

*П. М. Гащук**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ І ПРАКСІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

На найзагальніших засадах досліджується технологія удосконалювання та параметричної оптимізації пожежно-рятувальної техніки. У сенсі методології додання невизначеності проводиться паралель між засобами і можливостями фізики, судочинства, еволюції, інженерії... Підкреслено, що вдосконалювання системи чи машини – це зазвичай істотно перманентний процес ухвалення рішень, тобто процес, що обов'язково має початок, але не може мати кінця. А отже ніколи не може з'явитися цілковито досконала система чи машина. Удосконалення й оптимізація техніки спирається на телеологію, але насправді більше подібна до еволюції, в рамках якої нема місця категоріям розуму, задуму, досконалості, прогресу, майбутнього... Тож оптимізаційна діяльність обов'язково мусить спиратись як на телеологічні, так і на еволюційні принципи.

Мета роботи – з'ясувати принципи, які дозволять спрямувати процес параметричної оптимізації системи/машини (зокрема із середовища пожежно-рятувальної техніки) у праксіологічне русло, спираючись одночасно на телеологічність і еволюційність та раціонально співвідносячи й поєднуючи в систему змістові, алгоритмічні й загальні критерійні засоби. До завдань, що їх належить вирішити перш за все, було віднесено такі: виокремити різновиди нездоланих невизначеностей; оцінити суть оптимізаційного процесу стосовно системи/машини, проводячи паралель з природним доборою; критично окреслити найзагальніші аспекти методології параметричної (чи іншого змісту) оптимізації системи/машини за критеріями довірного змісту; з'ясувати, з яким рівнем точності відображення оптимізаційної ситуації теоретично і практично доцільно мати справу.

Проблема удосконалення систем рятувальної машини і навіть окремих її експлуатаційних властивостей загалом настільки складна, що без методологічної і когнітивної спеціалізації не обійтись. В роботі розігрується сценарій взаємин трьох колективів, два з яких проводять оптимізаційні дії відповідно до своєї спеціалізації, а один відповідає за визнання і впровадження оптимальних пропозицій. Показано, що оптимальні пропозиції можуть виявитися цілком несумісними, звідки впливає потреба розумно співвідносити різні концепції і аспекти оптимальності і досконалості.

Було з'ясовано, зокрема, ще таке.

1. Ідентифікація властивостей систем, що підлягають оптимізації, завжди приблизна, вимірник (критерій) досконалості завжди суб'єктивно примарний, інструментарій пошуку досконалості завжди не бездоганний... Тому рух до досконалості доводиться здійснювати дискретно, критично оглядаючись на отримані результати і керуючись кожного разу новими орієнтирами.

2. Не треба завжди прагнути тільки ідеального розв'язку. Потрібно лише уникати дурниць і втілювати хоч трохи сприятливе, оскільки оцінити об'єктивно результат можна лише постфактум. Помилки чи втрати мають бути дрібними, але їх має бути багато, аби мати нагоду надібати великий зиск.

3. Залучення складних і досконалих методів оптимізації до погано формалізованого об'єкту, яким є рятувальна машина, – марнотратна пізнавальна активність. Її супроводжують надмірні втрати часу, засобів, ресурсів, а часто й престижу.

4. Конкретний результат наукового пошуку як такий мало що важить. Цінними є алгоритм чи технологія його отримання, теоретична/когнітивна осмисленість його змісту.

**Ключові слова:** система, машина, пожежно-рятувальна техніка, досконалість, параметрична оптимізація, невизначеність, атрактор.

*P. M. Hashchuk**Lviv State University of Life Safety*

## VAGUENESS AND PRAXEOLOGICAL ASPECTS OF OPTIMIZATION OF FIRE-RESCUE MACHINERY EXPLOITATION CHARACTERISTICS

The technology of improvement and parametric optimization of fire-rescue machinery has been researched based on the most general principles. Means and possible capacities of physics, legal proceedings, evolution and engineering are parallelly

considered in terms of the methodology of indefiniteness problem solutions. It should be highlighted that the improvement of systems or machinery is a permanent decision making process, i.e. the process that has its start but has no end. It means that it is impossible for absolutely ideal system or machine to appear. The improvement of machinery rests upon teleology, but in fact it resembles evolution where there is no space for the categories of mind, design, perfection. Thus the optimization activity must rest on both teleological and evolutionary principles.

The aim of this paper is to define the principles that allow to stream the process of parametric optimization of the system/machine (in particular in the field of fire-rescue machinery) into the praxeological direction simultaneously relying on teleology and evolutionary as well as rationally relate and connect meaningful, algorithmical and general criteria defining means into a single system.

The tasks to be solved include the following: first of all to define the types of insurmountable uncertainties, to evaluate the sense of optimization process concerning the system or machinery drawing a parallel with the natural selection, critically delineate the most general aspects of methodology of parametric or any other optimization of the system/machinery according to the criteria of random content, to determine what level of optimization situation preciseness should be dealt with theoretically and practically.

The problem of improving the system of rescue machine and some of its operational characteristics in general is so difficult that we cannot solve it without methodological and cognitive specialization. The conducted research represents the development of the scenario of coordinating three different groups, two of which carry out the optimization activity according to their specialization whereas the third one is responsible for assessment and introduction of optimal propositions. It has been demonstrated that the optimal propositions can turn out to be incompatible which resulted in the necessity to reasonably correlate all concepts and aspects of optimality and excellence.

It has been also clarified the following:

1. The identification of system characteristics that are subjected to optimization is always approximate, the indicator (criterion) is always subjectively vague, the instruments to find perfection are not impeccable. It means that the progression to the perfection should be made discreetly, critically analysing the results obtained and every time following the new criteria.

2. It is not obligatory to endeavour for ideal solution. It is necessary to avoid blunders and implement only the most favourable decisions, since the achieved results can be evaluated only after the fact. Mistakes and losses should be negligible but numerous to benefit from them.

3. The application of complex and perfect methods of optimization to a wrong formalized object such as a fire-rescue machine is a vain cognitive activity. It is time and resources consuming, effortless, senseless and often leads to loss of prestige.

4. A certain result of scientific research is inconsiderable as such. Really valuable is the algorithm and technology of its achieving, theoretical/cognitive meaningfulness of its essence.

**Key words:** system, machine, fire-rescue machinery, perfection, parametric optimization, indefiniteness, attractor

**Вступ: Про невизначеність.** Слушною є думка: те, як ми дивимось на Світ, визначає, що бачимо! Якщо є очі, має бути погляд; якщо є погляд, має бути бачення. Чи можна багато побачити, просто дивлячись? Насправді бачать не так очима, як розумом! Та от Природі притаманна настільки глибока невизначеність, що не легко збагнути, що ж таке насправді бачимо навіть розумом. І взагалі, повсюдно, де Людина, панує – неспростовна невизначеність. Що Ми знаємо про Світ? Нічого! І то не до кінця. Добре кимось сказано!

Деякі різновиди невизначеності не створюють у рамках прагматизму жодних клопотів.

Літак, здіймаючись увись, роздувається, збільшуючи свій внутрішній об'єм десь на один відсоток. Це багато чи мало, добре чи погано, запобігати цьому чи хай так і буде?

Водорості, що поглинають метан, – це добро чи зло від і для Природи? Як ці водорості сприймати під прагматичним кутом зору: метан – енергоносіє, як добре (!), метан – парниковий газ, як погано (!)?

Невидиме – це або надто швидке, або надто повільне. Але хіба все, що непомітне, є або надмірно швидким, або надмірно повільним? Непомітного, мабуть, завжди буде більше у будь-якій формі. Чи помітною можна вважати еволюцію?

Яка еволюційна причина появи візерунків на пальцях рук людини, для чого вони людині потрібні, і чому вони унікальні для кожного з нас? Думали, що для збільшення зчіпного ефекту у разі утримування в руках предметів (у деяких приматів та коал, що живуть на деревах, дактиловідбитки також є). Та певності щодо цього немає. Тертя між твердими тілами суттєво залежить від сили їх взаємного притискання, а між еластичними – істотніше від розміру поверхні дотикання.

Черепашка живе довго, чи вона живе повільно? Твердять, що черепахи помирають не від старості, а через те, що панцир з роками стає надто важким і не дозволяє добиратись до харчу. Нездатність вільно пересуватись – це все-таки старість? То ж навіщо міцнішає панцир, коли сили полишають тіло? Чому природний добір такий нерозважливий?

...

Було б добре у всьому цьому розібратись, але й не страшно відкласти це на потім.

Натомість, що значно важливіше, Людина приречена повсякчас ухвалювати рішення. Часто не йдеться про правильне й неправильне, добре й погане, а йдеться просто про необхідність будь-що ухвалити рішення. Але завжди є рішення кращі, а є гірші (тому не доведеться бути ослом Бурідана). Як

їх розпізнавати заздалегідь? Невизначеність у царині ухвалення рішень – надзвичайно гостра проблема. Невідомо, яка б це інформація мала сприяти ухваленню найкращих рішень, особливо в царині конструювання систем і машин, досконалість яких багатоаспектна? Зважмо, інформацію як нефізичне поняття вичерпно означити неможливо – це деяка нематеріальна сутність, до якої важко прилаштувати вимірювальні засоби і класифікаційні ознаки. Разом з тим, існують намагання брутально означити поняття кількості інформації – кількості того, що погано означуване. А часом цілком нематеріальну інформацію навіть пов'язують з фізичною ентропією, що характеризує рівень деградації ексергії (?). Натомість А. Шеннон вмотивовано доводив, що сутнісно нематеріальна інформація може пересилатись тільки явищем шляхом передачі матеріальних сигналів (носіїв), через які ця інформація має бути закодована. Отже те, що можна пересилати, часто безапеляційно отожднюють із власне інформацією. І на те нема ради.

Принагідно зважмо й на мовну невизначеність...

Церква, аби наблизитися до душі людини, звжилася сповідувати Слово Боже на рідних мовах народів/націй (староболгарська й латина, зокрема, мусили відступитись). Наука також з успіхом перейшла з латини на національні мови. А що ж тепер? Цікаво, як далеко здатні будуть просунутися українські вчені, заохочувані/зобов'язувані публікувати свої розвідки англійською? Бездоганно висвітлити нове рідною мовою – непроста задача навіть для вимогливих до себе талантів, а що вже казати про чужу мову – в певному сенсі обтяжливу перешкоду чи навіть просто гальмо у просуванні власних наукових ідей. Писати наукові новели пасує саме чужою мовою, якщо є потреба виставити себе об'єктом для дошкульних кепкувань, виглядати не дуже професіональним, програвати англійським ученим у швидкості продукування й просування знань.

Може вдатись до послуг перекладачів? Але перекладати треба «розуміючи» проникливо до дешифру. Навіть машини мають діяти «розуміючи» – хотілося б. Отже кожен розумний перекладач мав би бути фахівцем у відповідній царині, а в такому разі йому пасувало б безпосередньо продукувати нові знання, перебуваючи на передньому краї науки, а не служити в певному сенсі «дублером».

Звісно, кожен учений обов'язково мусить сам собі бути розумним перекладачем, аби завжди орієнтуватись у нових здобутках науки. Наукова новизна кордонів не знає. А от насолоджуватись чужими віршами і віршувати самому – це дуже різні речі.

Для авторів «Європейського словника філософій» [1], до слова, «... справжньою основою кожної з численних європейських філософій постає набір не універсальних, а цілком унікальних філософських концептів, які повною мірою розкривають своє

сміслові багатство лише у рідному для них мовному оточенні (німецькому, французькому, іспанському тощо), але у ході свого історичного становлення частково вбирають у себе також і смисли інших споріднених концептів, що існували чи досі існують в інших європейських філософських мовах». І про єдину «європейську філософію» так само дивно говорити, як про єдину «європейську мову».

Обстоюючи таку саму повагу до розмаїття мов, якими послуговуються природничі й технічні науки, певна річ, нема сенсу й уникати створення «загальнонаукових» наукових концептів за посередництва (подібно до латини колись) особливої «нейтралізованої» версії англійської мови, що за інтернаціоналізацію платить «власним оштученням». Англійську треба знати й чути, та не обов'язково нею співати. А от в жодному разі не повинна втишитися й окам'яніти рідна мова.

Раніше процвітання країн будувалося на примноженні природних, фінансових, трудових ресурсів. Тепер воно неможливе без конкуренції перш за все на ниві знань. Тож для чого собі створювати перешкоди без жодних прагматичних стимулів? Згодом, звісно, все і так владнається. Обов'язок нації – знати всі мови Світу.

Невизначеність, часом, треба не долати, а сіяти і множити...

У серпні 1942 року індіанці навахо вийшли на стежку війни в Тихому океані. Вони зголосилися допомагати армії й флоту США, що насилу стримували наступ японської імператорської армії, розпочате 7 грудня 1941-го нападом на морську і військово-повітряну бази Перл-Гарбор на Гавайських островах. Через три дні японцям піддався острів Гуам, а в травні капітулювали американські війська на Філіппінах.

Серед причин постійних невдач американців, хоча й не головна, – успішна робота добре мовно вишколеної японської військової розвідки, що зламувала військові коди швидше, ніж американці встигали конструювати нові. Отримавши перед війною освіту й мовний досвід безпосередньо в США, розвідники добре володіли розмовною англійською, навіть жаргонною, а ще розуміли хитромудре лихослів'я і самі уміли лягтися. Тож у американських радистів не було шансів хоч якось приховати зміст наказів, а відтак і оперативних задумів командування.

Але син протестантського місіонера, ветеран Першої світової війни, інженер Філіп Джонстон, що народився і виріс в найбільшій у США резервації індіанців навахо (резервація – напівавтономне державне утворення, кероване індіанським плем'ям, яке в юридичному сенсі має такі самі права, що й штат), здогадався залучити до війни мову саме навахо, яка для нього була другою рідною.

Цю неписьменну, без алфавіту і звуку граматичних правил мову можна було б вивчати, хіба що

розмовляючи на ній. Навіть у США мову навахо тоді розуміли хіба що 30 неіндіанців. До того ж, навахо – тональна мова: у ній – чотири тони і залежно від звучання ті самі, здавалося б, слова можуть мати різні значення, а серед звуків є такі, що не мають відповідників в англійській. Ті, хто мови не знав, жартували, що для них мова індіанця навахо нагадує то булькання води в наполовину забитій раковині, то гуркіт товарного потягу, то гучний невдоволений скрип старого комода під час його пересування.

Ідею Ф. Джонстона успішно випробували, і було ухвалено рішення спершу призвати в морську піхоту лише 30 індіанців. Тож уряд США звернувся до вождя племені навахо з клопотанням: чи не знайдеться серед навахо патріотів, готових взяти участь в бойових діях на Тихому океані? Надійшла відповідь: «Нема більших патріотів Америки, як корінні американці».

Нашвидкуруч було укладено англо-навахські абетка і словник. В абетці 26 англійських букв позначено простими словами з мови навахо (назвами тварин, птахів, рослин, природних явищ). У словник внесено кілька сотень військових термінів з умовними навахськими відповідниками: літак-винищувач – птах грому; літак-розвідник – сова; танк – черепаха; підводний човен – залізна риба; взвод – чорні вівці...

Перший в серпні 1942 року випуск школи індіанських радистів (вони себе називали тими, що розмовляють з вітром – wind talkers), зустрів війну у битві за Гуадалканал (Соломонові Острови) у складі 11-тисячного десанту морської піхоти. Там головним шифром був «код навахо». Командування дивізії, високо оцінивши бойові якості навахо, що передавали донесення по рації й телефону безпосередньо своєю рідною мовою, зробило запит ще на 80 таких радистів. До 1945 року на Тихому океані воювали вже понад 500 індіанців навахо, 400 з яких були саме радистами.

За чотири роки війни японці так і не змогли розгадати код морської піхоти, хоча з іншими шифрами давали собі раду. Загалом про індіанських радистів-шифрувальників все стало відомо тільки після того, як у 1968 році зняли гриф секретності.

Визначеність ворога щодо нас трансформується на нашу невизначеність щодо ворога. Справді, якщо у ворожому таборі відомі наші задуми й наміри, то годі сподіватись, що реакція ворога на заплановані наші дії буде відповідною нашим прогнозам.

В теорії інформації керуються законом (теоремою) необхідної різноманітності.

Закон (теорема) необхідної різноманітності вплив (виплила) як результат моделювання ігрової ситуації з подальшим узагальненням і розширенням його (її) значення. Суть закону в такому...

Хай  $V_D$  – різноманіття ходів гравця  $D$ ,  $V_D$  – різноманіття ходів гравця  $R$  і  $V_O$  – різноманіття

наслідків гри (ці величини вимірюються логарифмічно). Доведено, що числове значення  $V_O$  не може бути меншим за  $V_D - V_R$ . Отже  $V_D - V_R$  – це мінімальне значення  $V_O$ .

Тож у разі сталого  $V_D$  значення  $V_D - V_R$  можна зменшити тільки збільшуючи  $V_R$ . Іншими словами: різноманіття наслідків гри (протистояння) можна додатково зменшити тільки за рахунок збільшення різноманіття засобів, яким оперує  $R$ ; тільки різноманіття, наявне у  $R$ , може зменшити різноманіття, створюване  $D$ , тільки різноманіття здатне знищити різноманіття.

**Невизначеність в царині техніки.** Досконалість практично всіх (насамперед цивільного призначення) автономних машин – автомобілів, електромобілів, гібридних транспортних засобів, дронів, гвинтокрилів, пожежних машин, мобільних роботів, розміновувачів, мультифункційних машин, електрогенераторів, мотопомп, пожежно-рятувального устаткування тощо-тощо – є сенс визначати в однакових термінах. Найприроднішим, найзагальнішим і найоб'єктивнішим мірилом ефективності й досконалості хоч-якої робочої машини є її енерго(ексерго)ощадність за регламентованого рівня продуктивності [2, 3]. Енерго(ексерго)ощадність – це ще й запорука екологічності [4]. І в таких самих термінах має тлумачитися досконалість окремих частин машин – і суто власна, і через призму властивостей цілої машини.

Поширеним джерелом енергії для різноманітного гідростатичного інструменту є, приміром, помпові станції, що трансформують хімічну енергію пального у тиск робочої рідини. Помпова станція з приводом від двигуна внутрішнього згоряння зазвичай обслуговує найрізноманітніші гідравлічні інструменти, якими послугуються у процесі виконання рятувальних дій, зокрема в осередку автомобільної аварії. Ці інструменти можуть мати найрізноманітніші конструктивні параметри та найрізноманітніші робочі зусилля. Але проектують кожен інструмент так, аби можна було жити його робочою рідиною з потрібними енергетичними кондиціями від однієї і тієї ж помпової станції. Проблема раціонального (оптимального) суміщення робочих органів і джерела енергопостачання – одна з найважливіших в машинознавстві.

