорії розв'язання винахідницьких завдань (ТРВЗ) були названі стандартами на рішення винахідницьких задач та наведені в таблиці 8.5. Особливість їх у тому, що до них входять особливо сильні поєднання типових прийомів розв'язання суперечностей і фізичних (хімічних, математичних, біологічних) ефектів. У методологію цієї групи включені правила перетворення технічних систем, що впливають із законів їх розвитку, в результаті, створена система стандартів, яка пододала довгий шлях доповнення і вдосконалення. Кожен стандарт є своєю «мініпрограмою» рішення.

## Перелік «стандартів» ТРВЗ

№ з/п	Назва етапу	Зміст етапу
1	2	3
<b>Клас 1. Побудова і руйнування репольної систем</b>		
1.1.	Синтез реполів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• внутрішній комплексний реполь;</li> <li>• зовнішній комплексний реполь;</li> <li>• реполь на зовнішньому середовищі; реполь на зовнішньому середовищі з добавками;</li> <li>• мінімальний режим;</li> <li>• максимальний режим;</li> <li>• вибірково-максимальний режим.</li> </ul>
1.2.	Руйнування реполів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• усунення шкідливого зв'язку з введенням РЗ;</li> <li>• усунення шкідливого зв'язку з введенням видозмінених Р1 і/або Р2;</li> <li>• «відтягування» шкідливої дії;</li> <li>• протидія шкідливим зв'язкам за допомогою П2;</li> <li>• «відключення» магнітних зв'язків.</li> </ul>
<b>Клас 2. Розвиток репольних систем</b>		
2.1.	Перехід до складних реполів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ланцюгові реполі;</li> <li>• подвійні реполі.</li> </ul>
2.2.	Форсування реполів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• перехід до більш керованих полів;</li> <li>• дроблення Р2;</li> <li>• перехід до капілярно-пористих речовин;</li> <li>• динамізація;</li> <li>• структуризація полів;</li> <li>• структуризація речовин.</li> </ul>
2.3.	Форсування узгодженням ритміки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• узгодження ритміки П і Р1 (або Р2);</li> <li>• узгодження ритміки П1 і П2;</li> <li>• узгодження несумісних або раніше незалежних дій.</li> </ul>
2.4.	Феполі (комплексно форсовані реполі)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «протофеполі»;</li> <li>• феполі;</li> <li>• магнітна рідина;</li> <li>• використання капілярно-пористих структур в феполях;</li> <li>• комплексні феполі;</li> <li>• феполі на зовнішньому середовищі;</li> <li>• використання фізоефектів;</li> <li>• динамізація;</li> <li>• структуризація;</li> <li>• узгодження ритміки в феполях;</li> <li>• еполі;</li> <li>• реї-рідина.</li> </ul>
<b>Клас 3. Перехід до надсистеми і на мікрорівні</b>		



Продовження таблиці 8.5

1	2	3
3.1.	Перехід до бісистем та полісистем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• системний перехід 1-а: утворення бісистем і полісистем;</li> <li>• розвиток зв'язків в бісистемах і полісистемах;</li> <li>• системний перехід 1-б: збільшення відмінності між елементами;</li> <li>• згортання бісистем і полісистем;</li> <li>• системний перехід 1-в: протилежні властивості цілого та частин.</li> </ul>
3.2.	Перехід на мікрорівень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• системний перехід 2: перехід на мікрорівень.</li> </ul>
<b>Клас 4. Стандарти на виявлення та вимірювання систем</b>		
4.1.	Обхідні шляхи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• замість вимірювання та виявлення – зміна систем;</li> <li>• використання копій;</li> <li>• вимір – два послідовних виявлення.</li> </ul>
4.2.	Синтез систем вимірювання	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «вимірювальний» реполь;</li> <li>• комплексний «вимірювальний» реполь;</li> <li>• «вимірювальний» реполь на зовнішньому середовищі;</li> <li>• отримання добавок на зовнішньому середовищі.</li> </ul>
4.3.	Форсування вимірювальних реполів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• використання фізоефектів;</li> <li>• використання резонансу контрольованого об'єкта;</li> <li>• використання резонансу приєднаного об'єкта.</li> </ul>
4.4.	Перехід до фепольних систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «вимірювальний» протофеполь;</li> <li>• вимірювальний феполь;</li> <li>• комплексний вимірювальний феполь;</li> <li>• вимірювальний феполь на зовнішньому середовищі;</li> <li>• використання фізоефектів.</li> </ul>
4.5.	Напрямок розвитку систем вимірювання	<ul style="list-style-type: none"> <li>• перехід до бісистем і полісистем;</li> <li>• напрямок розвитку.</li> </ul>
<b>Клас 5. Стандарти на застосування стандартів</b>		
5.1.	Введення речовин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обхідні шляхи;</li> <li>• «роздвоєння» речовини;</li> <li>• самоусунення відпрацьованих речовин;</li> <li>• введення великих кількостей речовини.</li> </ul>
5.2.	Введення полів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• використання полів за сумісництвом;</li> <li>• введення полів із зовнішнього середовища;</li> <li>• використання речовин, що можуть стати джерелами полів;</li> <li>• взаємодія фаз.</li> </ul>
5.3.	Фазові переходи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• фазовий перехід 1: заміна фаз;</li> <li>• фазовий перехід 2: двоїтий фазовий стан;</li> <li>• фазовий перехід 3: використання супутніх явищ;</li> <li>• фазовий перехід 4: перехід до двофазного стану;</li> </ul>

Закінчення таблиці 8.5

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• взаємодія фаз.</li> </ul>
5.4.	Особливості застосування фізоефектів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• самокеровані переходи;</li> <li>• посилення поля на виході.</li> </ul>
5.5.	Експериментальні стандарти	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отримання частинок речовини розкладанням;</li> <li>• отримання частинок речовини з'єднанням;</li> <li>• застосування двох попередніх етапів.</li> </ul>

Сучасна система включає, як бачимо, 77 стандартів ТРВЗ, які розділені на 5 класів. Послідовність їх нумерації також відображає напрямки розвитку технічних систем.

