

УДК 519.7

*Л.П. Гащук, П.М. Гащук, д-р техн. наук, професор,
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,*

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Оцінюються можливості різних наук (наукових дисциплін) долати невизначеність у процесі прийняття прагматичних рішень. Наголошується, що за дослідження невизначеностей беруться багато наук — і класичні, і новітні, що ніби спеціально створені саме для додання невизначеності. Деякі з «нових» наук ще тільки вчаться «розмовляти» по-своєму, але вже готові сприяти прийняттю правильних рішень. Особлива увага зосереджена на аналізі ефективності експертного оцінювання. Ще якось можна миритись з тим, що на експертні оцінки покладаються у повсякденній практиці прийняття важливих рішень у дуже складних ситуаціях невизначеності. Але помітним стає й те, що технологія експертних висновків проникає в науку — туди, де за істину не прийнято голосувати, як на виборах. На простих прикладах показано сумнівні перспективи застосування технології експертного оцінювання в царині наук.

Ключові слова: теорія прийняття рішень, невизначеність, експертна оцінка, проект, управління.

L.P. Hashchuk, P.M. Hashchuk

DECISION-MAKING IN THE CONDITIONS OF VAGUENESS AND TECHNOLOGY OF EXPERT ESTIMATIONS

Possibilities of different sciences (scientific disciplines) to overcome a vagueness in the process of decision-making pragmatic are estimated. It is marked that a lot of sciences, both classic and newest, are undertaken for research of vaguenesses. Some of «new» sciences yet even study to «speak» one's own way, but already ready to be instrumental in the decision-making correct. The special attention is concentrated on the analysis of expert evaluation efficiency. It is yet somehow possible to bear with that on expert estimations is laid in everyday practice of decision-making important in strong difficult situations of vagueness. But becomes noticeable and that technology of expert conclusions gets to science — there, where for truth it is not accepted to vote, as on elections. On simple examples the doubtful prospects of application of technology of expert evaluation are rotined in area of sciences.

Keywords: decision-making theory, vagueness, expert estimation, project, management.

Вступ. Все, про що йтиметься, в більшій мірі пов'язане з тим, чим займається так звана теорія прийняття рішень за умов невизначеності (у середовищі невизначеності), але не тільки з тим. Лавинне нашестя різних принципів добору рішень і критеріїв якості цих рішень починає навіть загрожувати вірі у спроможність теорії прийняття рішень наводити лад в науці й раціонально спрямовувати практичні домагання. Процес прийняття рішень може спиратися, приміром, на ідейно доволі досконалу теорію ігор, а відтак — на ніби цілком зрозуміле поняття корисності [1]* або ж на ніби цілком логічні байєсівський і мінімаксний принципи прийняття рішень [2]... Та кожного разу не вдається ані позбутися власних сумнівів щодо якості-довершеності прийнятих рішень, ані уникнути небезпідставної сторонньої критики.

Л. Севідж, а ще перед тим Бруно Де-Фінетті, запровадили, приймаючи рішення в умовах невизначеності (у разі значної нестачі інформації), керуватись суб'єктивними ймовірностями. Саме в такому разі твердо в нагоді стає так звана теорія корисності, що наскрізь пронизана суб'єктивністю.

* Як дивно, велика нація не має викладених рідною мовою найкращих наукових розвідок і дидактичних розробок зі всього світу, які стали класикою та мали б правити за надійний дороговказ для нових поколінь тих, хто хоче стати по-справжньому освіченим. Коли нема можливості посилатись на перекладене українською, то нема можливості говорити по-справжньому українською навіть про найголовніше. Де ж держава?

А теоретичну ймовірність часто пізнають емпірично через частість. Імовірність та частість (частота настання) події співвідносяться подібно як сутність і явище. Як сутність пізнання через споглядання явища, так імовірність ідентифіковування через обліковування частоті (тобто статистично). Це щось подібне до протиставлення «річ в собі — річ для нас». Як відомо, річ у собі — те, що існує поза нами, безвідносно до нас, незалежно від людських практики й пізнання... Річ для нас — річ як вона розкривається перед нами унаслідок нашого досвіду і нашої пізнавальної активності.

Коли хочуть показати-унаочнити протиріччя між звичними поняттями «ймовірність — абстрактна міра визначеності» і «частість — реальна частота настання невизначеної події» вдаються до змальовування такої віртуальної ситуації (Джордж Пойа). «Ви тяжко хворі» — сказав лікар, оглянувши пацієнта, — «з десяти хворих на таку хворобу виживає тільки один». Сказане приголомшило хворого. Та далі лікар узявся заспокоювати його: «Але Вам дуже пощастило, що Ви звернулись саме до мене, пане. У мене від цієї хвороби вже померло якраз дев'ять осіб...».