Звісно, в критеріях досконалості машин якість відбивається і такий важливий вимірник, як час. Час – це товар, це ресурс, це цінність. Колись вважали, що навіть якщо все матеріальне раптом зникне із Всесвіту, залишаться все ж час і простір. Тепер, натомість, відповідно до теорії відносності слід розуміти так, що разом з матеріальним обов'язково зникнуть і час, і простір. Про час і простір взагалі пасує говорити як про два аспекти єдиної категорії

«простір – час». Простір і час, енергія і маса взаємопов'язані. Отож час – це критерій, як енерговитратність і продуктивність...

Лякає, щоправда сумнів щодо того, що час і простір є реальністю в Природі, а не психологічними ефектами. Наукова думка про відсутність об'єктивної реальності була посилена у 1931 році видатним ексцентричним на межі з божевільням австрійським вченим Куртом Гьоделем. Його теорема про неповноту довела, що навіть у рамках такої формальної системи, як математика, можна зробити твердження, які не можна буде ані довести, ані спростувати, залишаючись в рамках цієї ж системи. Тож реальність – це радше винахід, а не даність. Тож попрощаймося з абсолютною істиною!?

Відколи машини стали соціально значущим явищем, їх, природно, намагались всебічно удосконалювати. Але фундаментально вмотивованої однастайності щодо засобів і способів об'єктивного вимірювання досконалості досягти, в принципі, так і не вдалося.

Колись для того, аби уможливити роботу двигунів деяких автомобілів на бензині А76, дешевшому за штатне пальне А93 але менш детонаційно стійкому, радянські автомобільні заводи збільшували об'єм комори згоряння двигуна (зменшували геометричний ступінь стискання (стиск) пальної суміші), встановлюючи додаткові прокладки між головкою і блоком циліндрів. І конструкторам, і користувачам таких автомобілів здавалось, що таким чином можна суттєво заощаджувати. І цього ніби не заперечувала теорія. Та насправді тягові й динамічні властивості автомобіля погіршувалися обов'язково разом зі зростанням експлуатаційної витрати пального. Тож практика ідею не підтримала.

Спочатку завдання тягового розрахунку автомобіля, приміром, бачили у такому підборі параметрів і характеристик його систем, які б забезпечували рух машини із заданою максимальною швидкістю на горизонтальній дорозі заданої якості. Зокрема, виникла ідея призначати максимальну потужність двигуна, виходячи саме із можливості надати автомобілю задану максимальну швидкість руху горизонтальною дорогою із заданим значенням коефіцієнта опору рухові  $\psi_v$  (для легкових автомобілів залежно від класу –  $\psi_v = 0,025 \dots 0,04$ , автобусів –  $0,018 \dots 0,03$ , вантажівок –  $0,015 \dots 0,025$ , автопоїздів –  $0,01 \dots 0,015$ ).

Та з'ясувалось, що проєктованим таким робом автомобілям загалом була притаманна надто низька експлуатаційна ефективність. Тому згодом добір потужності автомобільного двигуна почали здійснювати, керуючись показником питомої потужності автомобіля – відношенням ефективної потужності двигуна до повної маси автомобіля. Але знову без вагомих успіхів.

Далі добір потужності автомобільного двигуна було запропоновано здійснювати, керуючись міркуваннями раціонального шляху й часу розгону автомобіля до заданої певними стандартами швидкості. Але в такому разі обов'язково слід було б брати до уваги особливості перебігу всієї зовнішньої швидкісної характеристики двигуна та параметри й характеристики тягових коліс і трансмісії.

Також ретельніше почали вивчати статистично типові режими пересування автомобілів та навантаження двигуна. Але однозначності в розрахунковому визначенні оптимальної потужності двигуна знову-таки не було досягнуто. Тож теоретизуючи доводилося оглядатися на реальні автомобілі, які найкраще проявили себе в експлуатації, але випадали з теоретичної тенденції.

Довший час запорукою підвищення паливної економності автомобіля було підвищення потужності його двигуна. І це на протигагу усталеним на той час теоретичними уявленнями.

Якщо б на заданому режимі пересування автомобіля конкретний двигун раптом зміг реалізувати більшу потужність, то аби не порушити попередній режим руху автомобіля водію довелося би зменшити подачу пального в циліндри двигуна, сприяючи цим заощадженню енергії. Тож удосконалення двигуна інтенсивними засобами підвищують його потужність та водночас роблять енергоощаднішим. І це легко збагнути на основі теоретичних міркувань, але те, що висока номінальна потужність і експлуатаційна енергоощадність є взаємосупротивними, доводить власне практика численними спробами з різними наслідками. Звісно, цього можна сподіватись, як доводять дані статистичного аналізу, тільки у разі зростання середніх швидкостей пересування автомобіля та його продуктивності.

Але якщо з критерієм досконалості якимось вдалось визначитись, далі починається рутинна робота з пошуку розв'язків/рішень, які б екстремізували цей критерій [5, 6, 7]. Часом виникають підстави розглядати сенс оптимальності навіть у площині конфліктів [8, 9]. Для цифрових функційних перетворювачів (ЦФП), приміром, характерне швидке (приблизно за показниковою пропорційністю) зростання вартості елементів зі збільшенням обсягу перероблюваної інформації, тоді як вартість арифметичних пристроїв універсальних обчислювальних машин (УОМ) зростає повільніше (приблизно лінійно) зі збільшенням розрядності. Загалом вартість ЦФП зростає обернено пропорційно відносній похибці, а УОМ – приблизно пропорційно двійковому логарифмові від величини, оберненої відносній похибці. Отже – конфлікт між кількістю-якістю та вартістю [10]. Доводиться зважати, скажімо, на протидію якості підсилення транзисторними підсилювачами й шкідливих температурних впливів [11]. Про допомогу звертаються також до кластерного аналізу, що дозволяє: підвищити ефективність статистичного аналізу та класифікації

об'єктів, властивостей, дій, умов; вмотивовано й змістовно досліджувати різноманітні зв'язки чи взаємовпливи; проводити типізацію будь-чого; групувати ознаки раціонального-оптимального за допомогою деякої «метрики», «міри схожості на оптимальне» – евклідової віддалі абощо [12].

Можна помітити, що зазвичай використовують як алгоритми, спрямовані на отримання якнайточнішого в кількісному сенсі розв'язку оптимізаційної задачі, так і алгоритми, в яких важливішою є якісна адекватність трактування оптимальності. Але дуже часто отримані розв'язки/рішення доводиться коректувати з суб'єктивних позицій, оскільки вони вступають у протиріччя з практичною доцільністю. Тому й до теоретичних узагальнень здебільшого не доходить – занадто багато непевності й унікальності. Принцип збагачення оптимізаційного арсеналу «Всі річки прямують до моря, допоки в ньому є місце.» якимось не спрацює. Складається враження, яке переростає навіть у переконання, що оптимальність як таку (через неможливість знівелювати до потрібного рівня невизначеність) валідує лише практика. Не винайдено жодного правила, яке б справді дозволяло розпізнавати досконалість машини. Багато чого в Світі є незбагненого, але його слід все одно повертати на користь хай навіть зусиллями невігласів.

**Мета роботи** – оцінити можливості та засоби спрямування процесу параметричної (і не тільки) оптимізації системи/машини, належної середовищу пожежно-рятувальної техніки, у праксіологічне русло, раціонально співвідносячи та поєднуючи в систему змістові, алгоритмічні та загальні (поза конкретикою) критерійні засоби. Не можна ж пояснювати свавілля в трактуванні досконалості системи/машини повагою до думки кожного. А якщо вже вибрано правильний напрям, то швидкість руху не матиме принципового значення.

До завдань, які належить вирішити перш за все, доречно віднести такі:

- виокремити різновиди нездоланих невизначеностей;
- оцінити суть оптимізаційного процесу стосовно системи/машини, проводячи паралель з природним добром;

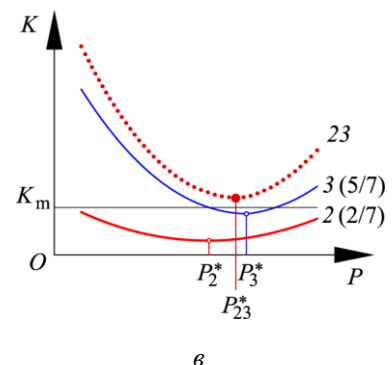
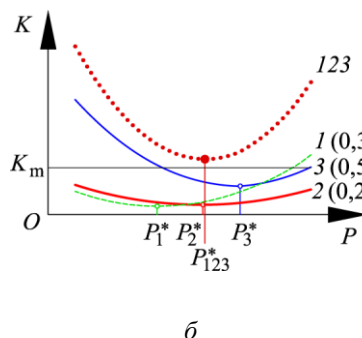
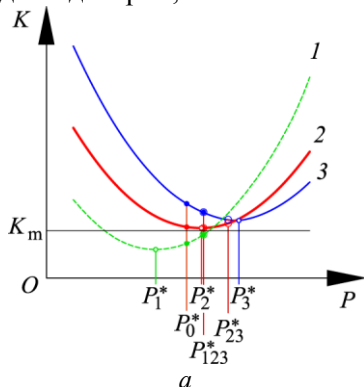


Рисунок 1 – Схема одновимірної параметричної оптимізації

– критично окреслити найзагальніші аспекти методології параметричної (чи іншого змісту) оптимізації системи/машини за довільного змісту критеріями;

– з'ясувати, з яким рівнем точності відображення оптимізаційної ситуації можна мати справу.

**Типажна неоднозначність.** Парадоксальність параметричної оптимізації полягає в тому, що вона охоплює певну множину можливих умов експлуатації машини, а отже може статись так, що в деяких умовах оптимальна машина виявиться гіршою за прототип, хоча й кращою глобально. І якщо не зазіхати на право вибору (а воно завжди є, оскільки існує конкуренція пропозицій), то для роботи в цих особливих умовах залучатимуть існуючий прототип машини, а не глобально оптимальний її варіант. А це означає, що цей глобально оптимальний варіант відразу перестане бути оптимальним, бо змінилась множина експлуатаційних умов, якими слід було б оперувати, керуватись у процесі оптимізації. А може статись, що оптимальна «глобально чи в середньому» машина виявиться для деяких умов ще й локально оптимальною, – бажана, але зазвичай рідкісна подія.

Хай деяка машина (прототип), параметр  $P$  якої має значення  $P_0^*$ , працює у трьох помітно різних експлуатаційних обставинах 1, 2, 3. Виникла ідея параметр  $P$  оптимізувати, керуючись деяким критерієм  $K$  (рис. 1). Залежність  $K$  від  $P$  для різних обставин 1, 2, 3, вага  $g$  яких відповідно становить 0,3; 0,5; 0,2, звісно, перебігає по-різному (рис. 1а).

В такому разі залежність середньозваженого значення критерію  $K$  від параметра  $P$  відобразить лінія 123, з мінімумом в деякій точці  $P = P_{123}^*$  (рис. 1б); графік 123 – це сума зважених графіків 1, 2, 3 (порівняймо рис. 1а і 1б). Але залучати нові оптимальні машини в обставинах 1 явно менш вигідно, ніж машини-прототипи. У разі відмови використовувати нові машини в обставинах 1 значення параметра  $P = P_{123}^*$  перестане бути оптимальним.

Завбачуючи використовувати оптимізовані машини лише в обставинах 2 і 3, за оптимальне доведеться визнати значення параметра  $P = P_{23}^* \neq P_{123}^*$  (крива 23, рис. 16). Але тепер визнати результат корисним відмовляється ті, хто експлуатує машину в обставинах 2 – їх влаштовує значення параметра  $P = P_{123}^*$ . Отже й значення параметра  $P = P_{123}^*$  не випадає вважати оптимальним.

Виглядає так, що від самого початку треба було б проектувати машини окремо для різних обставин/умов експлуатації. Для обставин/умов 1, 2, 3 оптимальними є цілком різні значення параметра  $P$  – відповідно  $P_1^*$ ,  $P_2^*$ ,  $P_3^*$ . В такому разі критерій оптимальності набуває мінімального значення  $K = K_m$ .

Звісно, особливих обставин може виявитися безліч, і для кожної з них передбачати свій (з безлічі потрібних) варіант машини – абсурдне завдання. Вихід: класифікувати обставини, тобто ділити всі можливості на певні класи та розробляти відповідний кількісно обмежений типаж машин. Корисним є також модульний підхід до конструювання раціональної множини машин; приклад – автобуси [13, 14, 15] чи пожежно-рятувальні автомобілі [16]. За корисний приклад може правити і причіпний автомобільний рухомий склад, дискретно пристосований під конкретні потреби. Програмоване вимикання циліндрів чи керування частотою робочих циклів двигуна внутрішнього згоряння, використання безступеневих трансмісій тощо дозволяє трансформувати структурні/конструктивні параметри в параметри керування/управління. В такому разі проблема параметричної оптимізації в значній мірі перетворюється на проблему оптимального керування.

Поділ машин на параметричні класи – це також оптимізаційна задача, розв’язування якої має передувати розв’язуванню інженерної задачі формування типажної лінійки (типажу) машин [16]. Знаходження типового представника параметричного класу – це знову ж таки параметрична оптимізація. Продукування ж оптимальної машини конкретно для якоїсь однієї (не унікальної, звісно) задачі – безглузде завдання, з яким інтелект навряд чи якісно справиться. В універсальній машині часто більше того, що можна означити як досконаліше.

Зважмо також і на те, що середнє представницьке є доволі розмитим поняттям. Середнє від Коші, приміром, – це результат виконаних за певним правилом дій над низкою величин, такий що є величиною, не меншою і не більшою від кожної з них.

Множення різноманіття машин (класів машин) – це ще й прояв нездоланності конфліктів інтересів та протиріч між побажаннями. Ніколи не вдасться знівелювати, скажімо, різноманіття функцій, які покладаються на пожежно-рятувальну

техніку [17, 18, 19] – конкретні функції завжди виконуватимуть краще відповідно спеціалізовані машини. Ніколи міжміський, приміром, автобус не зможе якісно обслуговувати аеропорт [20, 21].

**Фізичний відступ.** Луї де Бройль припустив, що рух електрона орбітою навколо ядра в атомі водню можна тлумачити як матеріальну (за його термінологією) хвилю з притаманною їй довжиною  $\lambda = h / (mv)$  ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – стала Планка,  $p = mv$  – імпульс,  $m$  і  $v$  – маса і швидкість електрона). Покладався він на рівняння Планка  $E = hv$  та рівняння  $E = mc^2$  ( $E$  – енергія,  $v$  – частота,  $c$  – швидкість світла у вакуумі). Так пішла світом *гіпотеза Де Бройля*, яка загалом поширюється на рух будь-яких тіл: кожному тілу масою  $m$ , яке рухається зі швидкістю  $v$ , відповідає хвиля довжиною  $\lambda$ . Але легко з’ясувати, що довжина хвилі, відповідної тілу звичайних розмірів, яке рухається зі звичними швидкостями, настільки мала, що виміряти її наявними приладами цілком неможливо і саме вимірювання губить сенс. Стосовно ж електрона, протона, нейтрона та інших елементарних частинок – ситуація геть інша.

Сам факт дуальності електрона – це ознака невизначеності. Далі Вернер Гейзенберг, аналізуючи можливості вимірювати координату  $q$  й імпульс  $p$  електрона (1927 р.), збагнув, що умови, сприятливі для вимірювання положення, не сприяють знаходженню імпульсу, і навпаки. Тож кажуть, що ці два поняття доповнюють один другого (є доповняльними). Він уявив собі експеримент: аби визначити координату електрона, його потрібно освітити та помітити в мікроскопі. І подумки з’ясував для себе, що невизначеність координати  $\Delta q$  – десь рівня довжини хвилі  $\lambda$  використовуваного світла:  $\Delta q \sim \lambda$ .

Для уточнення положення електрона потрібно б вдатись до послуг світла як можна меншої довжини хвилі. Але унаслідок взаємодії з електроном світло передає йому імпульс, який зростає зі зменшенням довжини хвилі. Мінімальний передаваний електрону імпульс відповідатиме рівню імпульсу одного фотона, а імпульс фотона  $p_\gamma$  пов’язаний з його довжиною хвилі співвідношенням  $p_\gamma = 2\pi\hbar / \lambda$  (тут  $\hbar = h / (2\pi) = 1,05 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – стала Планка). Отож невизначеність імпульсу електрона є підстави оцінити як  $\Delta p > 2\pi\hbar / \lambda$ . А отже набуває чинності співвідношення невизначеності Гейзенберга

$$\Delta q \Delta p > 2\pi\hbar, \quad (1)$$

що формально відображає принципове обмеження, яке Природа накладає на прояв понять координати й імпульсу частинки (добуток похибок вимірювання координати й імпульса не може бути меншим за  $2\pi\hbar$ ). Цього обмеження не потрібно було знати

класичній фізиці, оскільки воно не позначається на описах макрооб'єктів через надто мале значення сталої Планка. Оскільки субатомна частинка, як з'ясовано, володіє ще й властивостями хвилі, то стає зрозумілим, що важко говорити про точну локалізацію хвилі як такої: хвиля ж розосереджена в просторі і про її положення нема можливості говорити в такому самому сенсі, як про положення якої-небудь частинки.

Існують й інші доповняльні одна другу величини. Зокрема такими є кутове положення  $\varphi$  обертового тіла і його момент кількості руху  $M$ , невизначеності яких співвідносить формула  $\Delta\varphi\Delta M > \hbar$ . Н. Бор показав, що подібне співвідношення існує і для добутку невизначеності енергії  $\Delta E$  і невизначеності миті взаємодії  $\Delta t$  об'єкта з вимірювальним приладом:  $\Delta E\Delta t \gtrsim \hbar$ .

Це все невизначеності, що проявляють себе під час акту вимірювання – коли частинка взаємодіє із системою, що править за вимірювальний прилад (і описове рівняння Шредінгера втрачає чинність). Існують співвідношення невизначеностей також й іншого фізичного змісту. Понад те, співвідношення невизначеностей – це окремий, як бачив Н. Бор, випадок прояву його загального принципу доповнюваності. Саме цей принцип дозволяє узгодити, здавалося б, цілком не узгоджуване: адже електрон проявляє себе в різних експериментах то як частинка, то як хвиля.

Квантова механіка не дає однозначної відповіді на деякі питання, а лише передбачає ймовірність того чи іншого результату. Класична фізика не знала невизначеності: якщо задати координати і швидкості механічної системи, то можна однозначно передбачити всю її поведінку. Натомість, як впливає із співвідношення невизначеностей (1), задати координати й швидкості всіх частинок неможливо. Є можливість лише задати в початкову мить хвилеву функцію системи, а квантова механіка допоможе знайти її в кожну наступну мить.

Особливість квантової механіки полягає в тому, що властивості мікроскопічних об'єктів не можна вивчати, відволікаючись від способу спостереження. Залежно від нього електрон проявляє себе або як хвиля, або як частинка, або як щось проміжне. Звісно, існують властивості, не залежні від способу спостереження: маса, заряд, спін частинки... Але кожного разу, коли хочеться одночасно виміряти доповняльні одна одну (так би мовити, спряжені) величини — такі, як координата і швидкість, результат залежатиме від способу спостереження.

Невизначеність деяких величин є наслідком застосування класичних понять до описування некласичних об'єктів. Квантова природа мікрооб'єктів доповняльна до їх класичного опису.