*Клас 1* – побудова і руйнування репольної системи – включає ряд конкретних перетворень з добудови та руйнування реполів в залежності від тих чи інших обмежень, наведених в умовах вихідних задач. Перетворення розширюють сфери використання п'яти правил репольного аналізу, розглянутих раніше.

*Клас 2* – розвиток репольних систем – описує способи, що дозволяють шляхом порівняно невеликих ускладнень моделі технічної системи істотно підвищити ефективність роботи останньої. Зокрема, мають бути узгоджені ритміки окремих полів або полів і речовин. Наприклад, ефективність розділення частинок матеріалу при вібромагнітній сепарації різко зростає, якщо напрямок магнітного поля змінювати синхронно з вібраціями. Лікування цілющими грязями та розчинами, як відомо, вельми дієве при радикулітах, невралгіях та інших подібних захворюваннях. А чи можна якимось інтенсифікувати процес лікування? Можна, якщо користуватися стандартами підкласу 2.3 (див. табл. 8.5). У стінку ванни, куди поміщають хворого, монтується діафрагма насоса, що передає цілющій рідині імпульси синхронно з ударами серця. Архімеду такі ванни і не снилися!

Стандарти гарантують сильне рішення за рахунок того, що в них, по-перше, використовуються закони розвитку технічних систем, а по-друге, в ідеях, які рекомендуються стандартами, фізичне протиріччя вже подолано заздалегідь, тому іноді складається враження, що можна обійтися і без виявлення протиріч. Протиріччя були виявлені, але на інших повністю аналогічних задачах. Адже й сепарацію й купання в ваннах й інше поліпшуються однаково – шляхом узгодження частот полів  $\Pi_1$  і  $\Pi_2$ .

*Клас 3* – перехід до надсистеми та на мікрорівень – продовжує лінію стандартів класу 2 на форсування репольних моделей. Стандарти класів 2 і 3 базуються на використанні законів розвитку технічних систем, зокрема й законів розгортання-згортання, підвищення динамічності та керованості, переходу на мікрорівень, узгодження-неузгодженості тощо.

*Клас 4* – стандарти на виявлення та вимірювання систем – складають особливий комплекс, оскільки рішення таких задач має ряд характерних особливостей. Але в цілому напрямок розвитку вимірювальних систем відповідає загальним законам розвитку, внаслідок чого стандарти цього класу мають багато спільного зі стандартами класів 1-3.

*Клас 5* – стандарти на застосування стандартів – має важливе значення для прискорення пошуку ефективних рішень винахідницьких задач.

Взагалі багато завдань могли б, здавалося, бути вирішені і прямим введенням в систему додаткових речовин та/або полів. Але такі рішення часто бувають малоефективні або не можуть бути реалізовані. Адже для отримання винаходів високого рівня потрібно подолати протиріччя: речовина (або поле) має бути введено і не повинно бути введено. П'ятий клас стандартів показує шляхи подолання таких протиріч.

Застосування більшості стандартів 1-4-го класів призводить, по суті справи, до розгортання технічної системи. П'ятий клас стандартів призначений для згортання отриманих моделей. Така полісистема стандартів здатна поповнюватися. "Кандидати в стандарти" зазвичай ретельно відбиралися та проходили перевірку в якості експериментальних стандартів (підклас 5.5 – експериментальні стандарти).

В цілому зручний наступний загальний алгоритм застосування стандартів:

- Визначити, якого роду запропонована задача: на зміну або вимір (виявлення). Якщо завдання на зміну, то потрібно побудувати вихідну репольну модель, виходячи з умов задачі. Якщо вихідна модель неповний реполь, то необхідно звернутися до стандартів підкласу 1.1; якщо шкідливий реполь – до стандартів підкласу 1.2; якщо неефективний – до стандартів класів 2 і 3. Якщо завдання на вимір, слід використовувати стандарти класу 4.

- Знайшовши рішення, перевірити, чи не можна згорнути отриману модель за допомогою стандартів класу 5. До цього ж класу потрібно звертатися у випадках, коли в умовах задачі є заборона на введення речовин або полів.

Слід підкреслити, що система стандартів проста та логічна. Стандарти дозволяють відразу і на високому рівні вирішувати чимало (10-20%) складних сучасних завдань. Крім того, стандарти можуть бути використані з метою прогнозування, для часткового вирішення нестандартних завдань, для розвитку та посилення отриманих рішень.

### **8.8 Алгоритм вирішення винахідницьких задач АВВЗ (автор – Г.С. Альтшуллер)**

АВВЗ – це, перш за все, певні зміст і послідовність уявних дій для творчого вирішення винахідницьких задач. Ключовими елементами АВВЗ є:

- ✓ перехід від невизначеної проблемної (винахідницької) ситуації до стисло описаної і чітко сформульованої міні-задачі;
- ✓ виявлення та вибір в такій задачі основного конфлікту між висунутими суперечливими вимогами, що в АВВЗ зветься технічним протиріччям (ТП);
- ✓ побудова моделі задачі, яка локалізує конфлікт (у часі і просторі);
- ✓ подальша деталізація конфлікту шляхом виявлення більш вузького, конкретного протиріччя, названого в АВВЗ фізичним (ФП);
- ✓ загострення конфлікту і визначення та формулювання ідеального кінцевого результату – ІКР ("провідної зірки" цього аналізу);
- ✓ вирішення ФП в напрямку ІКР шляхом використання методичного інструментарію ТРВЗ зокрема принципів розв'язання протиріч і речовинно-польового аналізу.