Та на цю віртуальну ситуацію можна глянути й під іншим кутом. Якщо покладатись на суб'єктивну ймовірність від лікаря, то пацієнт має ніби твердий шанс, може впевнено плекати надію. Але в пацієнта може визріти й своя суб'єктивна ймовірність: помер, знову помер, ще помер..., то й мені, зрозуміло, гаплик; навіщо ж той лікар — краще було взагалі не знати прикрої правди! Суб'єктивні ймовірності ніби цілком протиставні. А як бути з ризиком? Чи не здається, що рівень ризику для пацієнта правдоподібно відображає оцінка «півна-пів» чи «пан-або-пропав»? Цьому напевне не зможе зарадити ні «ризикологія», ні «ризикософія», до яких деколи ніби покликаються. Тож ймовірність, надія, шанс, ризик... — навіть суб'єктивно не звідні один до одного.

Спростовувати невизначеність ніби покликана наука. Вона добуває інформацію й перетворює її на нові знання тим успішніше, чим глибшими попередніми знаннями володіє, чим вона теоретично, так би мовити, розвинутіша, чим досконалішими засобами пізнання оперує. Але як експериментувати із суб'єктивними можливостями-ймовірностями? Хочемо пізнати сутність, а мусимо вивчати явища — по-іншому ж не можливо. За А. Шенноном [3] інформація може пересилатися тільки засобами матеріальних сигналів, у яких вона закодована. Тож подібно: хочемо пізнавати інформацію, тобто інформацію-сутність, а мусимо вивчати кодовані тексти, тобто інформацію-явище (йдеться про тексти, звісно, в широкому розумінні — про будь-що таке, що матеріально несе інформацію).

Як тільки-но виникає хоч-яка нетривіальна ситуація, то це означає обов'язкову присутність в її осередку людини. Без людини нема ситуації, можна казати, що ситуація завжди життєва. Кожна вона від початку об'єктивно неозначена й невизначена — саме в очах суб'єкта, бо середовище ситуації (матеріально окреслене) містить в собі цілком певну інформацію (нематеріальної природи). А намагається якимось усвідомити це саме «інтелект». По-іншому: ситуація (збіг умов і обставин) — це поєднання реальності (що містить в собі матеріальне середовище й нематеріальну інформацію) та інтелекту людини, цілком природно наскрізь пронизаного невизначеністю. Тож суб'єктивність — це об'єктивна реальність. Але разом з тим слід зважати на так званий антропний принцип (англійською *self-sampling assumption*) — принцип, згідно з яким ми бачимо Всесвіт таким, а не іншим, адже якби він був іншим, нас би тут не було і ми не могли б його спостерігати (за [4]). Принцип цей не дозволяє керуватись лише свавільним, вороже необ'єктивним суб'єктивізмом і не зважати на те, що стається з докільням унаслідок нашої активності. Але чи робочим є цей принцип, скажімо, в економетрії чи праксеології? Чи належним чином прониклася ним наука взагалі?

Мета роботи — оцінити можливості науки як такої пізнавати невизначеність з цілком прагматичними намірами — добувати суб'єктивно корисні рішення, але не загрожуючи при цьому вірі в антропний принцип (де закінчується наука, має починатися віра). Зокрема, було б добре з'ясувати, куди можна залучати інструментарій експертних оцінювань, а куди

йому зась. Ця задача/проблема стала дуже актуальною. Ще якось можна змиритись з тим фактом, що на експертні оцінки покладаються у повсякденній практиці прийняття важливих рішень в дуже складних ситуаціях невизначеності. Але помітним стає й те, що технологія експертних висновків проникає в науку — туди, де за істину якось не прийнято голосувати як на виборах. Цікаво, що за спростовування невизначеностей беруться багато наук (дисциплін) — і класичні, і новітні, що ніби спеціально створені саме для долання невизначеності. Деякі з «нових» наук (чи радше дисциплін) ще тільки вчаться розмовляти по-своєму, переглядаючи зміст запозиченої термінології і поняттєвої основи та продукуючи власні терміни й поняття, але при цьому вже беруться (!?) допомагати приймати правильні рішення.