Відповідно до розширеного принципу доповнюваності, що ніби є узагальненням традиційної форми причинності, для відтворення в знаковій системі цілісності явища потрібні взаємно несумісні додаткові доповняльні класи понять. Принцип доповнюваності є універсальним і застосовним, як вважав Н. Бор, у багатьох царинах інтелектуальної активності. Зокрема, фізична картина явища і його математичний опис доповняльні: створення фізичної картини спричиняє потребу зневажити дрібниці і відхиляє від математичної строгості, а спроба створити точний математичний опис явища ускладнює ясність його розуміння. Модель – це складова мислення.

Але завжди викликає стурбованість те, що в мікросвіті кожне вимірювання – це вторгнення в існування того, що вивчається, і що фізик через свої прилади відбивається у вимірюваному. Чи треба шукати подібного ефекту втручання в макросвіт у разі застосування широкого принципу доповнюваності? В широкому сенсі, коли пізнання прагне повноти відображення реальності, воно вимушене послугуватись взаємно несумісними картинами явища як доповняльними. Приклад: природним є винайдення сутнісно еквівалентних, але цілком протиставлених теорій – квантової механіки Гейзенберга і хвильової механіки Шредінгера.

За Н. Бором «Коли точки зору розбігаються до цілковитої несумісності, тоді власне й може виявитись, що саме разом вони дають правдиву картину речей...». Це часом не стосується безпосередньо пізнання досконалості машин?

**Відступ у сферу судочинства.** Здається абсурдним заперечувати, що мета науки полягає у знаходженні істини. Та насправді пошук технічної досконалості не так вже й рідко нагадує судовий розгляд якоїсь кримінальної справи.

Можна було б підсвідомо припустити, що мета судового процесу полягає в тому, аби з'ясувати, чи вчинив насправді відповідач злочин, у якому його звинувачують. Та існують норми доказового права, що забороняють суду брати до уваги докази, отримані неналежним чином, навіть якщо вони можуть допомогти беззастережно встановити винуватість / невинуватість відповідача. Утаємничені в технологію судочинства пафосно декларують: мета суду – не істина, а правосуддя, і коли ми кажемо, що відповідач «винен / не винен», то маємо на увазі не те, що він «вчинив / не вчинив» злочин (вимушена тавтологія), у якому його звинувачують, а те, що його «засуджено / виправдано» чесно й справедливо відповідно до правил. Тож, поза всяким сумнівом, згідно з чинними правилами деяких справжніх злочинців виправдають, а деяких геть невинних ув'язнять. Що менше виявиться перших, то, вірогідно, більше стане других [22]. Відтак вважають, що правила мають бути такими, аби, на думку суспільства, якнайкраще вибудувати компроміс. Але ж те



«якнайкраще» і те «на думку суспільства» – геть не визначенні.

Та й у інженерів твориться щось подібне. Інакше не казали б: інженерам платять не за те, щоб вони робили все правильно (як, скажімо, математики), а за те, щоб усе було добре, а ще краще – краще.

Тож удосконалювати суспільство доводиться в умовах нездоланної невизначеності. Легальний статус «детекції брехні», приміром, в світі зараз дуже невизначений. У 2002 році Національна академія наук США офіційно висловила протидію використанню детектора брехні (поліграфа), особливо в судочинстві та поліційній роботі. Законодавчо заборонено застосування детектора брехні і в більшості країн Європи. В Україні поліграф — забавка, що завідомо не здатна і свідомо не призначена виявити людей, що звикли брехати. Небезпека помилки детектування полягає не тільки в тому, що можна насправді не виявити брехню, а ще й в тому, що можна звинуватити цілком невинну людину. Відомо, що результати обстеження на поліграфі принципово залежать від дій оператора, а отже, ховаючись за апаратною об'єктивністю, є надмірно суб'єктивними. Але невідомо, скільки невинних людей після такого штибу тестів зазнавали в подальшому неприємностей, піддавались принизливим допитам, психологічному насильству і навіть ув'язненню.

Подібно сприймають дослідження ефективності й досконалості автомобільної техніки. Якщо вести дослідження в якомусь певним чином узаконеному, валідованому комп'ютерному програмному середовищі, то ніби потрапляєш до певного клубу, де ваші результати будуть беззастережно визнані. Звісно, програмне забезпечення потрібно купити й отримати ліцензійне право на його використання – це така собі плата за членство у віртуальному клубі.

Доречно згадати розроблений Всесвітнім комітетом з гармонізації випробувальних процедур так званий WLTC (Worldwide harmonized light vehicles test cycle, Всесвітній гармонізований тестовий цикл легкового автомобіля) – елемент випробувальних процедур (WLTP – Worldwide harmonized light vehicles test procedures, Всесвітньо гармонізованих тестових процедур для легкового автомобіля). WLTC має замінити NEDC (New European driving cycle – новий європейський їздовий цикл), застосовуваний в Європі (відповідно до приписів Economic Commission for Europe, Європейської господарської (економічної) комісії), FTP 75 (Federal test procedures), застосовуваний в США (відповідно до приписів EPA – Environmental Protection Agency, Агенції охорони довкілля), JC 08, застосовуваний в Японії [23].

Тож виглядає так, що всі можливі новації й удосконалення транспортного засобу доведеться

приміряти на цей Всесвітній гармонізований тестовий цикл. Тож треба буде керуватись узагальненою процедурою, ігноруючи особливості транспортної системи окремої країни. Усі позитивні результати будуть в такому разі беззастережно визнані.

**Еволюція та прогрес. Розумний задум (з боку науки, а не Бога) чи природний добір (з боку людської практики, досвіду, а не Природи)?** Розум, що не обтяжений знаннями і не оснащений вимірювальним та обчислювальним причандаллям, за сучасними мірками геть обмежений (неповносправний). Але що слабший розум, то глибша невизначеність у пізнаванні і тим більша твердість в ухваленні рішень. В суспільстві, звісно, переважають люди з посередніми інтелектуальними здібностями і цілком невелика кількість людей мають підвищені інтелектуальні задатки геть до рівня геніїв і понижені інтелектуальні задатки геть до рівня ідіотів. Віддавна цікавляться, чи працює закон збереженості розумової енергії (потенції)? Колись людей було мало і задачі, які вони розв'язували, були примітивні – вижити. А що тепер?.. Удосконалюють рукотворний світ власне для інтелектуально посередніх (а можна казати – нормальних). Інтелектуали ж здебільшого встигають користати з плодів своєї діяльності в останню чергу. То хто більше сприяє прогресові: нормальні люди чи генії?

Повчальний висновок зроблено в [24], посиляючись на французького біолога Франсуа Жакоба, що ввів у науку поняття вибору (опційності) в природних системах. Ф. Жакоб стверджував, що метод спроб і помилок, яким послуговується Природа – це «бриколаж», що є ніби несвідомим намаганням зліпити щось нове з тих фрагментів старого, які інакше мали б потрапити на смітник. Вже навіть в матці Природа робить категоричний вибір: десь половина всіх ембріонів гине через спонтанний викидень – так раціональніше, ніж від самого початку творити ідеальну дитину за певним задумом чи планом. Тож Природа прихильна тільки до того, що їй якось подобається (відповідає її стандартам) або ж узагалі «полишає проєкт». Відтак опційність ніби заступає розум. І в такому разі правдоподібно виглядає припущення, що багато речей (пов'язаних ніби зі знаннями й навичками) насправді визрівають із правильно зробленого вибору (з опційної активності). Тому в [24] власне й твердять: радше помилковою є думка, що «добра освіта веде до багатства, а не є наслідком багатства»; раціональні дії та вагомі відкриття впливають радше не з раціональних засновків, а з опційної активності.

Буквально за Ч. Дарвіном конкурентне протистояння та сліпий випадок сприяють покращенням. Але сучасні біологи (та й інші вчені) не наважаться проголошувати, що еволюційні процеси ведуть до покращення чи досконалості, розуміючи, що еволюції не притаманні цілеспрямованість (ціль як така

відсутня) чи історична прогресивність (прогрес як такий не означений). Навіть якщо еволюція є низкою просто щасливих випадків (кожен з яких згодом може виявитися не таким уже й щасливим), людська віра у прогрес в жодному разі не буде помилкою [25].

Звісно, можна пристати на бік французького природознавця (натураліста) Жана Ламарка, який наполягав, що види пристосовуються до вимог довкілля задля того, щоб вижити. А можна залишитися з Чарльзом Дарвіном, який вважав, що види розвиваються природним шляхом, а виживуть вони чи ні, залежить від довкілля (вирішальним чинником є середовище, хоча відмінність від поглядів Ж. Ламарка є тонкою).

Вивчаючи структуру ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти), Френсіс Крік і Джеймс Ватсон довели, що її частинка-ген є цифровим кодом, інформацією у цифровому поданні, і що ця інформація не може бути доповнена нічим з того, чого зазнає тіло, всередині якого перебуває ген. Тож хоча ген може зазнати пошкодження (скажімо, унаслідок дії токсинів чи радіації), та набуті в такий спосіб особливі характеристики (як і, приміром, засмага на сонці, форми й потенції тіла унаслідок спортивних тренувань, знання й мудрість завдяки наполегливій роботі над собою) не передаються нащадкам.

Переймаючись цими висновками, Річард Докінз написав книгу «Егоїстичний ген» [26] (перше видання якої вийшло друком у 1976 році), у якій виклав свій гено-центричний погляд на механізм природного добору. Основною одиницею добору є ген – одиниця спадковості. Кожний ген прагне будь-що вижити і жити, мабуть, вічно. Але ген є одиницею в сенсі реплікатора, а от одиницею в сенсі носія є індивід, організм. Співпраця є найвищою формою егоїзму як для генів, так і для їхніх найдосконаліших машин для виживання – людей (як і тварин, рослин, бактерій, вірусів). Саме за Р. Докінзом «Ми є машинами для виживання – самохідними роботами, що сліпо запрограмовані на збереження егоїстичної молекули, відомих як гени». Ці машини (разом з вірусами, бактеріями, рослинами, тваринами) створені власне егоїстичними генами.

На переконання Р. Докінза людський вид є унікальним своєю здатністю протистояти генам у намаганні маніпулювати ним та схильністю передавати знання засобами культури – у мовній формі, традиціях, мистецтві, архітектурі, науці. Одиниці передаваної культурної спадщини він назвав «мемами». Тож мемами є все, що може передаватися від однієї людини до іншої або від одного покоління до іншого через навчання чи наслідування. Мемом може бути книга, п'єса, мелодія, гасло, символ, манера, фасон одягу, спосіб виготовлення чого-небудь, розуміння досконалості, ідея... «Мем» (англ. meme) – це культурний еквівалент «гена». Так само як гени

розмножуються в рамках генетичного фонду, перебираючись з одного тіла в інше за допомогою сперми чи яйцеклітин, меми розмножуються у рамках мемфонду, перебираючись з мозку в мозок через свідоме наслідування. Можна сперечатися про правомірність ідеї мемів, але чи варто заперечувати її плідність у багатьох випадках.

Занурюючись не надто глибоко в теорію еволюції, часом хибно висновують, що природним добром править випадковість. А звідси – близько до неймовірності й недалеко від «розумного задуму» [27]. І хоча теорія природного добору не мала б заціпати рукотворне довкілля, та насправді в еволюції машин приховані засновки невідповідного в певному сенсі природного добору.

Як зазначено в [25], якщо б добір не стосувався ідей, технологій, ринків, компаній, та продуктів таким самим чином, яким він стосується біологічних видів, ми б усі зараз обробляли землю, силкуючись боротися з неповноцінним харчуванням і голодом. Але якось ще треба було дійти до рільництва від збиральництва й мисливства?

Інколи здається, що представник *Homo sapiens* – вершина досконалості, а тому він не повинен би виродитися. Та в Іспанії дослідили усереднені дані геологів і палеонтологів та дійшли висновку, що людина зживе себе як вид (цієї) Землі десь у 2 252 006 році. Висновок спирається на підсумки вивчення скаменіlostей, вік яких перевищує 22 мільйони років. З них випливало, що середня тривалість життя ссавців – 2,5 мільйона років. А людина вже відбула свої 250 тисяч років.

Теорії еволюції найважче пояснити відколи і як з'явилося життя – це цілком неймовірна з погляду пересічної людини подія. Фред Гойл запропонував на цю тему метафору: ймовірність зародження життя на Землі не вища за ймовірність того, що ураган, який злиться над сміттєзвалищем, вибудує зі сміття новісінський надсучасний літак. Але цю ж метафору, якщо правильно трактувати ймовірність і неймовірність, можна розвернути й на доказ, навпаки, того, що Бога напевно немає [27]. Тож загалом еволюція доводить відсутність задуму у Всесвіті [28]. Отже людина – вершина досконалості. А як справи в царині техніки й технології, де без поняття задуму й прогресу ніби не обходяться?

В царині техніки/технології неймовірною є поява колеса, друкарського верстата на основі рухомого набору, двигуна внутрішнього згорання, автомобіля, реактивного літака... Колесо – найвидатніший винахід людства, така собі особлива річ, що Природі ніяк не потрібна була [29]. Але ніхто не заборонить казати, що історія з колесом дає менше приводів для гордості за людство, ніж історія з валізою на власних коліщатах, і що нами керують малі (а часом і немалі) випадкові зміни, значно випадковіші, ніж здається [24]. Валіза з коліщатами

з'явилась на догоду подорожувальникам через шість тисяч років після винайдення (мабуть у межиріччі Південного Бугу й Дністра) колеса [29] та десь через тридцять років після того, як людина ступила на Місяць.

**Про точність знань і алгоритмів їх добування.** Спробувати описати щось – це обов'язково вдатись до спрощення реальності. Завзяття за-бракне, аби спростувати це переконання. Ще від Анрі Пуанкаре знаємо, що аналітичні описи мають засадничі межі, що математика не здатна на все те, що конче потрібно для належно глибокого пізнання.

До того ж, те, чим фіксуємо і передаємо інформацію, само для нас інформацією і стає. Слід людської ноги на снігу і слід людської ноги на камені – це принципово різні «інформації» (друга – принципово цікавіша).

Інформація насправді нематеріальна, але сприймати її все-таки можна через відповідні матеріальні прояви (сліди). Інформація – це не знання (і не відомості). Інформацію зазвичай підмінюють станами її матеріальних носіїв (сигналами, даними, текстами-нарративами). Знання – це лише мізерна за-своєна людством частка інформації про Природу/Світ. Знання – нематеріальні. А відомості, дані – матеріальні.

Інформація існує поза тим, знають її чи ні, узяв хтось її до відома чи ні. Вона навіть підпорядкована певним обмеженням. Можна згадати, до слова, критерій Тьюрінга для розпізнавання підробок – достатній, закон необхідної різноманітності Ешбі, про який вже йшлося раніше... Кожен об'єкт містить надзвичайно багато інформації незалежно від того, чи здатні ми її помітити і збагнути. Інформація – нематеріальна реальність, душа Природи. Вона і її носії (матеріальне відображення) – це цілком різні речі, між ними величезна різниця.

Природа в певній мірі кодує, матеріалізує для нас інформацію. Та «читаючи» її, відразу нашаруємо від себе суб'єктивне. «Фізична» ж мова принципово недостатня для бездоганного описування Нашого Світу.

Ще від Арістотеля знаємо принцип виключеного третього: будь-яке висловлювання або істинне, або помилкове. Але він далеко не завжди спрацьовує. Невизначеність, часом, не дуже й потрібно намагаться бачити якось «точно». Для побудови моделей «приблизних» міркувань людини і її «невиразного» спілкування з комп'ютерними системами пробують використати так звану теорію нечіткої (розмитої, замареної, затуманеної) логіки, засади якої заклав ще наприкінці 1960-х років у своїх працях відомий американський математик Латфі Заде [30]. Саме з нечіткою логікою пов'язують можливість створювати насправду інтелектуальні системи, що здатні адекватно й ефективно взаємодіяти з людиною, пе-

рефразовуючи нечіткі й неоднозначні пізнавані життям сентенції в чіткі математичні формули й твердження. Довгий час нечітка логіка зависала десь між спеціальними науковими дисциплінами, що переймаються експертними системами і нейронними мережами. Тепер мікрочіпи, дія яких заснована на принципах нечіткої логіки, можна знайти в пральках і відеокамерах, цехових системах заводів і контролерах автомобілів, у системах керування комірними роботами і бойовими гвинтокрилами.

Апарат нечітких множин в рамках теорії нечіткої логіки розкриває можливість застосовувати лінгвістичний опис складного процесу, встановлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множини альтернативних дій, здійснювати формальний опис нечітких правил ухвалення рішень. Тобто, якщо проблему не можна описати стрункою мовою якоїсь науки, то все-одно можна ухвалювати обгрунтовані рішення.

Перспективу застосування нечіткої логіки вбачають у розробленні гібридних методів функціонування штучного інтелекту, до яких можна віднести нечіткі штучні нейронні мережі, адаптивне поповнення баз нечітких правил, підтримка нечітких запитів до баз даних, побудова нечітких когнітивних карт, нечіткі графи, нечіткі мережі Петрі, нечіткі дерева ухвалення рішень, нечітка кластеризація тощо.

В теорію ухвалення рішень практично на постійно проникла «випадковість». Випадковість – це ніби неодмінна властивість події, хоча реально на позір вона є просто явищем неповноти інформації. Комп'ютери вміють генерувати випадкові числа, оперуючи програмою, у яку закладене певне нелінійне рівняння. Вони видають на позір випадкові числа за допомогою простої програми (tend map) і простого нелінійного рівняння, знаючи яке можна було б вгадувати всі числа наперед. Але на підставі хоч якого масиву генерованих комп'ютером випадкових чисел, ідентифікувати це ключове рівняння за виважений час навряд чи вдасться. Зрештою, зробити чисто випадковий вибір так само важко, як і суто правильний. А от учені бавляться термінами «істинна ймовірність» і «детермінований хаос», який ніби тільки здається випадковістю. І часом взагалі виходить, що суб'єктивна ймовірність реальніша за об'єктивну.

Прагнуть завжди якоїсь прозорості, забуваючи, що чисто прозоре насправді є невидимим. Справжнє випадкове передбачити неможливо, детерміновано хаотичне теоретично передбачити ніби й можна, а от практично настільки важко, що й не можливо. Тож у практиці ухвалення рішень між цими двома різновидами непрогнозованого взагалі нема різниці. На множині можливостей можна лише якось визначити закони розподілу ймовірностей (вагомостей) і задати закони пріоритетів.

Що рідкісніша подія, то вона вагоміша, то менше про неї ми знаємо, то складніше її помітити чи спровокувати. Оптимум – це власне і є щось винятково рідкісне. Тож розпізнати його серед неоптимального, якого так багато, просто неможливо. Малоімовірні події справді важко обчислювати. Настання дуже малоімовірного – того самого порядку, що й ненастання дуже очікуваного, дуже ймовірного.