Результатом такої роботи стає синтез нового рішення, нової технічної системи, що забезпечує радикальне розв'язання суперечності, яке здійснюється зазвичай з урахуванням (або навіть за допомогою) законів розвитку технічних (та інших) систем, ЗРТС.

Алгоритм  
рішення винахідницьких задач АВВЗ (поширений варіант)

#### Частина 1. Аналіз вихідної ситуації

*1.1. Визначити кінцеву мету вирішення задачі.*

- а) Яку характеристику об'єкта необхідно змінити?
- б) Які характеристики об'єкта свідомо не можна міняти під час розв'язання задачі?
- в) Які витрати знизяться, якщо завдання буде вирішено?
- г) Які (орієнтовно) допустимі витрати?
- д) Який головний техніко-економічний показник треба поліпшити?

*1.2. Перевірити обхідний шлях. Припустимо, задача принципово не вирішується: яку іншу задачу треба вирішити, щоб отримати необхідний кінцевий результат?*

- а) Переформулювати задачу, перейшовши на рівень надсистеми, в яку входить описана в задачі система.
- б) Переформулювати задачу, перейшовши на рівень підсистем (речовин), що входять в дану систему.
- в) На трьох рівнях (надсистема, система, підсистема) переформулювати задачу, замінивши потрібні дії (або властивості) зворотними.

*1.3. Визначити, рішення якої задачі доцільніше: первісної або однієї з обхідних. Зробити вибір, з огляду на об'єктивні чинники (які резерви системи, описаної в задачі) і суб'єктивні (на яку задачу взята установка: мінімальну або максимальну).*

*1.4. Визначити необхідні (потрібні) кількісні показники.*

*1.5. Збільшити необхідні кількісні показники, враховуючи час, необхідний для реалізації винаходу.*

*1.6. Уточнити вимоги, викликані конкретними умовами, в яких передбачається реалізація винаходу.*

- а) Врахувати особливості впровадження, зокрема, ступінь складності рішення, що допускається.
- б) Врахувати передбачувані масштаби застосування.

*1.7. Перевірити, чи вирішується завдання прямим застосуванням стандартів на рішення винахідницьких задач. Якщо відповідь отримана, перейти до 5.1 АВВЗ. Якщо відповіді немає, перейти до 1.8.*

*1.8. Уточнити задачу, використовуючи патентну інформацію.*

- а) Які (згідно з патентними даними) відповіді на задачі, що близькі до даної?

б) Які відповіді на задачі, схожі на дану, але які відносяться до провідної галузі техніки?

в) Які відповіді на задачі, що зворотні даній?

*1.9. Застосувати оператор РВС.*

а) Подумки змінюємо розміри об'єкта від заданої величини до  $\infty$ . Як тепер вирішується задача?

б) Подумки змінюємо розміри об'єкта від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

в) Подумки змінюємо час процесу (або швидкість руху об'єкта) від заданої величини до  $\infty$ . Як тепер вирішується задача?

г) Подумки змінюємо час процесу (або швидкість руху об'єкта) від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

д) Подумки змінюємо вартість (допустимі витрати) об'єкта або процесу від заданої величини до  $\infty$ . Як тепер вирішується задача?

е) Подумки змінюємо вартість (допустимі витрати) об'єкта або процесу від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

## Частина 2. Аналіз задачі



***АВВЗ – інструмент для мислення, а не замість мислення. Не поспішайте! Ретельно обмірковуюйте та шліфуйте формулювання.***

*2.1. Записати умови міні-задачі (без спеціальних термінів).*

### Примітки

1) Міні-задачу отримують з винахідницької ситуації, вводячи обмеження: «Все залишається без змін або спрощується, але при цьому з'являються потрібні дії (властивості) або зникає шкідлива дія (властивість)». Перехід від ситуації до міні-задачі не означає, що взято курс на рішення невеликої задачі. Навпаки, введення додаткових вимог (результат повинен бути отриманий «без нічого») орієнтує на загострення конфлікту і заздалегідь відрізає шляхи до компромісних рішень.

2) У міні-задачі повинні бути перераховані основні елементи (частини) вихідної технічної системи.

3) Якщо вихідна система повністю непридатна, в міні-задачі слід вказати що дано (сировина, матеріали тощо) і що треба отримати (готовий виріб, результат вимірювання тощо), не вказуючи на інструменти.

2.2. Виділити і записати конфліктну пару елементів: виріб і інструмент. Якщо за умовами задачі дано тільки виріб, додатково ввести «X-елемент».

Правило 1.

а) Якщо інструмент за умовами завдання може мати два стани, треба вказати обидва стани.

б) Якщо виріб за умовами завдання може мати два стани, треба вибрати та вказати той, який має більш високу якість.

Правило 2. Якщо в задачі є пари однорідних взаємодіючих елементів, досить взяти одну пару.

Примітки

4) *Виробом* називають елемент, який за умовами завдання треба обробити (виготовити, перемістити, змінити, покращити, захистити від шкідливої дії, виявити, виміряти тощо). У задачах на виявлення та вимірювання виробом може виявитися елемент, який є за своєю основною функцією інструментом, наприклад, шліфувальний круг.

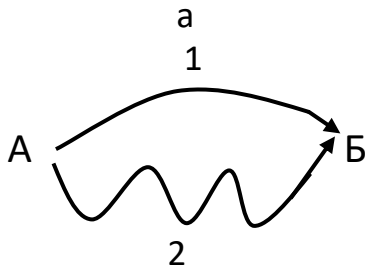
5) *Інструментом* називають елемент, з яким безпосередньо взаємодіє виріб (фреза, а не верстат; вогонь, а не горілка). Зокрема, інструментом може бути частина навколишнього середовища. Інструментом є і стандартні деталі, з яких збирають виріб. Наприклад, набір частин гри «Конструктор» – це інструмент для виготовлення різних моделей.