Про конфлікт наук. Яка наука могла б допомогти теорії прийняття рішень? Може філософія — діалектика, скажімо? На фасаді одного з львівських будинків (площа Ринок, 28) вирізьблено латиною: *Nunquam discrēpat utile a dēbōro*. Це означає: Ніколи корисне не розбігається з прекрасним. Це радше істина, ніж гарна змістом сентенція. Але (і це іронія) чи означає це, що треба вивчати прекрасне і пізнаєш корисне?

Ф. Енгельс запозичив ідею діалектики у Г. Гегеля. Філософська система Гегеля наважилась «пояснювати» будь-що на світі. А спирався Гегель на власний спосіб мислення — свій діалектичний метод, який він називав діалектичною логікою. Пол Стретерн назвав цю систему «красивим поетичним вимислом». А привернула особливу увагу Ф. Енгельса (широкого матеріаліста) в діалектиці Гегеля (широкого ідеаліста) так звана філософія тотожності: дійсність тотожна людському розуму; тож якщо в нашому мисленні виникали протиріччя, то й сама природа наповнена протиріччями. То як було Енгельсу під прикриттям філософії тотожності не написати висмоктану радше з пальця «Діалектику природи», то ж як К. Марксу не надумати боротьбу класів в суспільстві?

Якщо б Гегель мав рацію, то й у прийнятті рішень усяке (а воно суб'єктивне) свавілля мало б сенс. Принциповим критиком ідеалістичної системи Гегеля відразу став Л. Фейєрбах його сучасник, учень: у світі немає нічого, крім природи, вона ніким не створена і є причиною самої себе. Але, здавалося б, розумна сентенція «Реальність — це те, що існує поза нами і незалежно від нас, те, що є поза тим, чи знаємо про нього.» не може сприйматись як бездоганна, бо в ній не збагнути, як там ми у цій реальності. Звісно, аби бути, природа не потребує, щоб її вивчали. Тож: нема суб'єкта, що заповзявся пізнавати, — нема й науки.

Може долати невизначеність допоможе аксіологія — філософська дисципліна, що намагається вивчати сутність, форми явлення, функції цінностей? Цінності, як вона розуміє, виробляються людиною у відповідь на свої потреби, що несуть у собі конкретно-історичний відбиток дійсності. Цінність має певний матеріальний сенс для людини, та водночас цінність — це ідея, що звернена до дійсності і формує закони, які визначають її досконалість в очах (у свідомості) людини. Та відомо, що успіхи цієї дисципліни не стали конструктивними.

Тепер про кібернетику (грец. κυβερνητική τέχνη — мистецтво, майстерність керувати)... За об'єктивними мірками — це хіба-що соціальна (ідеологічного спрямування гуманітарна) наука, приблизно як це й було у Платона. Але й цього, мабуть, не треба за нею визнавати, бо як в такому разі бути із соціологією (а з політологією)? Від повного несприйняття (радянський «Філософський словник» від 1952 року називав її «буржуазною лженаукою») через вибух безоглядного, часом широко кон'юнктурного, поклоніння їй (радянському ж «Філософському словнику» вже від 1973 року не вистачало слів, аби належно нахвалити її [5]) кібернетика дійшла до майже цілковитого забуття у всьому світі (спробуймо окреслити суто її власні здобутки, і нічого путнього з цього не вийде).

А як самостійна (ніби з власною проблематикою, предметом і засобами дослідження) кібернетика долучись до сонму справжніх наук, як вважають, з часу виходу (1948 рік) книги Н. Вінера «Кібернетика, або керування і зв'язок у тварині й машині» [6]. Але кому з середовища «science» (справді науки) вдалося винайти-відкрити щось вагоме, звертаючись саме до кібернетики?

А як там з науковим предметом кібернетики насправді?.. В першому приближенні можна казати: хімія переймається законами й процесами перетворення речовини, фізика — матерії-енергії в широкому сенсі, інформатика — інформації... А яким об'єктом чи предметом стурбована кібернетика? Одні кажуть — пізнанням законів і процесів функціонування складних систем та керування в них і ними (мабуть, задля задоволення бажання людини бути присутньою в цих процесах?; простими системами хай займається автоматика?). А є такі, що пов'язують кібернетику з обчислювальними (?) технологіями і машинами (згадаймо, чим довший час займався Інститут кібернетики АН УРСР, приміром). А ще вважають, що кібернетика займається інформацією — це її стрижневе поняття на противагу поняттю просто керування. Без інформації ж бо неможливо ні регулювати, ні керувати, ні управляти в складних системах (а в простих?). Та загалом виглядає так, що вона навіть не в силі класифікувати свої інтереси та свої суто власні здобутки.