Коли у преферанс-грі на руки потрапляють карти ледь не на мізер – не вистачає хоча б однієї (якої-небудь з багатьох не дуже особливих) потрібної карти з прикупу – то це майже трагедія. Бо якщо ви не ризикнули зіграти мізер, а в прикупі все-таки виявилася потрібна карта, то це можна вважати суттєвим програшем. Мізер зустрічається рідко і розминутися з ним можна надовго. Суттєвим програшем загрожує, звісно, й ситуація, коли задекларовано мізер, а потрібної карти в прикупі нема. То чи можна бажати, щоб таких ситуацій краще взагалі не було? Такого штибу інтуїтивні міркування заохочують суб'єктивізм у випадковості/ймовірності, оскільки гра є завжди скінченною чи навіть епізодичною.

В статистиці кажуть (Р. Е. Фішер): маємо оцінювати кожну гіпотезу, спираючись на те, що знаємо. За Баєсовим розумуванням те, наскільки у щось вірять після отримання емпіричних даних (апостеріорно), залежить не тільки від самих цих емпіричних даних, але й від того, наскільки у це вірили від самого початку (апріорно). На апостеріорній ймовірності позначаються отримувані емпіричні дані, а також і ймовірності апріорні.

Це пригнічує, оскільки хочеться сподіватись на об'єктивність науки і покладатись на отримувані суто емпіричні дані, а тут раптом доводиться зважати ще й на суб'єктивні попередні уявлення і теорії.

В знаменитій статті Баєса йшлося не про ймовірність, а про очікування, сподівання середнього. В реальному житті ймовірності мабуть нема, вона є радше абстракцією. Зрештою, Баєсове висновування інколи трактують як цілком ненаукове. Та з іншого боку, відомо, що формула повної ймовірності – наслідок теореми додавання ймовірностей і теореми множення ймовірностей, а от формула Баєса (теорема про гіпотези) – наслідок теореми множення ймовірностей і формули повної ймовірності. Тож формула Баєса не є чимось особливо самоцінним, але її можна наповнити сутнісно вагомим змістом.

Зрештою, баєсовий принцип отримування висновків у науці, без сумніву, має спиратись на попередні ідеї, уявлення, переконання. Як інакше? Ймовірність часто править за міру переконаності. А теорема Баєса дає змогу ніби оновлювати свої переконання.

У багатьох випадках вважають, що після хоч якої формалізації оптимізаційної задачі, ставку треба

робити лише на точні алгоритми пошуку її розв'язків. Для цього розроблена бездоганна теорія як дуже загального спрямування [31–34], так і більше прикладного характеру [35–37]. Та насправді сам процес формалізації – акт, якому ніколи не властива бездоганна якість. Тож виникають сумніви щодо доцільності точного оперування неточними знаннями. Зокрема загалом не дуже складна проблема структурної чи параметричної оптимізації трансмісії мобільних машин [38–40], до розв'язування якої неодноразово застосовувались точні алгоритми розв'язування, досі не вичерпала себе.

На алгоритми покладаються, наче вони зроблять все за нас, якщо їм дати все, що треба. Але де це все що треба взяти?

**Теорія і практика.** Дослідники прогресу збен-тежені тим, що, виявляється, внесок академічної науки в розвиток цивілізації не такий уже й великий, як могло б здаватись або як це свідомо навіюють. Розвиткові техніки й технологій, приміром, сприяє більше практична дієвість і підприємництво, ніж наука. До удосконалення рукотворного світу більше докладається інженер, аніж науковець. Хоча гештальт (цілісний образ) прогресу цілком без науки також неможливий, та безліч малих невдач і рідкісні дуже помітні успіхи – це ніби об'єктивна модель прогресу й удосконалення, яка застосовна більше до природного добору, де про задум і майбутнє не може йтись, де правлять неодолені й безсторонні чинники/сили. Інтуїція – це часто згусток підсумків достатньо численних попередніх аналізів, а аналіз – це приміряння до нового попередніх інтуїтивних гіпотез/ідей у поєднанні зі свободою волі.

Натомість свобода волі – телеологічне поняття і стосується поведінки націлених систем. Свобода волі – це здатність і схильність сприймати інформацію зі Світу і користати з неї для досягнення власних цілей, керуючись нею, здійснювати доцільні дії. Зважмо, під телеологією (від грец. *τέλο*, *τέλεος* – мета, кінець) розуміють, зокрема, філософське вчення, відповідно до якого розвиток є здійсненням наперед окресленої мети і все в розвитку природи й суспільства є доцільним. Доцільність у природі, проте, не обов'язково пояснювати наслідком діяння нематеріальних сил (Бога) і спрямовувати проти причинного пояснення явищ. Методологічна телеологія поєднує в собі прийоми пізнання (зокрема форми наукового пояснення), в яких використовують категорію цілі і похідні від неї поняття. Хоча, поки є Людина, є й Бог.

Цілеспрямовану дію називають операцією. Тож дослідження операцій – це дослідження цілеспрямованих дій. Отже й оптимізація – це (операційна) діяльність. Вона ніколи не може себе вичерпати.

Коли мова заходить про розуміння суті досконалості хоч якої машини, відразу у всій своїй повноті

постає саме невизначеність. Випадок, коли за критерій всього доброго і життєвий орієнтир править власний добробут, – найприродніший, найпоширеніший, хоча такий світогляд трактують ніби зневажливо – як егоїзм. Та насправді примітивний егоїзм – це не засіб досягнення справжнього благополуччя. Що таке «добре» і що таке «погано» у вузькому «родинному» колі не вирішити. Керуватись егоїзмом – це марнувати зусилля й життєві ресурси, порпаючись у невизначеності і спотикатись на дрібницях.

Виявляється, більшість речей і явищ у світі, зокрема надзвичайно важливих, включаючи погоду, мозок, міста, економіку, історію та людей, є «нелінійними системами», тобто вони не діють прямолінійно, як вважали всі вчені від Ісаака Ньютона до кінця XIX століття. Нелінійні системи не передбачають простих причин та наслідків. Багато хто з тих, хто усвідомили об'єктивність невизначеності винайшли теорію хаосу, а тепер вони переймаються проблемою складності, шукаючи приховану простоту (прихований лад).

Існують, звісно, машини, до яких завжди буде особливе ставлення. Приміром, під 1941 рік з'явився широко відомий навіть поза США автомобіль Studebaker US-6, який постачався під час війни в Радянський Союз і надзвичайно суттєво допоміг йому досягнути позитивних результатів у Другій світовій війні. Властивості його, як на тепер, не були видатними: номінальна вантажність – 2500 кг за повної маси 7000 кг; двигун – шестициліндровий з робочим об'ємом 5243 см<sup>3</sup> потужністю 95 к. с. (73 кВт) за частоти обертання вала двигуна 2500 хв<sup>-1</sup>; автомобіль досягав швидкості 72 км/год; витрата бензину з октановим числом 70...72 – 38...45 дм<sup>3</sup>/(100 км).

24 листопада 1946 року американська (німця Вернера фон Брауна) балістична ракета Фау-2 (V-2; Vergeltungswaffe-2 – Зброя покари-відплати-2) вперше була запущена вертикально зі стартового майданчика ракетного полігону Вайт-Сендс (Нью-Мексико, США). Ця ракета – гордість Людства, оскільки вперше дала змогу сфотографувати Землю з космічної висоти 105 км (за іншими джерелами – з висоти 65 км). Перша світлина Землі – не дуже чітка, дещо змазана, на зернистій плівці – досі вважається найціннішою і такою буде завжди.

Ані Studebaker US-6, ані V-2 тепер, звісно, не будуть визнані досконаліми. Та й спроба розпізнати тогочасні критерії (обернена задача), які б формалізовано «визнавали» автомобіль і ракету хоч тимчасово досконаліми, приречена на провал. Проте ці машини реально мусили з'явитися, аби уможливити досягнення сучасного рівня досконалості. Тож практичний крок до досконалості виявився вагомим (теорії тут непомітно).

Що таке цілковита досконалість чого-небудь? Це, часом, не атрибутивна смерть чогось? Як

виміряти досконалість атрибутивних варіацій / мутацій машини?

Атрибутивна інваріантність визначається «функцією» машини. Допоки слухним залишатиметься атрибутивний аспект хоч якої машини, проблема її удосконалення невичерпна. Навіть якщо машині буде надано двигун, рушії, робочі органи тощо цілком нового типу, все-одно назагал це буде та сама машина. Але чому деколи електромобіль (часом навіть категорично) протиставляють автомобілю? Радше електромобіль (як і паромобіль) – це атрибутивно звичний автомобіль, але з електричною (чи паровою) тягою. І якщо б електромобіль з часом витіснив би усі інші мобільні транспортні засоби, він цілком природно називався б просто автомобілем (без уточнень щодо різновиду тяги).

Відомо, що в 1970-х роках армійський КраЗ-257 був поставлений на залізничні рейки. Набагато пізніше німецькі фірми Zagro та Zwiehoff також займалися перетворенням, приміром, автомобілів Unimog на локомотиви. У локомотивів часто спеціальні котки-колеса з ребордами утримують автомобіль на колії, а тяговими є задні пневматичні колеса (передні ж колеса на котках підняті над рейками). Коефіцієнт зчеплення коліс на сухих рейках – 0,65...0,85 (0,20...0,25 – у залізничних коліс), на мокрих – 0,35...0,45 (0,15...0,20). Існують також конструкції локомотивів з приводом від автомобільних тягових коліс через проміжні ролики на сталеві залізничні колеса з ребордами. Але локомотив все одно залишиться автомобілем.

1977 року на спортивних трасах з'явився автомобіль команди «Лотус», у якого днище було спрофільоване так, аби повітря, що набігає на автомобіль, в потоці між долівкою і днищем набувало якомога більшої швидкості. В такому разі під автомобілем створювалось розрідження, і земля ніби починала притягати автомобіль до себе. Це так званий граунд-ефект, унаслідок прояву якого зчеплення коліс з дорогою аеродинамічними засобами помітно посилювалось. Натомість команда «Бребхем» у відповідь на цю ідею 1978 року побудувала свій «фен-кар», у якому спеціальний вентилятор висмоктував повітря з-під автомобіля, знову ж таки по своєму створюючи той самий граунд-ефект. Згодом цей «порохотяг» був виставлений поза закон.

Ситуація дуже подібна на панування чогось подібного до еволюції і природного добору. Але в еволюції нема місця категоріям розуму, задуму, досконалості, прогресу, майбутнього... Повчальне можна побачити в такому прикладі.

Загалом створені в різних країнах автомобілі масового виробництва (визнані ринком) мають зазвичай схожі характеристики. Тільки не тому, що різні за можливостями автомобілі урівнюють затори на дорогах. Але заслуг теорії у цій однотайності

чому не помітно. Розробка різних підходів до оптимізації властивостей автомобіля не створила надійного теоретичного фундаменту. Просування методом спроб/помилки до якоїсь цілком неочевидної досконалості виявилось значно ефективнішим.

Згадаймо танк Т-34 – так званий «танк Перемоги» у Другій світовій війні, яким не нахваляться в Російській Федерації, виставляючи його як вершину радянської інженерної думки і не уточнюючи деякі важливі нюанси.

Можна вважати, що стосовно Т-34 починалось усе з закупівлі американського танкового шасі (гусеничної платформи) «Крісті», на основі серійного копіювання якого (якої) після підсилення конструкції та заміни сталей на примітивніші спочатку виник серійний колісно-гусеничний танк БТ-2 («Бистроходний» танк-2), великого діаметра котки якого могли правити також за звичні колеса. Підвіска і ці великі котки з БТ-2 перейшли на БТ-5, БТ-7, БТ-7М, ..., а згодом – на Т-34. БТ-5 озброїли танковою гарматою, що походить від німецької протитанкової гармати (Радянський Союз закупив усю документацію і технологічне обладнання), калібр якої збільшили розточуванням з 37 до 45 мм. БТ-7 поставлено на англійські дрібно-тракові гусениці з легованої сталі, склад якої було точно скопійовано. Радіус дії танка через це істотно зріз і від того часу почали рекомендувати не переходити з гусеничного на колісний хід без нагальної потреби. Наступну модифікацію БТ-7М перевели з тяги від бензинового двигуна, прототипом якого був BMW-двигун (німецький авіаційний), на тягу від дизельного двигуна.

Уже на суто гусеничному (на якому не передбачався колісний хід, що дозволяло збільшити панцерну і вогневу масу) танку Т-34 з гарматою калібром 76 мм (Т-34-76) використали копію французького авіаційного дванадцятициліндрового дефорсованого дизельного двигуна «Іспано-Сюіза» (з фр. – іспано-швейцарський). Ідея бронювання під кутом також була відомою у світі. Застосовувана спочатку чотиришвидкісна скринька передач – це збільшена розміром копія скриньки передач від американського трактора. Вона у руках погано підготовленого механіка-водія (зазвичай колишнього тракториста) виявилася дуже ненадійним механізмом, шестерні якого у разі перемикання передач надто часто втрачали зубці (підчас війни «трактористам-танкістам» рекомендували взагалі не перемикати передачі, надаючи перевагу використанню тільки другої передачі і відмовляючись від послуг регулятора-обмежувача частоти обертання вала двигуна, аби хоч якось компенсувати втрату швидкості пересування). Лише в 1943 році на умовах ленд-лізу американці передали документацію на виготовлення п'ятишвидкісної скриньки передач та верстати з виготовлення для неї косозубчастих коліс та інших елементів. І тільки тоді проблема

перемикання передач зникла. З англійських танків на танк Т-34 перебралася копія призматичного приладу спостереження.

Настала черга збільшити калібр гармати до 85 мм, аби хоч якось протистояти за дальністю і потужністю вогневої дії новішим німецьким танкам. І тут в пригоді стала розроблена ще до війни для Радянського Союзу німецька (!) зенітна гармата калібром 76 мм, яку, перетворюючи на танкову гармату, звично розточили до калібру 85 мм (навіщо зайвий німецький запас міцності?). Так з січня 1944 року з'явився танк Т-34-85.

Із щойно викладеного випливає: якщо Т-34 є видатним танком, то це заслуга багатьох націй. Насправді ж він є не видатним, а недосконалим поєднанням і неякісним втіленням чужих досконалих інженерних досягнень. Показовим є також те, що удосконалення не могло перетворитися на єдиний розумний акт, а розтяглося у багатокроковий процес.

Не вдається позбутися підозри, що багатокроковий рух до досконалості неминує та нескінченний як об'єктивно, так і суб'єктивно. 19 березня 1474 року у Венеції було прийнято закон про охорону винаходу – перший у світі закон про авторське право. Згідно з ним, про винахід належало повідомити владі, аби запобігти використанню його людьми, не причетними до винайдення. Термін дії патенту – 10 років. Від того часу ідеї і засоби удосконалення належні багатьом, і для поєднання їх у щось цілісне потрібна копітка робота з порозуміння.

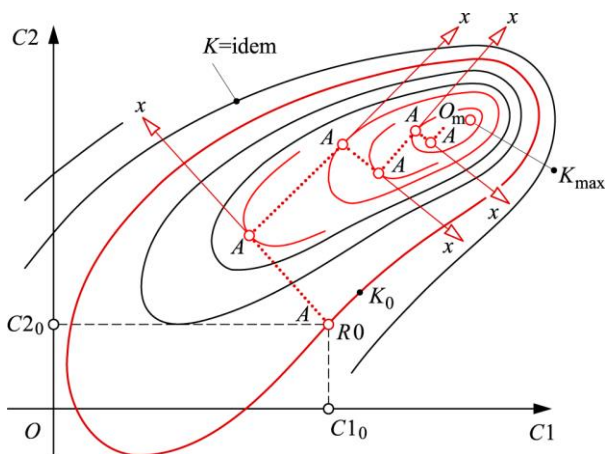
Теорія поза конкуренцією в нарративному вимірі: вона бездоганно здатна осмислити здобутки спроб/помилки, упорядкувати, узагальнити і вмотивовано розкласти їх по теках системи знань. Не можна, звісно, природознавчу теорію цілком уподібнювати з історією, здатною вичерпно логічно подивитися на світ ретроспективно, але є майже безсилою щодо історичних прогнозів. Не можна проводити й паралель зі статистикою, що вмело знаходить «тверді» дані на підтвердження хоч яких висновків. Та щось від власне такого у теорії усе-таки є. Оцінюючи можливості науки долати невизначеність у процесі ухвалення прагматичних рішень, на простих прикладах можна показати сумнівні перспективи застосування також технології експертного оцінювання [41]. Люди щось дуже принципове таки не можуть знати, хоча й конче потрібна система цінностей, яка б наповнила життя сенсом й вивела з гнітючого хаосу [42]. Дуже потрібні правила...

Оптимізація машин не може не впливати хоч якось опосередковано на оточення, в якому ця машина має працювати. Транспортна інфраструктура, приміром, удосконалюється разом з автомобілем. Отже коли оптимізують щось одне, зачіпають усе інше. Це означає, що умови, внесені в формулювання оптимізаційної задачі/проблеми, зазнають дрейфу, ніби спростовуючи оптимальність щойно

добутих розв'язків. А от синтезувати теорію і технологію оптимізації «усього» навряд чи вдасться.

Орієнтація на досягнення вагомих результатів в суспільстві можлива за умови збалансованості управління зверху (з єдиного осередку) і самоорганізації знизу (лад можна підтримувати тільки за допомогою самоорганізації). Подібної взаємності слід чекати і від теорії та практики в системі ухвалення рішень.

**Сприйняття оптимальних рішень.** Будь-які заходи, спрямовані на покращення якихось одних властивостей мобільної машини, доречно розглядати в системі такого самого штибу заходів стосовно інших її властивостей – хай навіть умовно/гіпотетично їх поєднуючи. Тож хай оптимізація властивостей мобільної машини здійснюється двома колективами/інституціями  $I_1$  і  $I_2$ , перший/перша з яких оперує властивостями деякої системи  $C_1$ , а другий/друга – властивостями системи  $C_2$ . Системами  $C_1$ ,  $C_2$  може, зрештою, перейматися й одна інституція  $I = I_1 \cup I_2$ . Властивості систем  $C_1$ ,  $C_2$  умовно ідентифікуються відповідно на координатних осях  $OC_1$ ,  $OC_2$ , а властивості мобільної машини загалом – точкою  $(C_1, C_2)$  на площині, якій належать ці координатні осі (рис. 2). Рівень досконалості машини хай однозначно визначає деякий критерій  $K$ , що підлягає максимізації (кожній кривій-ізокванті  $K = \text{idem}$ , розташованій всередині такого ж штибу кривої-ізокванти, приписуємо більше значення величини  $K$ ).



**Рисунок 2** – Схема процесу просування до досконалості машини

Загалом, кожен колектив / інституція спеціалістів переслідує свою ціль, яка, проте, є лише окремим аспектом якоїсь вищої (загальнішої, не обов'язково усвідомленої) цілі. При цьому кожен з колективів оперує своїм інструментарієм – в цьому сенс спеціалізації, що є запорукою глибокого проникнення у проблему.