б) Один з елементів конфліктної пари може бути здвоєним. Наприклад, є два різних інструменти, які повинні одночасно діяти на виріб, причому, один інструмент заважає іншому. Або дано два вироби, які повинні сприймати дію одного і того ж інструмента: один виріб заважає іншому.

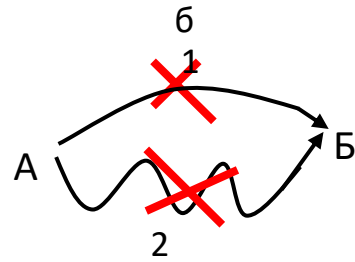
2.3. Скласти репольну формулу системи, описаної в умовах задачі.

Контрольні питання. Чи буде дано повний реполь? Якщо реполь неповний, то яких елементів йому не вистачає? Чи не можна розгорнути інструмент в повну репольну систему? Зіставити «дано» і «потрібно отримати»; перевірити, чи вирішується задача за стандартами. Якщо задача вирішується за стандартами, перейти до 5.1.

2.4. Скласти дві графічних схеми («а» і «б») конфліктів і записати словесні формулювання технічних протиріч. Наприклад:

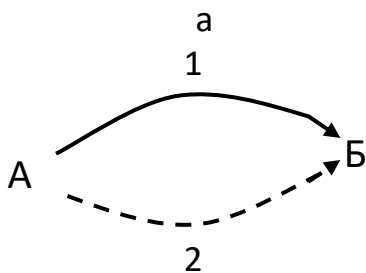


Інструмент (вказати стан) виконує корисну дію 1, але викликає шкідливу дію 2.

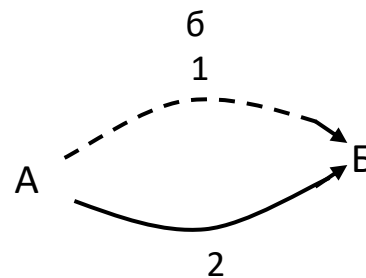


Інструмент (вказати протилежний стан) не викликає шкідливого впливу 2, але не виконує корисної дії 1.

або



Інструмент (вказати стан) добре виконує корисну дію 1, але погано виконує корисну дію 2.



Інструмент (вказати стан) добре виконує корисну дію 2, але погано виконує корисну дію 1.

Примітка

7) У розділі наведені найбільш типові конфлікти. Припустимо використання не табличних схем, якщо вони краще відображають сутність конфлікту.

2.5. Вибрати з двох схем конфлікту («а» і «б») ту, яка забезпечує найкраще здійснення головного виробничого процесу (основної функції технічної системи, зазначеної в умовах завдання): вказати, що є основним виробничим процесом.

Примітка

8) Обираючи одну з двох схем конфлікту, ми обираємо й один з двох протилежних станів інструменту. Подальше рішення має бути прив'язане саме до цього стану. АВВЗ вимагає загострення, а не згладжування конфлікту.

2.6. Записати формулювання моделі задачі, вказавши: 1) конфлікуючу пару; 2) обрану на 2.5 схему конфлікту, тобто, технічне протиріччя; 3) що треба зберегти і що треба змінити (усунути, поліпшити тощо).

Примітка

9) Технічним протиріччям в моделі завдання називають взаємодії в парі, що конфліктує, які полягають, наприклад в тому, що: корисна дія викликає



одночасно і шкідливу дію; введення (посилення) корисної дії або усунення (послаблення) шкідливої дії викликає погіршення (зокрема, неприпустиме ускладнення) одного з елементів пари.

*2.7. Посилити формулювання завдання, вказавши граничний стан (дію) елементів.*

### Частина 3. Аналіз моделі задачі

*3.1. Вибрати елемент, що змінюється. Для цього перевірити, чи добре піддається змінам інструмент, що входить до конфліктної пари, якщо цей інструмент погано піддається змінам, слід замінити його в моделі X-елементом.*

Правило 3. Елементом для змінювання слід обирати інструмент (або один з інструментів), а не виріб.

Правило 4. Якщо на 2.2 в конфліктну пару увійшов інструмент, а на 3.1 проведена заміна інструменту на X-елемент, необхідно заново записати формулювання кроків 2.2-2.7, оскільки можлива зміна моделі задачі.

Правило 5. X-елемент завжди добре піддається змінам.

#### Примітка

10) Добре піддаватися змінам – значить легко і керовано змінювати положення в просторі та/або фізичні параметри (розмір, форму, швидкість, силу тощо), та/або допускати введення добавок. Зокрема електромагнітні та теплові поля відносяться до елементів, що добре піддаються змінам (якщо умовами завдання спеціально не обумовлено протилежне).

*3.2. Записати формулювання ІКР. Якщо на 3.1 обраний інструмент: (вказати інструмент) сам усуває (вказати шкідливий вплив), зберігаючи здатність здійснювати (вказати корисну дію). Якщо на 3.1 обраний X-елемент: X-елемент, не ускладнюючи систему, усуває (вказати шкідливий вплив), зберігаючи здатність здійснювати (вказати корисну дію).*

#### Примітки:

11) Крім конфлікту «шкідливу дію пов'язано з корисною дією» можливі й інші конфлікти, наприклад, «введення нової корисної дії викликає ускладнення системи» або «одна корисна дія несумісна з іншими». Тому, наведені в 3.2 формулювання ІКР слід вважати тільки зразками, за прикладом яких необхідно записувати ІКР. Загальний зміст цих формулювань: набуття корисної якості

(або усунення шкідливої) не повинно супроводжуватися погіршенням інших якостей (або появою шкідливої якості).