Набагато легше бачити предметні царини (області, поля) теорії інформації чи інформатики? Звісно, нема сенсу переходити на бік тих, хто вважає, що термін «Інформатика» — це проблемний переклад з англійської терміна «Computer science».

Термін «кібернетика» на позначення науки використав ще Платон — 2400 років тому (IV століття до н. е., в книзі «Політика»). Потім цей платонівський термін виринув у працях А. М. Ампера, який спробував вибудувати струнку систему наук, куди заніс й такі, що досі не стали насправді потрібними. Серед наук Ампера — й кібернетика: він поділив політику-науку, що мала б пізнавати як керувати соціумом, на кібернетику і теорію влади. Друга з цих наук фактично не прижилася (якщо не ототожнювати її із соціологією). Пізніше польський філософ Ф.-Б. Трантовський критично обміркував ставлення філософії до кібернетики, або мистецтва правити народом і визнав корисність кібернетики у справі управління державою. І нарешті — вже згадуваний Норберт Вінер зі своїми «керуванням і зв'язком» (до слова, він наполягав, що про кібернетику Платона й Ампера анічогісінько не знав).

Розбурхала надмірний інтерес до кібернетики ласа до сенсацій преса. Під моду почали з'являтися технічна, будівельна, біологічна, соціальна, економічна тощо кібернетики, «здатні» розв'язати усі проблеми цивілізації. Але водночас визріла підозра про надуману всесильність кібернетики — у вчених, що не належали до марновірів. Вони не знаходили підстав бачити науку там, де керуються тільки загальними міркуваннями про прямі й зворотні зв'язки, про чорну скриньку..., де притягують у своє лоно низку різних самостійно визрілих наук, кожна зі своїм інструментарієм...

Не зважаючи на згасання кібернетичного буму обчислювальна техніка, приміром, далі розвивалася бурхливо, обчислювальні автомати демонстрували свої необмежені можливості. Вони стали цілком універсальними перетворювачами (розкодовувачами, перекодовувачами) інформації. Революційна кібернетика, як і революційний соціалізм, — утопічні.

Тож заступила шлях спекулятивній кібернетичі значно об'єктивніша інформатика (чи теорія інформації). Нема потреби категорично наполягати, та здається, що молодий цвіт має поринати саме у світ додатково збагаченої-підсиленої інформатики, а не кібернетики. Інформатика — це саме те, що й створювалось усім світом, а не цілком нескромним одинаком, якого потім півсвіту некомпетентних агресивно підтримали.

Те, що колись зазвичай називалось теорією, тепер зазвичай називають моделлю. Може кібернетика — це лише одна з можливих моделей світогляду? Хай так, але не більше.

Математика час від часу також намагається підім'яти під себе інші науки, патронувати над ними. Ніби жартома висловлювалась навіть думка «Математик зробить це краще» (натяк був на те, що культура/дисципліна міркування/мислення у математиків ніби вища/краща). Хоча дуже навіть часто виникали підстави декларувати гасло «Щирий (чистий) математик не зробить цього взагалі».

У передмові до першого видання своєї книги «Імовірність і інформація» (див. [7]) А. Яглом і І. Яглом безкомпромісно твердили: «...значною видається заслуга видатного амери-

канського математика і інженера Клода Шеннона, який ... зумів вказати нову важливу область математики, витоки якої пов'язані з цілком елементарними міркуваннями». Але чому — «область математики», і чому — «з елементарними міркуваннями»? Та й в анотації змісту книги «Імовірність і інформація» задекларовано, що йдеться про нову область математики (!?) — теорію інформації, тісно пов'язану з кібернетикою (!?).

Так само приблизно міркував і математик А. Колмогоров [8]: «...Клод Шеннон — це винятковий приклад єднання глибини абстрактної математичної думки з широким і в той самий час цілком конкретним розумінням великих проблем техніки... Значення робіт Шеннона для щирої математики не відразу було достатньо оцінене...». Та й загалом усю вінерівську кібернетику А. Колмогоров безапеляційно вважав математичною дисципліною, яка, за його словами, «у розумінні Н. Вінера позбавлена єдності».

Але чому б не змиритися з тим, що йдеться про внесок саме у природничі науки; чому б не прийняти, що, приміром, теореми Клода Шеннона «про кодування» та «про пропускну здатність каналу зв'язку» не є абстрактами, а відбивають в собі реальність (як, до речі, й закон великих чисел в теорії ймовірностей)?