Звісно, рятувальна машина, як і все на світі, пізнавана лише явищем, але не сутністю. Тож одноактне пізнання суті досконалості (сутності доскона-

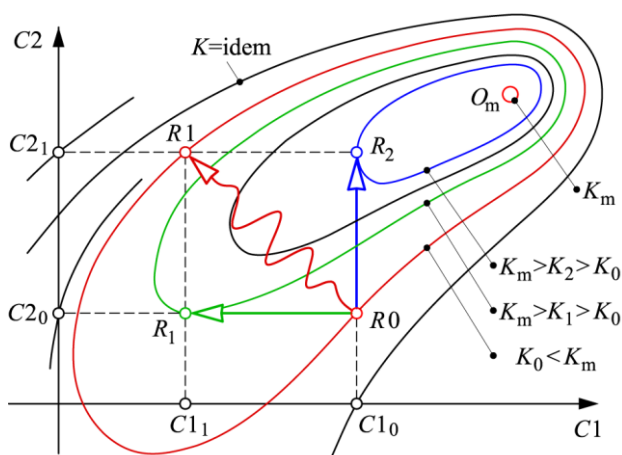
лої машини) не можливе в принципі. Зокрема, ідентифікація властивостей оптимізовуваних систем завжди приблизна, вимірник (критерій) досконалості завжди суб'єктивно примарний (як і будь-який наратив «що таке добре, і що таке погане»), інструментарій пошуку досконалості завжди не бездоганний... Тому рух до досконалості доводиться здійснювати дискретно, критично оглядаючись на отримані результати і керуючись новими орієнтирами.

Якщо б, приміром, інституції  $I_1$  і  $I_2$  об'єднали свої зусилля, то пошук досконалості мав би відбуватися приблизно так, див. рис. 2. Початковий аналіз  $A$  властивостей  $R_0(C_{10}, C_{20})$  реального прототипу машини, якому відповідає деяке значення критерію  $K = K_0 \ll K_{\max}$ , дозволив би віднайти певний градієнтний напрям  $x$  удосконалення машини, який би вичерпав себе десь за умови  $dK / dx \approx 0$ . Далі довелося б провести новий аналіз  $A$  і реалізувати новий напрям  $x$  удосконалення (в точках  $A$  напрями  $x$  перпендикулярні й дотичні до ізоквант). Саме так можна уявити собі нескінченне (а радше до миті спростування парадигми досконалості) просування до оптимального рішення/розв'язку  $O_m$ .

Та насправді аналіз не може бути якісно бездоганним, а градієнтний орієнтир і дотримання умови  $dK / dx = 0$  – задовільно точними. До того ж взаємна відповідність між властивостями і критерієм досконалості може зазнавати когнітивних варіацій і потребуватиме кожного разу уточнень. Сам аналіз, слід розуміти, включає в себе також і процес користання з властивостей машини, інформація про наслідки якого, знову ж таки, не може бути абсолютно достовірною і вичерпною.

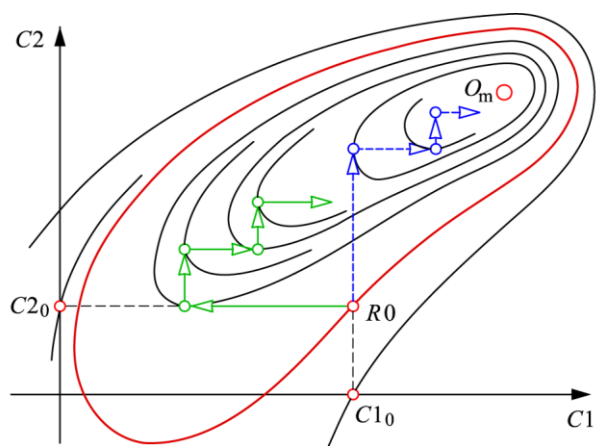
Слід зважити на те, що проблема удосконалення систем розглянемо і навіть окремих її експлуатаційних властивостей загалом настільки складна, що без методологічної і когнітивної спеціалізації ніяк не обійтись. Тож постулювання участі у процесі вдосконалення хай навіть не одної, а двох спеціалізованих інституцій  $I_1$  і  $I_2$  – це особливе спрощення ситуації виключно задля наочності в рамках дуже складної проблеми. Зазвичай логічно вдається ще й до послуг третьої інституції  $I_0$ , умовно надаючи їй повноваження замовника оптимізаційних дій та покладаючи на неї обов'язки впровадження їх результатів.

Отже якщо властивості реальних (існуючих уже) систем  $C_1$ ,  $C_2$  і рятувальної машини загалом до оптимізації відповідають на рис. 2 точкам  $C_{10}$ ,  $C_{20}$  і  $R_0 = (C_{10}, C_{20})$ , то завдяки оптимізаційній діяльності інституцій  $I_1$  і  $I_2$  з використанням одного і того самого критерію оптимальності  $K$  інституція  $I_0$  отримує нагоду втілити у життя поєднання властивостей систем, відображувані на рис. 3 чи точкою  $R_1$ , чи точкою  $R_2$ , чи точкою  $R_1$ .



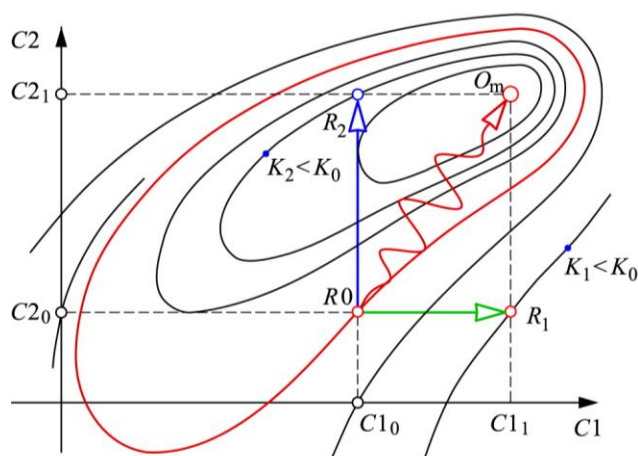
**Рисунок 3** – Можливі наслідки оптимізації у разі спеціалізації зусиль

Надані колективу  $I_0$  (уповноваженому ухвалювати рішення щодо впровадження результатів пошуку досконалості) пропозиції від інституцій  $I_1, I_2$  (що покликані здійснювати пошук засобів удосконалення) справді сприяють – кожна окремо – зростанню критерію  $K$ . Однак може статися так, що впроваджувати колективу  $I_0$  обидвох рекомендацій водночас нема сенсу, оскільки властивості машини в такому разі аніскільки не поліпшаються (точка  $R_1=(C_{11}, C_{21})$ ): тут рішення  $R_1$  – безуспішне, хоча обліковує зусилля сукупно і  $I_1$ , і  $I_2$ ; але також можливий і негативний, цілком шкідливий результат. Тож хороше поєднане з хорошим дає ніякий або поганий результат. Щоб перебачити таку ситуацію, колектив  $I_0$  повинен був би володіти не самими рекомендаціями, а можливістю оперувати алгоритмами їх знаходження (краще за допомоги  $I_1$  і  $I_2$ ). Найдоцільнішим у такому разі було б таке усталене співробітництво колективів  $I_0, I_1, I_2$ , у результаті якого оптимізація властивостей машини не зводилася б до одноразового акту, а здійснювалася б (рис. 4) поступово однією зі сходящих траєкторій, що наближають властивості машини до оптимальних (точка  $O_m$ ) – дискретно в часі, з багатократним «споживанням» неповної досконалості та чергуванням одних і тих самих оптимізаційних алгоритмів.



**Рисунок 4** – Правдоподібний рух до досконалості у разі спеціалізації зусиль

Цілком іншою була б ситуація, якби вдалося вигадати алгоритми оптимізації систем  $C_1, C_2$ , що однозначно передбачають цілковиту оптимальність машини. У такому разі колективи  $I_1, I_2$  на підставі своїх досліджень мали б висунути рекомендації  $C_{11}, C_{21}$  (рис. 5), обидві з яких є гіршими, ніж у випадку, відображеному на рис. 4, але їхнє одночасне впровадження призводить до граничного поліпшення властивостей машини (точка  $O_m$  на рис. 5). В такому разі гірше з гіршим – бездоганний результат.



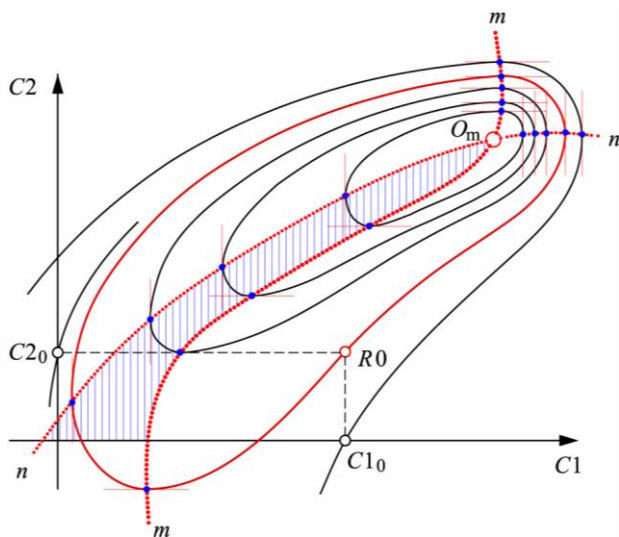
**Рисунок 5** – Гіпотетичні дії, які мали б привести до цілковитої досконалості (права на боці одного – меншості, а не більшості)

Рекомендації колективу  $I_1$  у ситуаціях, відображених на рис. 3 і 5 принципово заперечують одна іншу. Причому пропозицію колективу  $I_1$  у ситуації, що відображена на рис. 5, колектив  $I_0$  узагалі може оцінити як неприйнятну, цілком хибну, внаслідок чого корисна праця незаслужено отримає негативну оцінку. Отже існує проблема сприйняття/трактування рішень: істинно оптимальне рішення не завжди сприймається як таке.

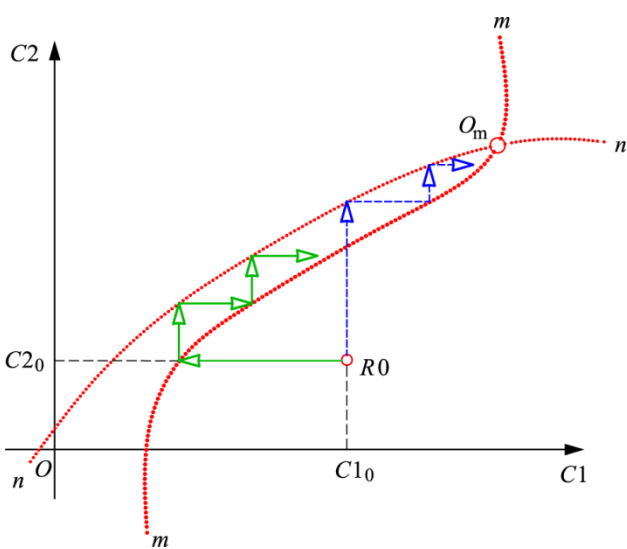
В усіх розглянутих раніше ситуаціях колектив  $I_1$ , оптимізуючи властивості системи  $C_1$ , виходить з



конкретних властивостей реальної системи  $C2$ . Якщо ж у процесі оптимізації властивостей системи  $C1$  вважати властивості системи  $C2$  довільними, гранично узагальнюючи формулювання задачі оптимізації, то колектив  $I1$  зможе запропонувати колективу  $I0$  звернути увагу на цілу множину рішень (крива  $m-m$ , утворювана точками дотикання горизонтальних прямих  $C2 = \text{idem}$  і ізоквант  $K = \text{idem}$ , рис. 6). В аналогічних обставинах колектив  $I2$  запропонує множину рішень, що відповідає кривій  $n-n$  (множині точок дотикання вертикальних прямих  $C1 = \text{idem}$  і ізоквант  $K = \text{idem}$ ). Зіставляючи такого штибу неконкретні рекомендації колективів  $I1, I2$ , колектив  $I0$  винайде натомість цілком конкретне гранично оптимальне рішення, що відповідає точці  $O_m$  на рис. 6а. Легко бачити, що відображені на рис. 4 алгоритми просування до досконалості є ніби вмотивованим блуканням (рис. 6б) коридором, обмеженим кривими  $m-m, n-n$  (див. заштрихований кривосторонній трикутник на рис. 6а).



а



б

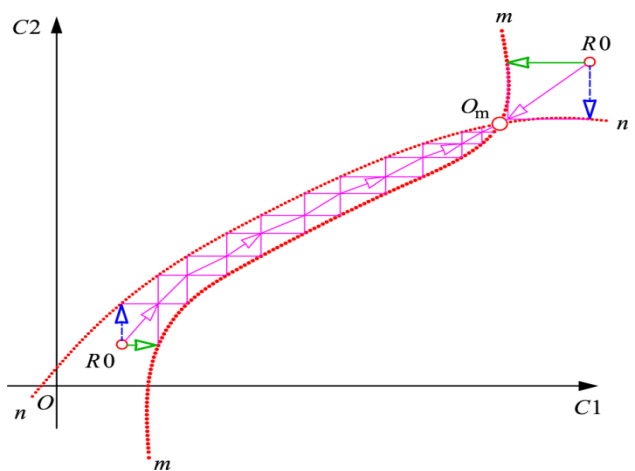


Рисунок 6 – Коридор просування до досконалості

Зауважмо, в портреті ситуацій, зображеному на рис. 3, початкове рішення  $R0$  знаходиться поза «коридором досконалості», див. рис. 6. А от якщо б це рішення  $R0$  від самого початку вже перебувало в коридорі, обмеженому кривими  $m-m, n-n$ , то, рис. 6в, поєднання рекомендацій колективів  $I1, I2$  завжди було б синергічним. Належність  $R0$  згаданому коридорові можна вважати надійним припущенням лише у разі усталених традицій удосконалення машини конкретного штибу. В такому разі рух коридором у напрямі  $O_m$  відбивав би в собі цілком цілеспрямований синергізм дій колективів  $I1, I2$  без створення клопотів колективу  $I0$ .

Тож потрапляння в коридор досконалості – це дуже важливий і вагомий крок на шляху до досконалості. Усі наступні кроки, звісно, потребуватимуть витрати приблизно таких самих ресурсів, але супроводжуватимуться помітно меншим ефектом. Аби раціонально співвіднести витрачувані ресурси і отримувані зиски, кожен акт удосконалення має завершуватись впровадженням результатів і достатньо тривалим користанням з них. При цьому поряд з можливістю поновлення ресурсів з'явиться можливість на основі нового досвіду уточнити трактування й технологію вимірювання досконалості перед наступним актом удосконалення.

З урахуванням в оптимізаційній ситуації дріб'язків (з привнесенням у неї малих уточнень) – часом великі клопоти. Щось подібне впадає у вічі в «задачі про три тіла»: можна цілком точно завбачити взаємний рух двох планет, але якщо до них долучити крихітне третє тіло (комету, скажімо), прозорість цілковито зникає; крихітне третє тіло спочатку ніби й не впливатиме на рух великих, але з часом, як вибух, найменша зміна розташування малого тіла суттєво позначиться на динаміці переміщення величезних тіл в майбутньому.

Вичерпати всі можливості удосконалення в процесі оптимізації не «просто складно», а «просто не-

можливо». Краще розумом з цим змиритися (як довелося змиритися зі спеціалізацією в науці).

Недарма Пуанкаре заповзявся працювати з задачами якісного трактування, а не кількісного, перейматися загальними властивостями систем, а не рутинною конкретикою. Слід зважати одночасно й на те, що нелінійність, на необхідності обліковування якої часто наголошують в теорії ухвалення рішень, може як обмежити можливості технології оптимізації / удосконалення, так і розширити їх через можливість залучити новий підхід. Ми знаємо, що все в світі є нелінійним, але як воно викривлене не знаємо.

Таким чином, кінцевим результатом процесу оптимізації повинні бути не самі рішення, а ефективні алгоритми їх пошуку (декілька конкретних рекомендацій, кожна з яких сама по собі сприяє поліпшенню властивостей рятувальної машини, не завжди сумісні у разі одночасного їх впровадження). Звісно, найбільшу цінність має гранично загальний алгоритм, що визначає оптимальний взаємозв'язок між окремими властивостями рятувальної машини і її систем; узагальнені алгоритми (див. рис. 5) завжди ефективніші за ланцюжок часткових алгоритмів (див. рис. 4). Але насправді побудова настільки загального алгоритму неможлива у тій самій мірі, як неможливо зазвичай пізнати сутність, досліджуючи явище, – проблема нерозв'язності.

**Аналіз та синтез властивостей.** Можна розрізнити два підходи до вдосконалювання систем машини: перший – багаторазове відтворення процесів аналізу (рис. 2), другий – цілеспрямований синтез оптимальних властивостей систем (рис. 7). Перевага синтезуючого підходу полягає в тому, що він припускає однократне граничне покращення властивостей оптимізованої системи, тоді як аналітичний (аналізний) – це рутинне багаторазове удосконалювання, яке втілює рух від реальної конструкції до трохи кращої нової, потім від поліпшеної до ще більш кращої тощо-тощо.

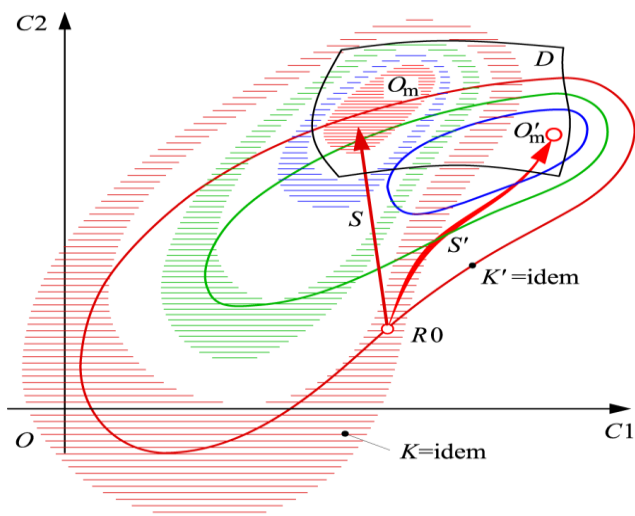


Рисунок 7 – Діаграма процесу удосконалювання засобами синтезу

Через обмежену точність / адекватність моделей та нечіткість/невизначеність у сприйнятті/трактуванні досконалості машини одержуване оптимальне рішення  $O'_m$  (рис. 7), природно, відрізнити меться від фактично оптимального  $O_m$ . Тому система оптимізуватиметься не за об'єктивним критерієм  $K$ , який відображає зазвичай нечіткий реальний сенс оптимальності/досконалості, а за деяким у значній мірі суб'єктивним критерієм  $K'$ , що є чітким наближеним ідентифікатором об'єктивного розмитого. Тож до критерію оптимальності у процесах синтезу потрібно висувати значно жорсткіші вимоги щодо точності відображення об'єктивної досконалості, ніж у процесах аналізу. У разі застосування аналітичного підходу до удосконалення машини результати кожного кроку оптимізації, щоразу зазнають експериментальної, практичної перевірки, на підставі якої можна скорегувати й у різних аспектах уточнити наступний етап удосконалювання.