12). Формулювання ІКР може бути посилене додатковою вимогою: в систему не можна вводити сторонні речовини.

13) Якщо з умов задачі відомо, яким має бути готовий виріб, і завдання зводиться до визначення способу отримання цього виробу, може бути використаний метод «крок назад від ІКР». Зображують готовий виріб, а потім вносять в малюнок мінімальну демонтуєчу зміну. Наприклад, якщо в ІКР дві деталі стикаються, то при мінімальному відступі від ІКР між деталями треба показати зазор. Виникає нова задача (мікро-задача): як усунути дефект? Рішення такої мікро-задачі зазвичай не викликає ускладнень і часто підказує спосіб вирішення загальної задачі.

### *3.3. Виділити оперативну зону.*

#### Примітки:

14) У найпростішому випадку оперативна зона – це частина змінюваного елемента, в межах якої необхідно забезпечити поєднання вимог, зазначених у формулюванні ІКР. Оперативна зона може включати й простір між інструментом та виробом. Якщо інструмент здвоєний, в оперативну зону може входити простір між інструментами.

15) Якщо інструмент – поле, то оперативна зона може частково або повністю проникати в виріб. Це необхідно враховувати в тому випадку, якщо змінним елементом обраний X-елемент, оскільки невідомий елемент може виявитися полем. Оперативна зона може проникати у виріб й у випадках, коли інструментом є речовина (зокрема, дрібнодисперсна). Але таке проникнення можливе лише за умови, що воно не порушує умови задачі.

16) Оперативна зона може геометрично включати і весь елемент, що вимірюється. У цьому випадку слова «частина елемента» означають «складова частина, розподілена в усьому просторі» («кисень – частина повітря»).

17) Сили, дія яких проявляється в оперативній зоні (наприклад, сила тиску), можуть створюватися пристроями, що знаходяться поза цією зоною.

*3.4. Повернутися до 2.1 і перевірити, чи звужується область аналізу. Повинен бути чіткий перехід від системи (2.1) до конфліктуєчої пари (2.2) і потім до одного елемента (3.1). На кроці 3.3 має відбуватися подальше звуження області аналізу від одного елемента до частини елемента. На цьому ж етапі*

*проводять коригування меж даної області: оперативна зона може включати частину простору між інструментом і виробом й навіть проникати всередину виробу.*

Примітка

18) Можливе використання методу моделювання «маленькими чоловічками». Він полягає в тому, що конфліктуючі вимоги схематично представляють у вигляді умовного малюнка (або декількох послідовних малюнків), на якому діє велика кількість «маленьких чоловічків» (група, кілька груп, «натовп»). Зображувати у вигляді «маленьких чоловічків» слід тільки змінні частини моделі задачі (інструмент, X-елемент).



***Тут часто роблять помилки, обмежуючись не детальним, недбало виконаним малюнком. Хороший малюнок: а) виразний і зрозумілий без слів; б) дає додаткову інформацію про задачу, дозволяє побачити щось нове!***

3.5. *Записати формулювання фізичного протиріччя на макрорівні: «Частина елемента в оперативній зоні повинна (вказати фізичний мікростан, наприклад, «бути електропровідною»), щоб виконувати (вказати одну з конфліктуючих дій або вимог), і повинна (вказати протилежний фізичний макростан, наприклад «бути діелектриком»), щоб виконувати (вказати іншу конфліктуючу дію або вимогу).*

Примітки:

19) *Фізичним протиріччям (ФП) називають протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони.*

20) *Якщо складання повного формулювання ФП викликає труднощі, можна скласти коротке формулювання: «Елемент (або частину елемента в оперативній зоні) має бути, щоб (вказати), і не має бути, щоб (вказати)». Таке формулювання загострює ФП (елемент в цілому повинен бути і не бути), тому її складання бажано у всіх випадках.*

3.6. *Записати формулювання фізичного протиріччя на мікрорівні: «в оперативній зоні мають бути дрібні частинки (вказати їх фізичний стан або дію), щоб забезпечити (вказати необхідну за 3.5 макростан), і не повинні бути такі частинки (або повинні бути частинки з протилежним станом або дією), щоб забезпечити (вказати необхідну за 3.5 інший макростан)».*

Примітки:

21) При виконанні кроку 3.6 ще немає необхідності конкретизувати поняття «дрібні частинки». Це можуть бути будь-які досить дрібні частинки, наприклад крихти, домени, молекули, іони тощо.

22) Дрібні частинки можуть виявитися: а) просто дрібними частинками речовини; б) частинками речовини в поєднанні з якимось полем і в) рідше «частинками поля».

23) Якщо завдання має рішення тільки на макрорівні, 3.6 може не сформуватися. Але і в цьому випадку спроба складання мікро-ФП корисна, тому що дає додаткову інформацію: завдання вирішується на макрорівні.



***Рішення задачі виникає у вигляді «розриву» в логіці послідовного аналізу. «Розрив» подібний малопомітній тріщині в стіні – важливо не проскочити повз. Не поспішайте! Звертайте особливу увагу на всі аномалії і невідповідності за час проведення аналізу.***

*3.7. Повернутися до 3.5 і перевірити логіку побудови фізичного протиріччя. Записати хід перевірки.*

#### Примітка

24) Орієнтовна схема перевірки: «3.5. Потрібні якості (дії, властивості) Я-1 і Я-2, щоб виконати вимоги, зазначені в ІКР. Для отримання Я-1 і Я-2 в оперативній зоні повинні бути суміщені протилежні фізичні макростани МС-1 і МС-2. Для співіснування МС-1 і МС-2 потрібно, щоб мікрочастинки знаходилися в протилежних станах МС-1 і МС-2 (або переходили з одного такого стану в інший)».