Засновником так званої частотної (емпіричної) теорії ймовірностей є підстави вважати німецького вченого Р. Мізеса. Та саме він категорично не бачив в теорії ймовірностей (в теорії можливого) математичної дисципліни як такої, а радше тлумачив її як прикладну науку, що розв'язує неабстрактні проблеми, але спирається у всьому на математику. А от німецький математик (!) Д. Гільберт у своїй 6-й із знаменитих проблем (про аксіоматичне обґрунтування теорії ймовірностей) беззастережно трактував її як один з розділів фізики. Сучасні ж математики згорда вважають, що теорія ймовірностей — це суто математична дисципліна, яка має спиратись на строгу аксіоматику. За приклад послідовного й агресивного просування аксіоматичної методології може правити багатотомний курс сучасної математики Н. Бурбаки (N. Bourbaki, Ніколя Бурбаки — колективний псевдонім французьких, і не тільки, математиків). А математична статистика, це що — також невід'ємний розділ математики, як і теорія ймовірностей?

Розуміння невизначеності поглиблювалося. На противагу звичній імовірнісній невизначеності Л. Заде [9] виплекав ідею нечіткої множини, яку науковий світ сприйняв з великою прихильністю і великими сподіваннями. Поряд зі звичними термінами «розподіл ймовірностей», «ймовірнісна міра», «ймовірнісний інтеграл — математичне сподівання» з'явилися нові цікаві терміни-аналоги відповідно «функція належності», «міра нечіткості», «нечіткий інтеграл». А згодом ще виявилось, що нечіткі міри можуть бути як чітко-значними, так і нечітко-значними.

Невизначені ситуації (обставини) оцінюють також і в рамках поняттям ризику (скажімо, в рамках науки «Дослідження операцій», див. приміром, [10]). А ще просувають психологічну теорію рішень, яка ніби мала б справу із неструктурованими чи погано структурованими ситуаціями, стосовно яких більша (критична) частина інформації не підлягає формальному облікуванню і є загалом описовою в якісних термінах. Обчислюють навіть «надію» (на щось добре). Під безструктурною можна розуміти ситуацію, коли крім множини можливостей-альтернатив більше нічого не відомо.

Принцип керування ризиками проник і в «Управління проектами та програмами» [11]. Хоча управління проектами часто скромно трактують лише як процес прийняття компетентних рішень (!), та, разом з тим, зондуються й теоретично обґрунтовуються можливості навіть управління (!) невизначеністю [12, 13]. А розуміють під управлінням невизначеністю діяльність з постачання інформації суб'єктові, що наділений правом чи обов'язком приймати рішення, в такому обсязі, коли рівень його обізнаності стає мотивуючим, коли на тлі власної схильності до ризику його розгубленість зникає. Одним з різновидів постачання інформації поки що є сутнісно примітивний моніторинг «засвоєного обсягу» реалізації проекту.

Про проектне управління. Проектне управління почало розвиватися ніби як методологія керування діяльністю, спрямованою на досягнення певного цілком конкретного результату (хоча, що мало б не відповідати такому означенню?). Ось яскравий приклад, який помітила історія...

Нікого в ХХІ столітті не дивує, що протягом року, а іноді й швидше, виростають в місті цілі квартали. Та ще на початку ХХ сторіччя якийсь американський інженер із Сан-Франциско побив всі мислимі тоді (та й тепер) рекорди бурхливого будівництва. Бажаючи піднести своїй щойно з-під вінця дружині сюрприз, він одразу після процедури вінчання протягом 11 годин вибудував на голому місці будинок — сімейне гніздо.

Вінчання відбувалося о дев'ятій ранку, а о десятій на місце будівництва прибула валка возів з необхідними матеріалами. З'явилися туди артілі грабарів, мулярів, тесль, столярів, пічників, електротехніків... Всі роботи були до дециць заздалегідь розподілені і сотні людей працювали, не заважаючи один одному. О першій дня був споруджений фундамент, а до третьої години дня були зведені стіни. О 8-й вечора взялися до роботи електротехніки, і вже о 9-й вечора новозбудований будинок привітно засвітив навкруг, як казали, венеційськими вікнами.

Місцеві газети писали, що будівля вдалася дуже витонченою та місткою: дві вітальні, їдальня, спальня, ванна, кухня та господарські прибудови. До 11-ї години ночі будинок був умебльований, і господарі радо приймали численних гостей. При цьому не спадало на думку боятися за стійкість стін і штивність стель.