Перевагами як аналізу, так і синтезу можна скористатись, якщо прийняти таку ієрархію їх застосування: спочатку є сенс реалізувати реально можливий процес  $S'$  синтезу (не маючи змоги вдатись до якогось ефективнішого синтезу  $S$ , рис. 7) зі сподіваннями на істотне покращення властивостей машини; а вже далі у деякій області  $D$ , що містить отримане в процесі синтезу  $S'$  рішення  $O'_m$ , доречно реалізувати процес поступового удосконалювання системи засобами аналізу за схемою, відображеною на рис. 3. Однак чим досконаліший процес синтезу властивостей машини, тим менш ймовірна доцільність використання засобів аналізу для подальшого руху до оптимуму. Відтворення ж процесів сходитчастого удосконалення властивостей машини пов'язане зі значними інтелектуальними, ресурсними і часовими затратами на наукові пошуки, виготовлення дослідних конструкцій і їх експериментальне дослідження.

Тож на шляху до досконалості ресурсами потрібно обов'язково дорожити. Якщо поставити собі за мету досягнути якогось навіть суб'єктивного ідеалу, то не доведеться скористати з нього практично, оскільки процес виявиться нескінченно тяглим у часі. Виглядає так, що в процесі удосконалення машини на засадах спеціалізації наукових пошуків доречно дати можливість проявити себе кожній інституції  $I_1, I_2, \dots$  лише один раз. Тож в досліджуваній тут ситуації (див. рис. 4 і 6) вартими практичної уваги є хіба що розв'язки  $O'_m$  і  $O''_m$  (рис. 8). А вже інституція  $I_0$  надасть перевагу, звісно ж, тільки розв'язкові  $O'_m$ . Зрештою, навіть кращий з перших кроків міг би все вирішити.

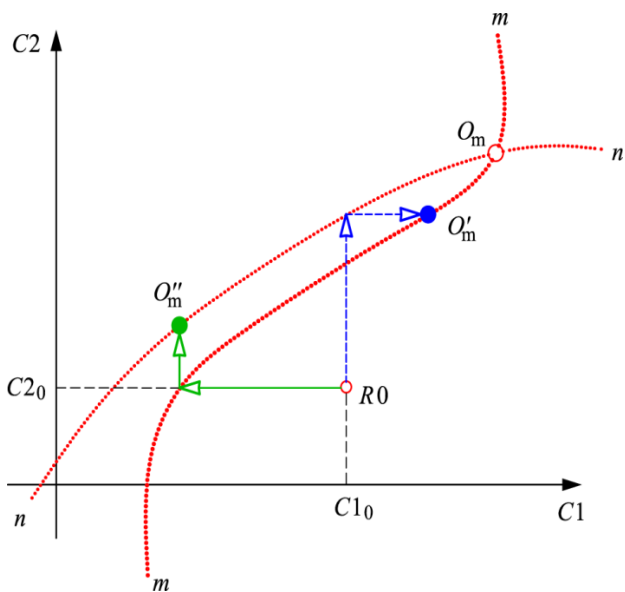


Рисунок 8 – Помірковані рішення/розв'язки

Таким чином, ефективність пошуку оптимальних рішень тим вища, чим досконаліший процес синтезу. У свою чергу, досконалість процесу синтезу визначається можливостями алгоритмів розв'язування задач оптимізації.

На рис. 9 відображено ситуаційний портрет суттєво емпіричного пошуку досконалості машини спеціалістами різних царин конкретної науки, що оперують одним і тим самим критерієм досконалості  $K$ , який потрібно максимізувати ( $K \rightarrow \max(\sup)K$ ), але застосовуючи різні інструментарії  $C$  без взаємного обміну інформацією (результатами пошуку). Тут інструментарій – це умовне скалярне відображення параметричного вектора (вектора, компонентами якого можуть стати найрізноманітніші параметри машини). Початковій ситуації  $R_0$  відповідає значення критерію  $K = K_0$ . Сукупним (спільним) наслідком оптимізації виявиться ситуація  $R_1$ , успішність якої відображає співвідношення  $K = K_1 > K_0$ . Але той самий інструментарій можна застосувати знову, намагаючись покращити вже ситуацію  $R_1$  (відмовляючись від зафіксованого успіху, що зазвичай підсвідомо важко зробити). Наслідком виявиться нова ситуація  $R_2$ :  $K = K_2 > K_1 > K_0$ . Цей приклад підказує, чому просування до досконалості, взагалі кажучи, все-таки можливе навіть без обміну інформацією та з використанням часткових пропозицій/розв'язків (як це зазвичай буває). Очевидно також, що другий крок може виявитись ніби запереченням першого: якщо спочатку значення величин  $C_1, C_2$  доводилось збільшувати, то потім – все навпаки.

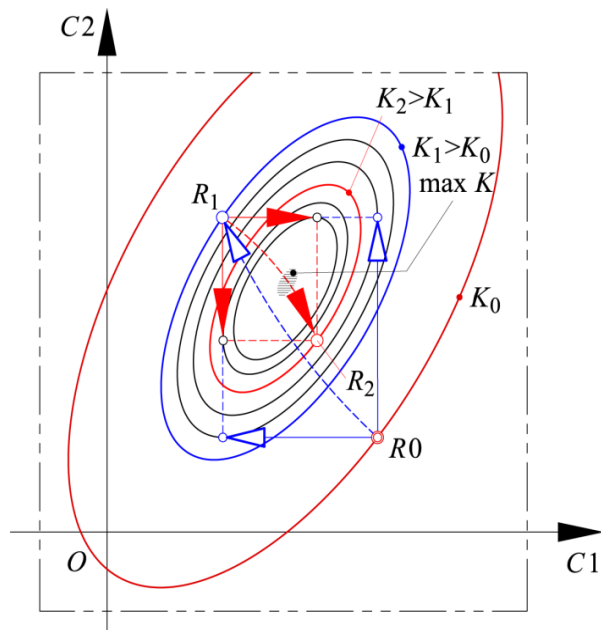


Рисунок 9 – Ситуаційний портрет емпіричного пошуку досконалості машини

Якщо б відображений на рис. 9 алгоритм застосувати до ситуації, відображеної на рис. 2, то просування до досконалості виглядало б так, як зображено на рис. 10. Послідовність розв'язків/рішень  $R_0 - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - R_6$ , взагалі кажучи, сприяє наближенню до ідеалу  $O_m$ . Хоча, може виникнути й циклічність (чергування одних і тих самих розв'язків / рішень)  $R_6 - R_7 - R_6$ , що стане нездоланною перешкодою для подальшого удосконалення машини.

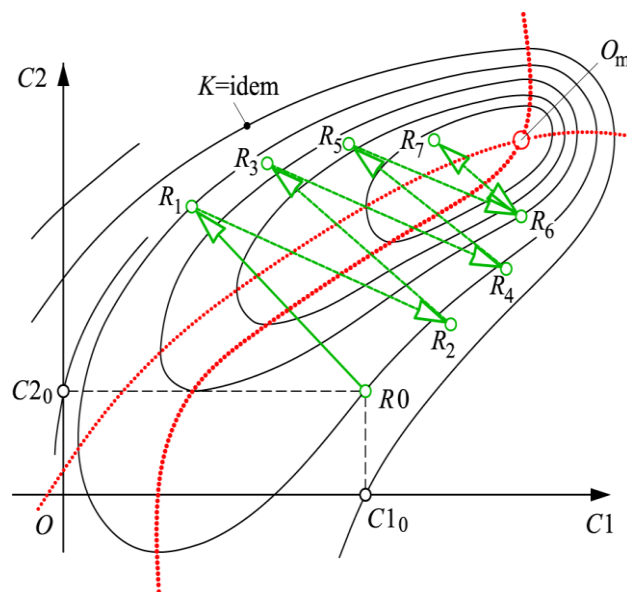


Рисунок 10 – Ситуаційний портрет сценарію багатократного емпіричного руху до досконалості машини

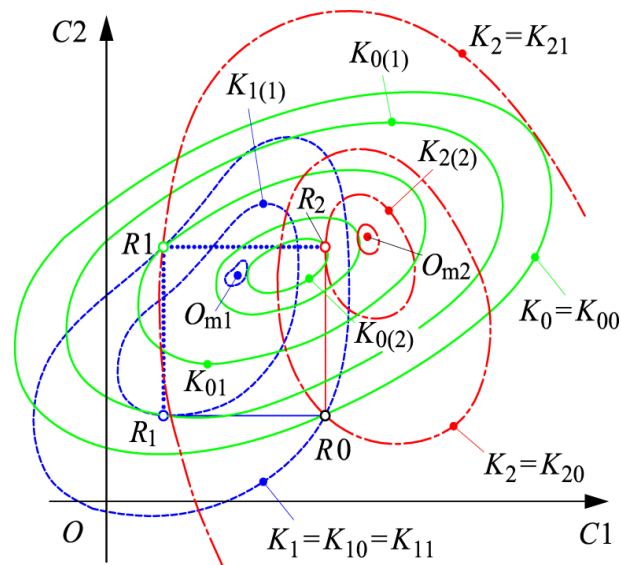
Те, що кожен крок є запереченням попереднього, – когнітивний дисонанс в діяльності колективів  $I1$  і  $I2$ . Та й колективу  $I0$  (разом колективами  $I1$  і  $I2$ ) важко психологічно сприйняти неадекватність оптимізаційних зусиль, що ведуть до розв'язків/рішень  $R_2$  і  $R_4$ , погіршуючи властивості машини у порівнянні навіть з початковими  $R0$ . Радше оптимізація завершиться розв'язком/рішенням  $R_1$  ( $R1$  на рис. 3) після однократного втілення оптимізаційних зусиль колективами  $I1$  і  $I2$ . Очевидно, що однократне втілення оптимізаційних зусиль колективами  $I1$  і  $I2$  з обміном інформацією під орудою колективу  $I0$  принесе значно кращі результати (див. рис. 4 і 8).

**Поліпшення властивостей систем у разі декількох критеріїв досконалості.** Висування вимог завжди містить в собі ознаки суб'єктивного і інтуїтивного. Тому завжди існує певна ієрархія вимог, а також і критеріїв, що в математичних термінах формалізують ці вимоги. Ієрархію зазвичай вибудовують, зважаючи на думку розробників техніки, машинобудівників, експлуатаційників, суспільства загалом. Формально ж між критеріями намагаються встановити ієрархію за допомогою коефіцієнтів відносної їх важливості (вагомості), зводячи різні аспекти досконалості до єдиної міри. Аби знайти ці коефіцієнти, вдаються до послуг так званих експертів – дуже спірної акції. Взагалі кажучи, висування й обґрунтування вимог – це своєрідний акт оптимізації, руху до досконалості.

У разі вибору концепції оптимальності / досконалості (концепція оптимальності / досконалості – це принцип / ідея бачення й сприйняття оптимальності, спосіб розуміння й тлумачення досконалості) безпосередньо чи опосередковано зіштовхуються дві взаємно суперечні думки: суть першої полягає в тому, що кожен дослідник має право на власну концепцію оптимальності / досконалості; зміст другої – концепція оптимальності / досконалості має бути відображенням цілком об'єктивних суспільно усвідомлених потреб, а тому свобода в трактуванні досконалості рятувальної машини неприпустима. Аби переконатися в тому, що прихильників першої думки значно більше, не обов'язково шукати тих, хто ці думки власне й висловлює – достатньо розвідати, наскільки великою кількістю вимірників ефективності рятувальної машини і її систем, а також кількістю критеріїв досконалості послуговуються в науці й інженерії, засвідчуючи тим самим істотні концептуальні розбіжності. Часто навіть вважають, аби стати помітним в науці потрібно обов'язково запропонувати свій власний вимірник/критерій досконалості. Насправді ж стати вагомим в науці є шанс тільки, долучаючись до тих, хто намагається вивідати об'єктивну досконалість на

підставі вимушено суб'єктивного сприйняття корисних властивостей рятувальної машини.

Розгляньмо взаємини між колективом  $I0$  (що наділений правом ухвалювати рішення до впровадження, але сам не розробляє алгоритми оптимізації), колективом  $I1$  (на який покладені обов'язки намітити шляхи покращення властивостей системи  $C1$ ) і колективом  $I2$  (мета якого – удосконалити систему  $C2$ ). Хай кожен з цих колективів оцінює оптимальність рішень, керуючись своїм критерієм (рис. 11): колектив  $I1$  віддає перевагу критерію  $K_1$ , і в його розумінні абсолютна досконалість відповідає точці  $O_{m1}$ ; колектив  $I2$  оперує критерієм  $K_2$ , тож у його розумінні абсолютна досконалість відповідає точці  $O_{m2}$ ; колектив  $I0$ , не маючи, звісно, уявлення про найкраще рішення (бо в іншому разі навіщо йому послуги колективів  $I1$ ,  $I2$ ), оцінює будь-яке пропоноване йому колективами  $I1$  і  $I2$  рішення за допомогою деякого власного критерію  $K_0$ . Властивостям реальної машини-прототипа (точка  $R0$ ) відповідають такі значення перелічених критеріїв:  $K_0 = K_{00}$ ,  $K_1 = K_{10}$ ,  $K_2 = K_{20}$ .



**Рисунок 11** – Сценарій ухвалення рішення за відсутності єдиного погляду на досконалість машини

У процесі оптимізації властивостей системи  $C1$  колектив  $I1$  приходить до рішення  $R_1$ , якому відповідає при заданих властивостях системи  $C2$  найбільше значення свого критерію  $K_1$ :  $K_1 = K_{1(1)} > K_{10}$ . Колектив  $I0$  позитивно оцінить це рішення:  $K_0 = K_{0(1)} > K_{00}$ . З погляду колективу  $I2$  таке рішення не тільки не покращує властивості системи і машини, а навпаки, погіршує їх:  $K_2 = K_{2(1)} < K_{20}$ . Він пропонує рішення  $R_2$

( $\max K_2 = K_{2(2)} > K_{20}$ ), цілком ігноруючи рішення  $R_1$ . Колектив  $I0$  сприймає рішення  $R_2$  як ефективніше порівняно з  $R_1$ :  $K_0 = K_{0(2)} > K_{0(1)} > K_{00}$ , але, сподіваючись, що поєднання пропозицій  $R_1$  і  $R_2$  принесе ще більший зиск, він наважиться ухвалити рішення  $R1$ . Оцінюючи рішення  $R1$ , колективи  $I1$  і  $I2$  змушені констатувати, що їхня праця цілком зневажена:  $K_1 = K_{11} = K_{10} < K_{1(1)}$  – жодного удосконалення машини;  $K_2 = K_{21} < K_{20} < K_{2(2)}$  – машина стала гіршою. Та й сам колектив  $I0$ , помітивши, що  $K_0 = K_{01} < K_{0(2)}$ , повернеться радше до рішення  $R_2$  ( $K_{01} < K_{0(2)}$ ), відмовивши від послуг колективу  $I1$ . Ситуація може змінюватися, якщо чи колектив  $I1$ , чи колектив  $I2$ , чи і  $I1$ , і  $I2$  разом почнуть керуватись концепцією колективу  $I0$ , або ж якщо  $I0$  пристане на концепцію, сповідвану чи  $I1$ , чи  $I2$ .

Свободу щодо вибору концепції оптимальності/досконалості і, зокрема, щодо вибору критерію оптимальності/досконалості цілком усунути не вдасться. Проте не можна й постулювати її як щось цілком неминує і природне. Радше навпаки, багатогранна і практично непереборна суб'єктивність у виборі концепції повинна бути істотно обмежена хоча б тому, що: по-перше, корисність

того чи іншого заходу в більшій мірі об'єктивна, а суб'єктивність постає тільки тому, що корисність як така сутнісно не пізнавання; по-друге, неоднакове трактування кращого-гіршого роз'єднує оптимізаційні зусилля і часом призводить до цілковитого заперечення окремих оптимальних рішень, і тоді (не завжди об'єктивно) доводиться констатувати даремність наукових пошуків.

Тож концепція оптимальності не може перебувати цілком у компетенції тих, хто здійснює пошук і ухвалює рішення. Понад те, вивчення потреб передувє вивченню можливостей їх задоволення, і у випадку, коли є невизначеність в оцінці корисності тих чи інших рішень, постановку задачі оптимізації варто вважати необгрунтованою і скерувати зусилля на ретельніше дослідження власне потреб.

Колектив  $I0$  взагалі може й не мати свого мірила досконалості. Саме так воно в житті й буває: хто володіє ресурсами і волею втілення, не зобов'язаний (відповідно до принципу спеціалізації) перейматися інтелектуальним і алгоритмічним інструментарієм удосконалення. Тож інституції  $I1$ ,  $I2$  керуватимуться кожна своїм критерієм досконалості  $K1$ ,  $K2$  і відтак переконуватимуть інституцію  $I0$  у доцільності впровадити кожна свої результати оптимізації, рис. 12.

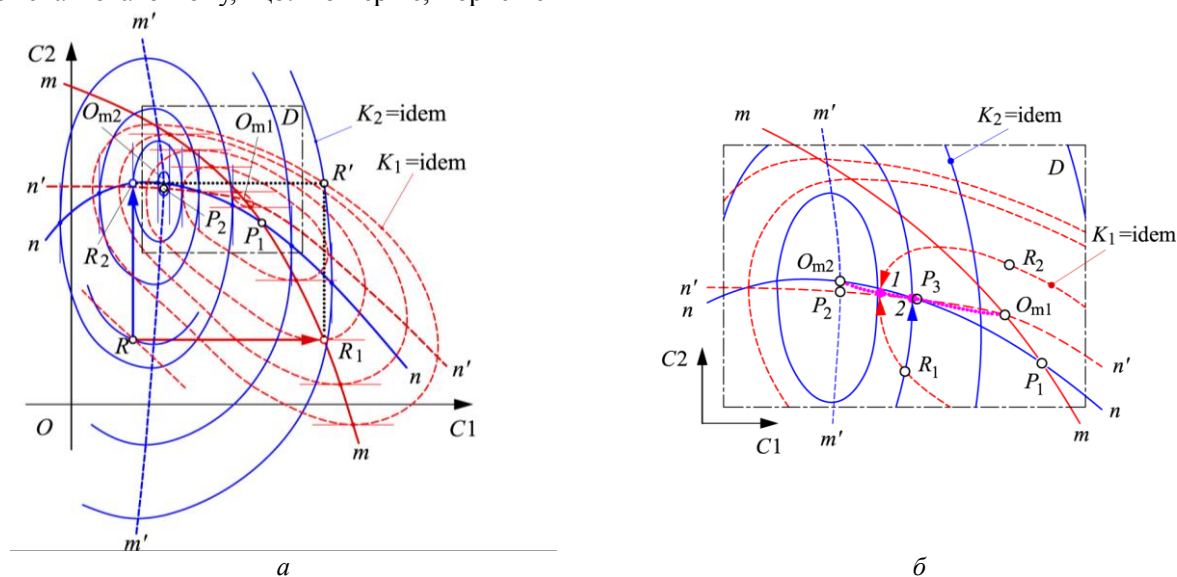


Рисунок 12 – Портрет ситуації у разі використання двох критеріїв досконалості

Будь-яким властивостям системи  $C2$  можна протиставити суто властивості системи  $C1$ , для яких величина  $K_1$  максимальна (характеристична лінія  $m-m$ , на якій ізокванти  $C2 = idem$  та  $K_1 = idem$  дотикаються одна іншій; рис. 12а). Подібно, множині можливих властивостей системи  $C1$  можна протиставити множину суто оптимальних властивостей системи  $C2$  (характеристична лінія  $n-n$ ), на

якій максимальних значень набуває величина  $K_2$ . Лінії  $m-m$  і  $n-n$  хай перетинаються в деякій точці  $P_1$ , що помітно не збігається з околами ні  $O_{m1}$ , ні  $O_{m2}$  гіпотетичних оптимумів-максимумів (рис. 12б). Натомість, точки взаємного дотикання ізоквант  $C2 = idem$  та  $K_2 = idem$  в цьому прикладі лежать на лінії  $m'-m'$ , а ізоквант  $C1 = idem$  та  $K_1 = idem$

– на лінії  $n' - n'$ . Ці лінії перетинаються в деякій точці  $P_2$ , що тяжіє до околу  $O_{m2}$ .