Правило 6. В ході аналізу можуть виникати відповіді на завдання. Ні в якому разі не можна переривати аналіз через ці відповіді. Результат аналізу – не відповідь на завдання, а чітке, красиве формулювання фізичного протиріччя.

### Частина 4. Аналіз фізичного протиріччя

*4.1. Використанням методу «маленьких чоловічків» (ММЧ), перетворити (перебудувати, доповнити) схему, отриману на кроці 3.5 таким чином, щоб «маленькі чоловічки» діяли, не викликаючи конфлікту.*

#### Примітка

25) Типовий прийом виконання кроку 4.1 полягає в тому, що на одному малюнку поєднують два зображення: 1) ідеальне (гарне) – дію за 3.2 і 2)

реальне (погане) – дію по 3.5. При цьому не слід заздалегідь думати про те, чи можливо технічно такий збіг. Мета кроку 4.1 – чіткіше уявити ідеальне рішення: ФП є і ФП немає.



*Тут часто роблять помилку, обмежуючись не детальним, недбало виконаним малюнком. гарний малюнок: а) виразний і зрозумілий без слів; б) дає додаткову інформацію про фізичні протиріччя, вказуючи у загальному вигляді шляхи їх розв'язання.*

4.2. Розглянути можливість усунення фізичного протиріччя за допомогою типових перетворень оперативної зони (таблиця 8.1).

Правило 7. Придатні тільки ті протиріччя, які збігаються з ІКР або практично близькі до нього.

Примітка

26) При нескінченному різноманітті винахідницьких задач кількість фізичних протиріч, на яких «тримаються» ці задачі, порівняно невелика. Тому значна частина задач вирішується за аналогією з іншими задачами, що містять аналогічне фізпротиріччя. Зовні задачі можуть бути дуже різними, аналогія виявляється тільки після аналізу – на рівні фізпротиріччя.

4.3. Розглянути можливість розв'язання фізпротиріччя за допомогою «Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ».

Примітка

27) Розділи «Покажчиків застосування деяких фізичних і фізико-хімічних ефектів і явищ» наведені в таблицях 8.2 та 8.3.

4.4. Якщо завдання виконане, перейти від фізичного рішення до технічного: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що здійснює цей спосіб. Якщо відповіді немає, перевірити, чи не є формулювання 2.1 поєднанням декількох різних завдань. В цьому випадку 2.1 слід змінити, виділивши окремі завдання для почергового рішення (зазвичай досить вирішити одну головну задачу). Якщо і після цього немає відповіді, повернутися до 3.1, взяти інший елемент для зміни й повторити аналіз. Якщо повторний аналіз не дав відповіді, повернутися до кроку 2.1 і заново сформулювати міні-задачу, віднісши її до надсистеми, в яку входить розглянута система. При необхідності таке повернення до міні-задачі здійснюють кілька разів – з переходом до нової надсистеми тощо.

Примітка

28) Прості завдання вирішуються буквальною подоланням ФП, наприклад, розподілом суперечливих властивостей у часі і в просторі. Рішення складних завдань зазвичай пов'язане зі зміною змісту задачі – зняттям первинних обмежень, обумовлених психологічною інерцією. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішити: винахідницькі задачі не можуть бути відразу поставлені точно. Процес рішення, по суті, є процес коригування задачі.

*4.5. Розглянути речовини і поля, що вводяться. Чи можна не вводити нові речовини і поля, використавши ті речовини і поля, які вже є в системі або в навколишньому середовищі? Чи можна використовувати саморегульовані речовини? Ввести відповідні поправки в технічну відповідь.*

#### Примітка

29) Саморегульовані (в умовах даного завдання) речовини – це такі речовини, які певним чином змінюють свої фізичні параметри при зміні зовнішніх умов, наприклад, втрачають магнітні властивості при нагріванні вище «точки Кюрі». Застосування саморегульованих речовин дозволяє змінювати стан системи або проводити в ній зміни без додаткових пристроїв.

### Частина 5. Аналіз способу вирішення фізичного протиріччя

*5.1. Провести попередню оцінку отриманого рішення.*

#### Контрольні питання:

1. Чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР («Елемент сам»)?
2. Яке фізичне протиріччя усунено (і чи усунено) отриманим рішенням?
3. Чи містить отримана система хоча б один добре керований елемент? Який саме? Як здійснюється управління?
4. Чи придатне рішення, знайдене для «одноциклової» моделі задачі, в реальних умовах з багатьма «циклами»?



**Якщо отримане рішення не відповідає хоча б одному із контрольних питань, повернутися до 2.1.**

*5.2. Перевірити (відповідно до патентних даних) формальну новизну отриманого рішення.*

5.3. Які підзадачі виникають при технічній розробці отриманої ідеї? Записати можливі під задачі: винахідницькі, конструкторські, розрахункові, організаційні.

#### Частина 6. Розвиток отриманої відповіді

6.1. Визначити, як повинна бути змінена надсистема, в яку входить змінена система.

6.2. Перевірити, чи може змінена система (або надсистема) застосовуватися по-новому.

6.3. Використовувати отриману відповідь при вирішенні інших технічних завдань:

а) сформулювати в узагальненому вигляді отриманий принцип рішення.

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при вирішенні інших завдань.

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому.

г) побудувати таблицю «розташування частин – агрегатні стани виробу» або «використані поля – агрегатні стани виробу» та розглянути можливі перебудови відповіді за позиціями таблиці.

#### Частина 7. Аналіз ходу рішення

7.1. Порівняти реальний хід вирішення даної задачі з творчим (по АВВЗ). Якщо є відхилення, записати.

7.2. Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарти, прийоми, фізоефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в накопичувач.

## **9 ВІДОМОСТІ ПРО ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ В УКРАЇНІ**

Відповідно до закону України «Про винахідницьку діяльність» встановлено, що принципово можливим, за об'єктом охорони, є оформлення патентів трьох видів: на речовину, на спосіб та на пристрій. У патентах на речовину об'єктом охорони виступає конкретний компонентний склад матеріалу (приклад – Патент України на корисну модель № 86130). Для патентів на спосіб у якості охоронного об'єкту виступає конкретна

послідовність технологічних операцій та їх особливі параметри (приклад – Патент України на корисну модель № 92477). В патентах на пристрій предметом захисту виступає конструкція конкретного приладу або груп приладів (приклад – Патент України на винахід № 103334).

Комплект документів для подання винахідником включає: заявку (3 екземпляри), формулу винаходу/корисної моделі (3 екземпляри), опис винаходу/корисної моделі (3 екземпляри), реферат патенту/корисної моделі (3 екземпляри), графічний матеріал – ескізи конструктивних елементів, у разі оформлення заявок на «пристрій» (3 екземпляри), документ про сплату державного мита (1 екземпляр).

При здійсненні винахідницької діяльності важливим аспектом є визначення найбільш близьких до запропонованого існуючих технічних рішень. Ця операція називається патентним пошуком. На даний момент для спрощення патентного пошуку використовується система міжнародного індексування (Міжнародний патентний класифікатор – МПК). Вона дозволяє здійснювати пошук за конкретною галуззю науки і техніки. Приклад представлення в МПК конкретного патенту надано на рис. 9.1: вказано клас С 21 відповідно до МПК; він поєднує всі винаходи, що відносяться до сфери металургійного виробництва; також вказано підклас С 1/00 – позапічне рафінування чавуну.

В сучасних умовах патентний пошук можна виконувати прямим пошуком науково-технічних розробок у базах винаходів та корисних моделей патентно-ліцензійного відділу універсальної наукової бібліотеки.

МПК (2014.01)  
C21C 1/00

Рисунок 9.1 – Приклад оформлення МПК конкретного патенту:  
перший рядок – редакція МПК; другий рядок – конкретна галузь та підгалузь до якої належить технічне рішення

Крім того, в сучасних умовах значного поширення набули методи використання технологій Internet у проведенні патентного пошуку. З цією метою можливо використовувати наступні електронні ресурси:

- база авторських свідоцтв СРСР – <http://patents.su/search> (об'єднує інформацію про винаходи, які створені у СРСР з 1924 по 1993 рр.);



- база патентів на винаходи та корисні моделі України – [http://base.uipv.org/search\\_INV/](http://base.uipv.org/search_INV/) (об'єднує інформацію про винаходи та корисні моделі, що створені в Україні з 1991 р. по теперішній час);
- база патентів на винаходи та корисні моделі Російської федерації – [http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\\_Ru#](http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#) (об'єднує інформацію про винаходи та корисні моделі, які створені в Російській федерації з 1991 р. по теперішній час).

Патентно-ліцензійна діяльність здійснюється з метою захисту прав інтелектуальної власності у сфері науково-конструкторських розробок. Вона направлена на захист пріоритетних прав на інженерно-конструкторські розробки організацій та винахідників. Центральним державним органом, що займається патентно-ліцензійною діяльністю в Україні, є Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності». Відповідно до вітчизняного законодавства винахідник може подавати документи на отримання патентів/корисних моделей особисто; через патентно-ліцензійний відділ підприємства, де працює; через спеціалізованого приватного патентного повіреного.

Відповідно до національної нормативно-правової бази наукові відкриття не є предметом патентно-ліцензійної діяльності.

Рацпропозиції відповідно до вітчизняного законодавства є сферою взаємовідносин найманого працівника та роботодавця. Тому всі питання з патентно-ліцензійної діяльності та розподілу матеріального прибутку вирішуються відповідно до трудового договору або додаткових договорів між роботодавцем та працівником.

Відповідно до закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» винахідник має повне право власності на об'єкт інтелектуальної власності. Таким чином автор має право володіти і розпоряджатися результатами інтелектуальної власності, що оформлені у вигляді його патентів: має повне право продавати, передавати, дарувати та заповідати патенти третім особам. Відповідно до законодавства патент на винахід закріплює права за винахідником на 25 років, а на корисну модель на 10 років. У разі використання патенту у виробництві авторам належить 10 % від економічного ефекту, окрім випадку складання додаткового договору, що розподіляє прибуток від використання патенту.

Нижче наведені вимоги до головних документів, потрібних при оформленні патенту. Ці документи є змістом курсової роботи при вивченні дисципліни «Основи технічної творчості».

Формула винаходу – формалізована сутність технічного рішення, що запропоновано у винаході/корисній моделі. Вона повинна відрізнятися чіткістю, ясністю, однозначністю та лаконічністю, бо юридично захищається інформація, що представлена лише у ній. Відповідно до правил оформлення формули винаходу/корисної моделі вона повинна бути сформульована у формі одного речення. За структурою складання формули винаходу поділяються на два типи: з відмінною частиною та без неї. Так, безвідмінна формула винаходу характерна для «піонерських» технічних рішень, які не мають прототипу. При такому розвитку подій у формулі винаходу вказано лише особливості запропонованого технічного рішення. При створенні класичного винаходу (при наявності прототипу) формула винаходу складається з двох частин: довідмінної (у ній вказано про особливості технічного рішення, які є загальновідомими і вказані у прототипі); відмінної (у ній вказано особливості технічного рішення, що запропоновані автором та дозволяють досягти якісно нового результату). Розподіл формули винаходу на довідмінну та відмінну частини здійснюється виразом «що відрізняється».