Отож колектив  $I1$  довільним реальним властивостям систем, яким відповідає, наприклад, точка  $R$ , завжди протиставить віртуальні оптимальні, котрим відповідає, наприклад, точка  $R_1$  лінії  $m - m$ . Альтернативою ж від колективу  $I2$  є віртуальні оптимальні властивості систем, яким відповідає точка  $R_2$  лінії  $n - n$ .

Сукупний розв'язок  $R'$  не визнають ні колектив  $I1$ , ні колектив  $I2$  – вони помітять, що  $R'$  гірший за пропонувані ними рішення  $R_1$  і  $R_2$ . Виникне

конфлікт, якому не зможе зарадити й колектив  $I0$  – у нього ж немає свого мірила досконалості. Щоправда, він може беззастережно надати перевагу рішенню  $R'$ , інтуїтивно припускаючи, що поєднання двох самих по собі позитивних рішень  $R_1$  і  $R_2$  має принести більший сукупний зиск.

Цікаво уявити собі таку ситуацію: якщо б колективи  $I1$ ,  $I2$  (якось раптом) обмінялися критеріями, то за атрактор почала б правити точка  $P_2$ ; відтак сприйняття / трактування оптимальності принципово змінилося б. Але можливі цілком інші різновиди атрактивності ситуацій, рис. 13.

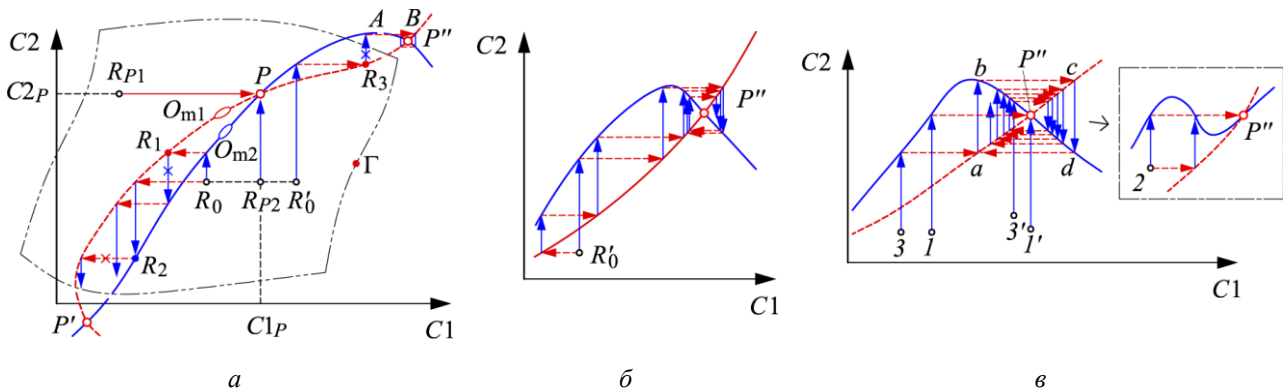


Рисунок 13 – Різновиди атрактивності

Хай ситуація виглядає так, як зображено на рис. 13а: характеристичні лінії перетинаються в деякій точці  $P(C_{1p}, C_{2p})$ . Якщо властивості прототипу машини відповідають точці  $R_{p1}$  ( $R_{p2}$ ), то колектив  $I1$  ( $I2$ ) обов'язково протиставить початковому рішенню  $R_{p1}$  ( $R_{p2}$ ) нове рішення  $R \rightarrow P$ . Наступний крок удосконалення інший колектив  $I2$  ( $I1$ ), звісно, зробити вже не зможе: точка  $P$  – ніби атрактор. Але для будь-яких інших початкових властивостей машини ситуація цілком зміниться. Приміром, якщо початкові властивості машини відповідають чи точці  $R_0$ , чи точці  $R'_0$ , то рух до досконалості буде спрямований якнайдалі від точки  $P$  так, ніби десь існують нові привабливі атрактори чи  $P'$ , чи  $P''$ . Атрактором може виявитися й ніби нескінченна віддаленість від точки  $P$ . Але слід пам'ятати про існування технічних і технологічних обмежень. Тож за атрактор може правити певна границя  $\Gamma$ , що відображає ці обмеження. В таких обставинах точка  $P$  стає ніби антиатрактором.

Атрактор штибу  $P''$  (див. рис. 13а), перебуваючи в межах границі  $\Gamma$ , може проявляти себе по-різному. Зокрема, він може притягувати до себе нескінченно довго (нескінченною кількістю кроків), рис. 13б. Початкове рішення, наприклад,

чи  $I$ , чи  $I'$ , чи  $2$  (рис. 13в) може однозначно вести тільки до рішення  $P''$  без можливості подальшого його удосконалення. Рішення  $3$ , натомість, спровокує блукання замкнутим контуром  $abcd$ . Цей контур стає своєрідним атрактором для початкових рішень штибу  $3'$ . Може атрактор  $P$  – це компромісний оптимум?

Та зрештою, і колектив  $I1$ , і колектив  $I2$  уже на другому кроці своєї активності помітять, що властивості машини можна далі тільки погіршити (див. рис. 13а). Тож рішенню  $R_0$  відповідно до наведеної схеми, доведеться протиставити або рішення  $R_1$ , або рішення  $R_2$ , а от рішенню  $R'_0$  – хіба що рішення  $R'_1$ . Зауважмо, розташування оптимальних околів і  $O_{m1}$ , і  $O_{m2}$  тут жодної ролі не відіграє (на них не доводилося зважати).

Якби колективи  $I1$  і  $I2$  у процесі оптимізації властивостей систем  $C1$  і  $C2$  обмінювалися інформацією про отримувані результати, організовуючи погоджений пошук оптимального рішення (рис. 4, б), то в цьому випадку їхня спільна пропозиція напевно виявилася б помилковою. Для ілюстрації цього твердження звернімося до рис. 14.

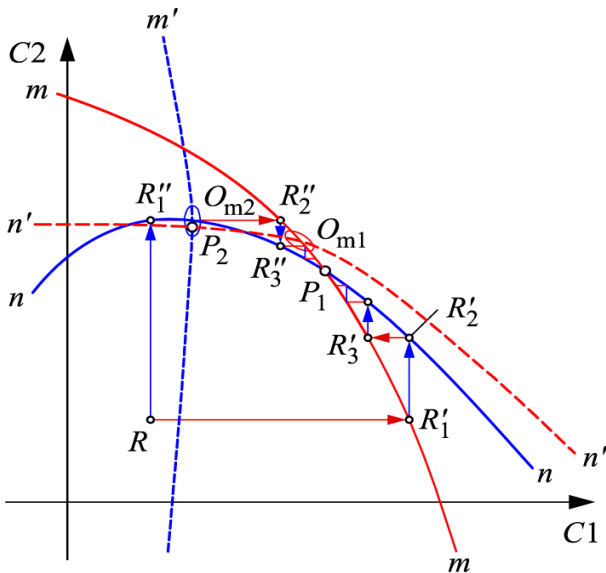


Рисунок 14 – Оптимізація властивостей систем з обміном інформації

Процеси оптимізації з обміном інформації – як  $RR'R'_2R'_3\dots$ , так і  $RR''R''_2R''_3\dots$  – ведуть до одного і того самого рішення  $P_1$ , відображуваного точкою перетину ліній  $m-m$  і  $n-n$ . Тож точка  $P_1$  править за атрактор. Щоби дати об'єктивну оцінку цьому рішення, розгляньмо ретельніше область  $D$  можливих властивостей систем  $C1$  і  $C2$  (див. рис. 12), якій належать, зокрема, і точки  $O_{m1}$ ,  $O_{m2}$ , що відображають найкращі властивості систем у розумінні колективів  $I1, I2$ . У цій області для будь-якого сталого значення величини  $K_1$  можна знайти відповідне мінімальне  $K_2$  та побудувати точкову лінію  $O_{m1}P_3O_{m2}$ , що проходить через точки  $O_{m1}$ ,  $O_{m2}$  (див. рис. 12б:  $P_3$  – точка перетину ліній  $n-n$  і  $n'-n'$ ). Виявляється, що будь-якому рішення, розташованому поза цією лінією, можна протиставити таке рішення, якому відповідає певна точка криволінійного відтинка  $O_{m1}P_3O_{m2}$  і яке одночасно обидва колективи  $I1$  і  $I2$  класифікуватимуть як негірше. Приміром, кожна точка сторони  $I2$  кривостороннього трикутника  $IR_1R_2$  за винятком вершинних має переваги перед точкою  $R_1$  і за критерієм  $K_1$ , і за критерієм  $K_2$ . Вершина  $I$  рівноцінна вершині  $R_1$  за критерієм  $K_1$ , але краща за критерієм  $K_2$ , а отже й краща загалом. Подібно, вершина  $2$  рівноцінна вершині  $R_1$  у сенсі критерію  $K_2$ , але краща у сенсі критерію  $K_1$ , тож вона краща й загалом. Зрештою, рішення  $R_1$  (як і, приміром, рішення  $R_2$ ) можна сумістити вздовж ізокванти  $K_1 = idem$  з рішенням  $I$ , збільшуючи значення  $K_2$ , а отже удосконалюючи

тим самим машину. Рішення  $R_1$  можна сумістити з рішенням  $I$  також і вздовж ізокванти  $K_2 = idem$ , збільшуючи при цьому значення  $K_1$ , а отже, знову ж таки, удосконалюючи машину.

Міркувати можна також і по-іншому. Всередині згаданого трикутника  $IR_1R_2$ , утворюваного криволінійним відтинком  $O_{m1}P_3O_{m2}$  і певними ізоквантами  $K_1 = idem$  і  $K_2 = idem$ , можна знайти яку-небудь привабливішу точку, через яку проходять ізокванти з більшими значеннями  $K_1$  і  $K_2$ , утворюючи разом з  $O_{m1}P_3O_{m2}$  новий дещо менший криво-сторонній трикутник. Всередині нього знову можна знайти яку-небудь привабливішу точку. Подібні дії можна уявно продовжувати нескінченно довго, доки криволінійний трикутник нарешті не виродиться в яку-небудь точку лінії  $O_{m1}P_3O_{m2}$ . Тож множина рішень, що відповідає відтинкові  $O_{m1}P_3O_{m2}$  деякої характеристичної кривої, є своєрідним атрактором.

В ситуації, відображеній на рис. 3, кінцевому рішення  $R1$ , що виявилось нічим не кращим за початкове рішення  $R0$ , можна протиставити, так би мовити, роздвоєне (фантомне) рішення, пропонуючи частку машин  $\varphi$  ( $0 < \varphi < 1$ ) виготовляти з властивостями  $R_1$ , а решту  $1 - \varphi$  — з властивостями  $R_2$ . За різних значень  $\varphi$  роздвоєне рішення (приміром  $R'1$ ) відповідатиме певній точці на прямій  $R_1R_2$ , рис. 15. Очевидно, що такого штибу фантомне рішення характеризуватиметься значенням критерію досконалості, визначуваним за формулою

$$K(\varphi) = \varphi K_1 + (1 - \varphi) K_2, \quad K_1 \leq K(\varphi) \leq K_2.$$

Приміром,  $K(\varphi) = K_{12}$  для рішення  $R'1$ , яке переможно конкурує з фантомним.

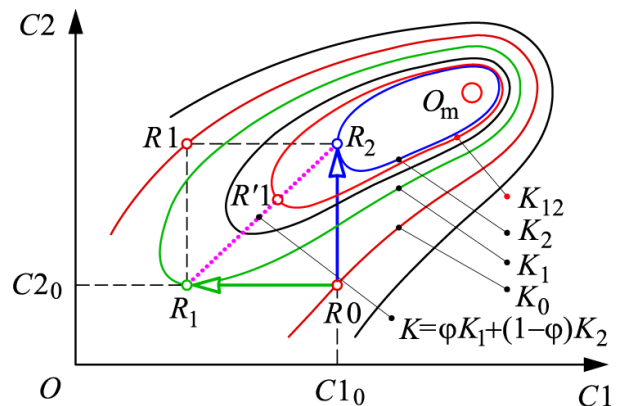


Рисунок 15 – Роздвоєння розв'язку

Звісно, технологія втілення такого рішення –

витратніша. Зате колектив ІО матиме змогу вмотивовано винагородити і, головне, справедливо визнати недаремність зусиль обидвох колективів ІІ і І2. Та все ж стане помітним, що серед роздвоєних розв'язків найкращим є такий, що збігається зі звичайним  $R_2$  у разі  $\varphi = 0$ . Тож нікуди дітися: доведеться все ж цілком зневажити зусилля колективу ІІ. Важливо, щоби не виникло бажання відмовити у винагороді.

Якщо б виникла необхідність зафіксувати значення критерію  $K_1$  на певному рівні  $K_1(C1, C2) \equiv K_1^0$ , то засоби удосконалення / оптимізації довелось б спрямувати на екстремізацію тільки критерію  $K_2 = K_2(C1, C2)$ . Тож виникла б звична задача екстремізації (чи мінімізації, чи максимізації) функції  $K_2 = K_2(C1, C2)$  двох змінних  $C1, C2$  з додержанням обмеження штибу рівності  $K_1(C1, C2) \equiv K_1^0$ :

$$(C1^*, C2^*) = \arg \text{extr} K_2(C1, C2), K_1(C1, C2) = K_1^0. \quad (2)$$

Відтак у разі  $C1 \rightarrow C1^*, C2 \rightarrow C2^* - K_2(C1, C2) \rightarrow \text{extr} K_2(C1, C2) = K_2(C1^*, C2^*), K_1(C1^*, C2^*) = K_1^0$ . До такої задачі формально можна застосувати так званий метод невизначеного множника  $\lambda$  Лагранжа, зводячи її до екстремізації так званої функції Лагранжа

$$L = K_2(C1, C2) - \lambda K_1(C1, C2) \quad (3)$$

і не переймаючись спочатку обмеженням. Тобто задача екстремізації функції Лагранжа (3) без обмежень еквівалентна задачі (2) з обмеженням.

К. Эрроу застерігав: «Наші знання про хід справ в суспільстві і в природі губляться в тумані невизначеності. Віра у визначеність <...> ставала причиною багатьох бід. Звільняючись від минулого, ми можемо стати рабами нової релігії, переконань таких самих неправомірних, обмежених і довільних, як і старі забобони. Про це слід пам'ятати особливо в період реформ, трансформацій та інших серйозних перетворень, коли настає так звана асиметрія взаємозв'язку минулих і майбутніх подій». Це, зрозуміло, уповні стосується й прогресу техніки й технології – непростий і непривабливий фінал розвитку телеологічних ідей. Технологія, приміром, майже цілком – продукт системи спроб з помилками. З іншого боку, дуже ризиковано стверджувати, що еволюція – це прогрес. Адже там нема свідомості й розуму. Еволюція сліпа до майбутнього. Жодного архітектора не існує, настанови ДНК зібрані суто в результаті природного добору.

Давно звиклися з твердженням К. Гьоделя «про неповноту», що завжди існуватимуть математичні істини, доведення яких нам непосильне. Тобто вибу-

дувати завершену й бездоганну математику принципово ніколи не вдасться, світ чистої математики невичерпний, скінченна кількість аксіом і логічних правил не в змозі охопити всю математику... Але те саме доведеться казати й про фізику. А що тут іншого сказати про техніку й технологію? Щоправда, слід зважити на те, що математику і фізику успішно розвивають далі, просто ігноруючи твердження К. Гьоделя «про неповноту».

Посилання на приклади й цитування авторитетів у процесі висновування принципово загального – це практика наївної емпіричної індукції, направленої гострим суб'єктивізмом. Люди здебільшого люблять лише факти, зневажають правила-алгоритми, з неприхованою пристрасною кепкують з теорії й абстракції. І на це доводиться зважати. Як часто можна чути повчальні настанови, що у висновках наукового дослідження мають фігурувати конкретні «цифри», які власне безсторонньо засвідчують вагомість досліджень! Але насправді це саме той випадок, коли процес важливіший за результат.

**Резюме.** Підбиваючи підсумки, є сенс наголосити на такому:

1. Невизначеність – це нематеріальна сутність, що об'єктивно представлена нам тільки явищем – в тому сенсі, що з нею повсюдно неминуче доводиться реально стикатись. Невизначеність з'являється відразу з появою людського зацікавлення ситуацією чи обставинами, невизначеність – там, де людина чи її інтерес. А взагалі кажучи, вона з'являється власне там, де хоч-якій живій істоті (не обов'язково людині) доводиться ухвалювати рішення. Невизначеність неможливо помацати, виміряти, розгледіти технічними засобами, провести за допомогою матеріальних інструментів над нею пізнавальний аналіз... Зате з'являється можливість для продукування безлічі «думок», «версій», «суджень», «поглядів», «евристичних тверджень», які разом утворюють лише своєрідний (також нематеріальний) «туман» в царині пізнання.

2. У невизначеному світі розум, глузд, наміри не гарантують хорошого результату. Так само як природний добір вибудував Світ, так прагматичний добір сприяв удосконаленню рукотворного Світу. Наш Світ тому саме такий, щоб у ньому могли бути Ми, – суть принципу антропності. В рамках природного добору правлять неадаптивні й безсторонні чинники, там нема розуму, задуму й прогресу. В царині ж ухвалення рішень інтелект не оминають, але просування до досконалості цілком нагадує природний добір, оскільки в процес втручається практика, покликаючи «по-справжньому» валідувати результати оптимізації машини.

3. Вибудовуючи теорії, засобами яких матимемо можливість висновувати з клубка невизначеності корисні проєкти й прогнози, часом не зважаємо на рівень їх стійкості до хибного. Справді, не завжди точність прогнозу, скажімо, настільки аж важлива,



що стійкість до помилок можна трактувати зневажливо. Примарна оптимальність не важить аж так, як стійкість до впливу хибного, стійкість до спотворення інформації (навіть в історичній науці, від спотворень з часом не всюди але відмовляється, хоча знищених першоджерел уже не повернути). Отож нема сенсу шукати цілковито точні в рамках обраної моделі і алгоритму розв'язки оптимізаційної задачі, оскільки сама модель і інформаційний супровід не такі бездоганні, як здається. Практика це обов'язково доведе у більшості випадків.