Опис винаходу – є офіційним документом, який фіксує приналежність технічного рішення до конкретної галузі народного господарства; представляє інформацію про взаємозв'язок запропонованого технічного рішення з прототипом та аналогом і його переваги у порівнянні з ними; деталізує інформацію щодо мети винаходу та засобів її досягнення, інформацію про технологічну ефективність запропонованого технічного рішення.

Відповідно до вимог ДП «Український інститут інтелектуальної власності» опис винаходу має наступні обов'язкові складові:

- шифр МПК, що вказується у верхньому правому куті першого аркушу опису винаходу (вказує на приналежність технічного рішення до конкретної галузі науки й техніки, відповідає основному МПК, вказаному у прототипі);
- назва винаходу – вказується у центрі першого аркушу опису (повинна однозначно, чітко, емко і лаконічно характеризувати сутність винаходу і

- сферу його застосування; при оформленні класичного винаходу відповідає назві прототипу);
- галузь техніки та переважна сфера застосування винаходу – формулюється у першому абзаці опису винаходу та дає докладну інформацію про сферу використання запропонованого технічного рішення;
  - характеристика аналогів – наводиться лаконічний опис здійснення технічного рішення, що було обране у якості аналогу (у якості аналогу обирається технічне рішення, що за своїм здійсненням відрізняється від розробленого автором, проте призводить до аналогічного технічного результату в порівнянні з розробленим у патенті, що подається); мінімально для оформлення опису необхідно наведення одного аналогу, але на практиці використовують – 2-3 аналоги;
  - критика аналогів – у цій частині у короткій формі вказується основний перелік технологічних недоліків кожного з технічних рішень, що були обрані у якості аналогів;
  - характеристика прототипу – наводиться лаконічний опис здійснення технічного рішення, що було обране у якості прототипу (у якості прототипу обирається технічне рішення, що за своїм здійсненням повністю відповідає розробленому автором, проте призводить до гіршого технічного результату та потребує його вдосконалення);
  - критика прототипу – у цій частині у короткій формі вказується основний перелік технологічних недоліків технічного рішення, що було обрано у якості прототипу;
  - мета, що впливає з недоліків прототипу і досягається за рахунок реалізації технічного рішення, вказаного у винаході – докладно формулюється проблема, на вирішення якої направлено винахід (цей елемент у структурі опису винаходу є найбільш важливим, оскільки вдалість окреслення мети винаходу визначає вдалість всього винаходу в цілому);
  - сутність винаходу – формулюється весь комплекс технологічних характеристик винаходу, що забезпечують досягнення ним поставленої мети; при цьому повинні бути докладно обґрунтовані всі особливі параметри винаходу, що вказані у відмінній частини формули;

- приклад конкретного виконання – з метою визначення технологічності запропонованого у винаході технічного рішення приводиться приклад його промислового виконання (у короткій, стислій формі надається послідовність виробничих операцій при використанні винаходу та наводиться результат його використання у промислових умовах);
- передбачуваний корисний ефект – у цій частині опису наводяться відомості про переваги винаходу у порівнянні з прототипом та аналогом відповідно до поставленої мети винаходу (важливим аспектом проведення порівняння корисного ефекту різних технічних рішень є вдалий вибір параметру порівняння; необхідно, щоб він об'єктивно відображав ефективність досягнення поставленої у винаході мети та міг визначатися відповідно до існуючої нормативно-технічної бази).

Реферат винаходу – короткі відомості про винахід, що публікуються у реферативному журналі. До обов'язкових складових елементів реферату винаходу входять наступні елементи з опису винаходу: галузь техніки та переважна сфера застосування винаходу; мета, що впливає з недоліків прототипу і досягається за рахунок реалізації технічного рішення, вказаного у винаході; сутність винаходу.

У випадку високого рівня виконання курсової роботи запропоноване студентом рішення може бути подане до ДП «Український інститут інтелектуальної власності» з метою отримання патенту на винахід/корисну модель. Цей процес супроводжується тісним співробітництвом винахідника з експертами патентно-ліцензійного відділу НМетАУ.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Бойченко Б.М. Конспект лекцій. Методичні вказівки до виконання курсової роботи і практичних занять з дисципліни «Основи технічної творчості» / Б.М. Бойченко. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 34 с.
2. Креатология и интеллектуальные технологии инновационного развития [Учебник для ВУЗов] / Пигоров Г.С., Козинец В.П., Махмудов А.Г., Антоненко С.В. [и др.]. – Днепропетровск: Пороги, 2003. – 502 с.
3. Селюцкий А.Б. Вдохновение по заказу. Уроки изобретательства / А.Б. Селюцкий, Г.И. Слугин. – Петрозаводск: “Карелия”, 1977. – 190 с.

4. Правила игры без правил. Сборник основных материалов по ТРИЗ, серия «Техника-молодежь-творчество» / Составитель А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – 280 с.
5. Арист Л.М. Путь в изобретательство / Л.М. Арист. – Днепропетровск: Промінь, 1986. – 184 с.
6. Чус А.В. Основы технического творчества / А.В. Чус, В.Н. Данченко. – Киев-Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 184 с.
7. Закон України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» (<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3687-12&p=1284711095053132>).

Навчальне видання

Бойченко Борис Михайлович

Молчанов Лавр Сергійович

Синегін Євген Володимирович

ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ  
ЧАСТИНА 2

Навчальний посібник

Тем. план 2020, поз. 10

Підписано до друку 11.02.20. Формат 60×84 1/10. Папір друк. Друк плоский.  
Облік.-вид. арк. 3,17. Умов. друк. арк. 3,13. Замовлення № 137.

Національна металургійна академія України  
49600, м. Дніпро-5, пр. Гагаріна, 4

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