4. Не треба завжди і будь-що «мати рацію», не треба завжди прагнути тільки ідеального. Треба лише уникати дурниць і бачити сприятливе, оскільки оцінити об'єктивно результат діянь можна лише постфактум. Помилки має бути багато, але вони мають бути дрібними, аби згодом надібати такий бажаний великий зиск. Тож передбачати / розпізнавати корисно не так ідеальне / досконале, як хибне / шкідливе / недовершене. Доречно постійно пам'ятати, що йдеться про примарне, яке сховалося за невизначеністю.

5. Конкретний результат наукового пошуку, наукової розвідки як такий мало що важить. Цінними є алгоритм чи технологія його отримання, теоретична/когнітивна осмисленість його змісту.

6. Залучення вишуканих методів оптимізації до погано формалізованого об'єкту, яким є рятувальна машина, – марнотратна пізнавальна активність. Її супроводжують надмірні втрати часу, засобів, ресурсів, а часто й престижу.

7. Багатократне відтворення одного й того самого алгоритму пошуку досконалості в рамках непорушної парадигми – неефективна наукова активність, марнування зусиль і ресурсів, порпаючись у невизначеності і зосереджуючись на зниклому малих дрібницях.

8. Прагнути будь-що максимального зиску і перебувати у постійному чи неперервному пошуку досконалості – вкрай недоречно справа, що не передбачає можливості користатись зиском/досконалістю. Аналіз (пошук прихованого ладу чи зиску) і затримка в ухваленні корисних рішень чогось таки коштують. В світі все складено так, що зиск має бути хай дуже поміркованим, але регулярним, аби отримуване від нього задоволення щоденних потреб постійно спонукало до пошуку нового осяжного розумом рівня досконалості.

9. За корисний об'єкт оптимізаційного пошуку може правити так званий аттрактор. В межах аттрактора всі розв'язки оптимізаційної задачі доречно, доцільно вважати цілком рівноцінними. Проте насправді нездоланий суб'єктивізм не дозволяє пристати на цю думку (без участі диктатора, скажімо).

10. Сумісні оптимізаційні зусилля – це організація одного з методів формалізованого покрокового руху до досконалості. Цей процес мав би тривати нескінченно довго, і в такому разі не було б

шансів скористатися з результатів пошуку досконалості. Тож процес доречно зупинити, коли швидкість віртуального удосконалення не стане меншою за якесь наперед задане значення.

11. Коли виокремлюють задачі ухвалення рішень за умов невизначеності, то тим самим ніби переконують, що знають такі об'єктивно вмотивовані практично корисні, а не самоцінні, задачі ухвалення рішень але за умов визначеності. Та досвід наводить на думку, що насправді таких умов не існує допоки їх штучно на цілком суб'єктивних засадах не доозначають усілякими припущеннями. Лінійність, звісно, не є нормою, але саме вона торує шлях у п'їтмі невизначеності. Квантова механіка (фізика) навіть думає, що властивості пізнаваних об'єктів не можна вивчати, відволікаючись від способу спостереження. Можна визнати чинним принцип доповнюваності: фактичний прояв досконалості рятувальної машини і її математичний опис є доповнювальними. Спроба створити точний математичний опис прояву властивостей машини ускладнює ясність його розуміння і фактично ніколи не знаходить практичного визнання.

12. Ухвалення рішення в ситуації невизначеності – це не математична, а природнича проблема. В онтологічній (онтичній, більше філософській) невизначеності, що зумовлена недосконалістю знання про суще і сутне та є фундаментальнішою за гносеологічну (більше формальну, математичну), майбутнє не впливає з минулого чи взагалі з будь-чого. Його щосекунди витворюють наші вчинки/дії.

### Список літератури

1. Європейський словник філософій: Лексикон неперекладностей. Том перший. Київ: Дух і літера, 2009. 576 с.
2. Гащук П. Н. Энергетическая эффективность автомобиля. – Львов: Світ, 1992. –208 с.
3. Гащук П. Н. Оптимизация топливно-скоростных свойств автомобиля. Львов: Вища шк. Издво при Львов. ун-те, 1987. 168 с.
4. Гащук П. М. Энергия та упорядкований рух. Львів: Українські технології, 2004. 608 с.
5. Батищев Д. И. Поискные методы оптимального проектирования. Москва: Советское радио, 1975. 216 с.
6. Гаспарский В. Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок (Wojciech Gasparski, Kryterium i metoda wyboru rozważania technicznego w ujęciu prakseometrycznym (z zagadnień metodologii projektowania)) / пер. с польск. – Москва: Мир, 1978. – 174 с.
7. Ланге О. Оптимальные решения. Основы программирования (Oskar Lange, Optymalne decyzje. Zasady programowania) / пер. с польск. Москва: Прогресс, 1967. 286 с.
8. Саати Томас Л. Математические модели конфликтных ситуаций / Пер. с англ. Москва: Сов. радио, 1977. 304 с.

9. Гаврилов В. М. Оптимальные процессы в конфликтных ситуациях. Москва: Сов. радио, 1969. 160 с.
10. Бобраницький Ю. П., Олефір Ф. П. Цифрові функціональні перетворювачі. Київ: Техніка, 1971. 116 с.
11. Чаповський М. З. Методи стабілізації транзисторних підсилювачів. Бібліотека з напівпровідникової електроніки. Київ: Техніка, 1964. 196 с.
12. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ (Benjamin S. Duran, Patrick L. Odell, Cluster analysis. A survey) / пер. с англ. Москва: Статистика, 1977. 128 с.
13. Гащук П. М., Войтків С. В. Способи створення уніфікованих автобусів різного призначення // Вісник Львів. держ. ун-ту безпеки життєдіяльності, 2014. № 9. С. 41 – 52.
14. Гащук П. М., Войтків С. В., Курач Б. В. Ідентифікація поколінь автобусів за уніфікаційним критерієм // Вісник Львів. держ. ун-ту безпеки життєдіяльності, 2014. № 10. С. 32 – 55.
15. Гащук П. М., Войтків С. В., Курач Б. В. Використання поняття інтегрального модуля для формування типових проектів автобусної техніки // Вісник Львів. держ. ун-ту безпеки життєдіяльності, 2014. № 10. С. 56 – 75.
16. Гащук П. М., Войтків С. В. Концепція створення типорозмірного ряду модульно-уніфікованих спеціальних колісних шасі для пожежно-рятувальних автомобілів / Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 20, 21 жовтня 2016. С. 414 – 417.
17. Гащук П. М., Сичевський М. І. Загальні світові тенденції в царині проектування й виготовлення мобільної пожежно-рятувальної техніки. Північна Америка // Пожежна безпека : збірник наукових праць ЛДУ БЖД. 2016. № 29. С. 18–35.
18. Гащук П. М., Сичевський М. І. Загальні світові тенденції в царині проектування й виготовлення мобільної пожежно-рятувальної техніки. Європа // Пожежна безпека : збірник наукових праць ЛДУ БЖД. 2017. № 30. С. 22–43.
19. Гащук П. М., Сичевський М. І. Особливості й труднощі класифікації самохідної техніки для ліквідації надзвичайних ситуацій // Пожежна безпека : збірник наукових праць ЛДУ БЖД. 2015. № 27. С. 33–43.
20. Гащук П. М., Войтків С. В. Проектно-орієнтоване управління формуванням компоновальних схем міжміських автобусів малого (середнього) розмірного класу / Вісник Львівського державного університету України : збірник наукових праць. 2012. № 6. С. 129–143.
21. Гащук П. М., Войтків С. В. Проектно окреслена концепція автобуса для обслуговування вітчизняних аеропортів / Вісник Львівського державного університету України: Збірник наукових праць. 2013. № 7. С. 76–86.
22. Елленберг Дж. Як ніколи не помилятися: Сила математичного мислення / Пер. з англ. – Київ: Наш формат, 2017. 408 с.
23. Гащук П. М., Сичевський М. І., Домінік А. М. Про зміст поняття «коефіцієнт корисної дії автомобіля» // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2016. – № 14. – С. 152–175.
24. Талеб, Н.-Н. Антикрихкість. Про (не)вразливе у реальному житті / пер. з англ. 2-ге вид. Київ: Наш формат, 2019. 400 с.
25. Кох Р. Принцип 80/20 та 92 інших фундаментальних закони природи. Наука успіху / Пер. з англ. Київ: Видавнича група КМ-БУКС, 2019. 360 с.
26. Dawkins R. The selfish gene. Oxford: Oxford University Press, 2016. 496 p.
27. Dawkins R. The God Delusion. New York: Houghton Mifflin Company, 2008. 416 p.
28. Dawkins R. The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design. New York: W. W. Norton & Company, 2015. 496 p.
29. Гащук П. Автомобіль: Теорія колісного рушія. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 328 с.
30. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Inf. Control, 1965. V. 8. P. 338–353.
31. Болтянский В. Г. Максимизация нескольких функционалов. В кн.: Болтянский В. Г. Оптимальное управление дискретными системами. – Москва: Наука, 1973. С. 31–38.
32. Волгин Н. Н. Принцип согласованного оптимума. Москва: Советское радио, 1977. 144 с.
33. Сеа Ж. Оптимизация. Теория и алгоритмы. Москва: Мир, 1973. 244 с.
34. Цирлин А. М., Балакирев В. С., Дудников Е. Г. Вариационные методы оптимизации управляемых объектов. Москва: Энергия, 1976. 448 с.
35. Бояринов А. И., Кафаров В. В. Методы оптимизации в химической технологии. Москва: Химия, 1975. 576 с.
36. Лихнерович М. Модель экономического обмена (экономика и термодинамика). В сб. переводов «Математическая экономика. Равновесные модели, оптимальное планирование и управление»; под ред. Б. С. Митягина. Москва: Мир, 1974. С. 101–142.
37. Когут А. Е., Новожилов В. И. Выбор экономических параметров машины при конструировании. Ленинград: Машиностроение, 1974. 128 с.
38. Гащук П. М., Нікіпчук С. В. Формалізація структур автомобільних трансмісій у системах автоматизованого проектування / Вісник національного університету “Львівська політехніка” № 866. Серія: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. 2017. С. 126–133.
39. Гащук П. М., Нікіпчук С. В. Алгоритм структуризації трансмісій мобільних машин у середовищі автоматизованого проектування / Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: збірник наукових праць. 2017. № 15. С. 124–146.

40. Гащук П. М., Нікіпчук С. В. Структурні особливості рядів передатних відношень в автомобільних трансмісіях / Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. 2016. № 838. С. 126–134.

41. Гащук Л. П., Гащук П. М. Прийняття рішень в умовах невизначеності та технологія експертних оцінок / Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: збірник наукових праць. 2017. № 16. С. 6–26.

42. Пітерсон Дж. 12 правил життя. Як перемогти хаос; пер. з англ. Київ: Наш формат, 2019. 320 с.

### References

1. European dictionary of philosophy: Untranslatable Lexicon. (2009). Volume First, Kyiv: Spirit and Letter, 2009, 576 p. (in Ukrainian, Translated from France).

2. Hashchuk, P. M. (1992). Power Efficiency of Car. *L'viv, Svit*, 208 p. (in Russian).

3. Hashchuk, P. M. (1987). Optimization of fuel-speeds properties of car, *L'viv, Vyshcha shkola*, 168 p. (in Russian).

4. Hashchuk, P. M. (2004). Enerhiia ta uporiadkovanyi rukh [Energy and orderly movement], *L'viv, Ukrainian technologies*, 608 p. (in Ukrainian).

5. Batyshev, D. I. (1975). Searching methods of the optimum planning, Moscow, *Soviet radio*, 216 p. (in Russian).

6. Gasparski, W. (1978). Praceological analysis of project-designers developments, Moscow, *Mir*, 216 p. (in Russian).

7. Lange, O. (1967). Optimal decisions. Bases of programing, Moscow, *Progress*, 286 p. (in Russian).

8. Saati, Th. Ji. (1977). Mathematical models of conflicts situations, Moscow, *Soviet radio*, 304 p. (in Russian).

9. Gavrilo, V. M. (1969). Optimal processes in conflicts situations, Moscow, *Soviet radio*, 160 p. (in Russian).

10. Bobranytskyi, Iu. P., & Olefir, F. P. (1971). Digital functional transformers, Kyiv, *Technique*, 116 p. (in Ukrainian).

11. Chapovskii, M. Z. (1964). Methods of transistors strengtheners stabilizing. Semiconductor Electronics Library, Kyiv, *Technique*, 196 p. (in Ukrainian).

12. Duran, B. S., & Odell, P. L. (1977). Cluster analysis. A survey, Moscow, *Statistics*, 128 p.

13. Hashchuk, P. M., & Vojtkiv, S. V. (2014). Ways of creating unified buses of different assignment. *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, no. 9, pp. 41–52. (in Ukrainian).

14. Hashchuk, P. M., Vojtkiv, S. V., & Kurach, B. V. (2014). Identification of buses generations by the unification criterion. *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, no. 10, pp. 32 – 55. (in Ukrainian).

15. Hashchuk, P. M., Vojtkiv, S. V., & Kurach, B. V. (2014). Using of the concept of integral module for

the formation of the type range projects of buses. *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, no. 10, pp. 56–75. (in Ukrainian).

16. Hashchuk P. M., & Vojtkiv S. V. (2016). Creation conception of type-size row of the module-compatible special wheeled undercarriages for fire-rescues cars. *L'viv: Materials of the International Scientific Conference “Fire and Technical Safety. Theory, practice and innovation”*, 414–417. (in Ukrainian).

17. Hashchuk, P. M., & Sychevskii, M. I. (2016) Global trends in the design and manufacture of fire-fighting and rescue service vehicles. North America. *Fire Safety*, no 29. pp. 18–35 (in Ukrainian).

18. Hashchuk, P. M., & Sychevskii, M. I. (2017). Global trends in the design and manufacture of fire-fighting and rescue service vehicles. Europe. *Fire Safety*, no 30. pp. 22–43 (in Ukrainian).

19. Hashchuk, P. M., & Sychevskii, M. I. (2015). Features and difficulty of classification self-propelled machinery for emergency response efforts // *Fire Safety*, no 27. pp. 33–43. (in Ukrainian).

20. Hashchuk, P. M., & Vojtkiv, S. V. (2012). The project-oriented management of creation of grouped scheme of the mini (midi) sized class interurban buses, *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, № 6, pp. 129–143.

21. Hashchuk, P. M., & Vojtkiv, S. V. (2013). Project concept of a bus for servicing of domestic airports, *Bulletin of the Lviv State University of Life Safety*, no 7, pp. 76–86.

22. Ellenberg, J. (2017). Yak nikoly ne pomylaiatsia: Syl'a matematychnogo myslennia, [How Not To Be Wrong: The Power of Mathematical Thinking], Kyiv, *Nash Format*, 408 p. (in Ukrainian, Translated from English).

23. Hashchuk, P. M., Sychevskii, M. I., & Dominik, A. M. (2016). Pro zmist poniattia «koeffitsient korysnoi dii avtomobilia» [The Maintenance of Concept «A Car Efficiency»], *Visnyk LDUBZhD [Bulletin of Lviv State University of Life Safety]*, No. 14, pp. 152–175. (in Ukrainian).

24. Nassim N. T. (2012). *Antifragile. Things that Gain from Disorder*, Kyiv, *Nash Format*, 400 p. (in Ukrainian, Translated from English).

25. Koch R. (2019). The 80/20 Principle and 92 Other Powerful Laws of Nature, Kyiv, *Publishing group KM BUKS*, 360 p. (in Ukrainian, Translated from English).

26. Dawkins, R. (2016). *The selfish gene*. Oxford, *Oxford University Press*, 496 p.

27. Dawkins, R. (2008). *The God Delusion*, New York, *Houghton Mifflin Company*, 416 p.

28. Dawkins, R. (2015) *The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design*, New York, *W. W. Norton & Company*, 496 p.

29. Hashchuk, P. (2018). *Car: Theory of wheel*. Kyiv, *Condor*, 328 p. (in Ukrainian).

30. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets, *Inf. Control*, V. 8, pp. 338–353.

31. Boltianskii, V. G. (1973). Maximization a few functional. *Boltianskii V. G. Optimal management by the discrete systems*, Moscow, Science, pp. 31–38. (in Russian).
32. Volgin, N. N. (1977). *Principle concerted optimum*, Moscow, Soviet radio, 144 p. (in Russian).
33. Sea, J. (1973). *Optimization. Theory and algorithms*, Moscow, Mir, 244 p. (in Russian).
34. Tsyrlin, A. M., Balakirev, V. S., & Dudnikov, E. G. (1976). *Variation methods of optimization of the guided objects*, Moscow, Energiia, 448 p. (in Russian).
35. Boiarinov, A. I., & Kafarov, V. V. (1975). *Optimization methods in chemical technology*, Moscow, Chemistry, 576 p. (in Russian).
36. Likhnerovich, M. (1974). Model economic exchange (economics and thermodynamics), *Mathematical economy. Ravnovesnye models optimum planning and management*, Moscow, Mir, pp. 101–142. (in Russian).
37. Kogut, A. E., & Novozhylov, V. I. (1974). *Choice of economical parameters of machine at designing*, Leningrad, Mashynostroeniie, 128 p. (in Russian).
38. Hashchuk, P., Nikipchuk, S. (2017). Formalization transmissions automobile structure in computer-aided design, *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lviska Politekhnikha": Dynamika, mitsnist ta proektuvannia mashyn i pryladiv. [Bulletin of Lviv Polytechnic National University: Dynamics, strength and design of machines and devices]*, Vol. 866, pp. 126–133 (in Ukrainian).
39. Hashchuk, P., Nikipchuk, S. (2017). The algorithm for modelling vehicle transmission structures in the computer-aided design environment, *Visnyk LDUB-ZhD [Bulletin of Lviv State University of Life Safety]*, No 15, pp. 124–146 (in Ukrainian).
40. Hashchuk, P., Nikipchuk, S. (2016). Structural characteristics of gear ratio in car transmissions, *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lviska Politekhnikha": Dynamika, mitsnist ta proektuvannia mashyn i pryladiv. [Bulletin of Lviv Polytechnic National University: Dynamics, strength and design of machines and devices]*, Vol. 838, pp. 126–134. (in Ukrainian).
41. Hashchuk, L. P., & Hashchuk, P. M. (2017). Pryiniattia rishen v umovakh nevyznachenosti ta tekhnologiiia expertnykh otsinok [Decision-Making in the Conditions of Vagueness and Technology of Expert Estimations], *Visnyk LDUBZhD [Bulletin of Lviv State University of Life Safety]*, no. 16, pp. 6–26. (in Ukrainian).
42. Peterson J. B. (2018). *12 Rules for Life: An Antidote to Chaos*, Kyiv, Nash Format, 320 p. (in Ukrainian, Translated from English).

**\*Науково-методична стаття**