Якщо в процесі реалізації проекту не було жодних збурень, то маємо красивий приклад ефектних і ефективних діянь з царини «Планування-програмування», якщо ж доводилось зважати на різні ризики, якщо виникали різні «турбуленції та ...фуркації», то — це красивий приклад з царини «Управління проектами та програмами».

Нагадаємо також, що ще з давніх часів в Україні існує звичай будувати житло «толокою». Звичайно, житла ці — без ванних кімнат... Але те, що протягом світлого дня спільними силами вибудовувалася все-таки повноцінна хата — це факт, хоча, мабуть, і не реєстрований в жодній книзі рекордів (бо буденний). Ще одне величне дійство: засноване на глибинних народних традиціях українське весілля, в якому майже у повному складі задіяні дві родини та часто повністю два села з чітким розписом завжди глибокого змісту дій та аж-ніяк не примітивних функцій величезної кількості учасників, які не могли завадити один одному.

Надзвичайне захоплення викликають хмарочоси, якими зарощені великі міста США (в Нью-Йорку — їх приблизно 140, його символом є Empire State Building; а от Мангетен — це цілий острів хмарочосів). Сьогодні вони — ознака економічної величі Сіднея, Мельбурна, африканського Йоганнесбурга, Шанхая, Бангкока, Лондона, Парижа, Франкфурта... Надзвичайно високою (163 поверхи, 828 метрів) є, приміром, впроваджена в експлуатацію 2010 року будівля «Бурдж-Халіфа» в Дубаї.

Перша хвиля такого штибу будівельної активності поглинула світ у 1885 ... 1939 роки. Саме у 1885 році в Чикаго була побудована перша висотна (щоправда, ледь заввишки 42 метри) споруда комерційного призначення, і саме відтоді термін «хмарочос (чи небодер)» почали використовувати на позначення надзвичайно високих будівель, а не іронічно — аби вирізнити будь-що особливо високе (скажімо, надмірно високий капелюх).

Хмарочос є особливим продуктом, що вимагав особливої організації праці і потребував навіть робітників особливого фаху — клепаців (клепальників) металевого кістяку споруди, що мали працювати бригадами по-чотири незмінного складу і яким дарувались надзвичайні фахові привілеї. Металеві балки завдовжки в декілька метрів і вагою декілька тонн підвозилися вантажівками мить-у-мить затребування і відразу за допомогою дериків (спеціальних кранів) потрапляли «на висоту», бо ніхто з різних причин не міг дозволити влаштовувати комори й нагромаджувальні майданчики поруч будівництва. Тож, чим хмарочос не об'єкт дисципліни (науки) «Управління проектами та програмами»? Але...

Висотне будівництво мало свої економічні й господарські засновки. Потрібного рівня мало досягнути сталеливарне й прокатне (вальцювальне) виробництво — без промислового виробництва якісних сталевих профілів потрібного сортаменту неможливо було б зводити надійний тримкий кістяк висотної будівлі. Мали визріти й суто фінансово-економічні причини: інтенсифікація народної господарки та бурхливий розвиток містобудування призвів до вкрай неприйнятної зростання вартості землі під будівництво комерційних споруд та й до непомірного розростання й ускладнення міських комунікацій. Не обійшлося б без належно ефективного електропостачання та досконалого електромашинобудування: принаймні мали з'явитися надійні швидкісні ліфтові системи. Існують й інші вагомні чинники, але, звернімо увагу, серед засновків не видно якогось наукового — з царини «Управління проектами та програмами», скажімо. Понад те, згадуваний будівельний бум не спровокував появи такої потрібної (як здається) дисципліни «Проектний менеджмент». Empire State Building — рідкісний випадок, коли і завершено швидше, і коштувало менше, ніж передбачалося проектом.

Проте відомо, що приблизно 80 % солідних проектів провалюються протягом перших чотирьох-п'яти років через, як кажуть, надмірну натхненність засновників. А ще доводилося чути, що проблеми з довгобудами в Україні — це ознака неглибокого впровадження знань і технологій саме «Управління проектами...». Хоча насправді ці довгобуди — це пам'ятники успіхам ідеологів «фінансових пірамід». Та виявляється, довгобуди існували й існують повсюдно й поза Україною.

Перший камінь у фундамент католицького Собору Нотр-Дам де Парі (*Notre Dame de Paris*, рис. 1) закладено 1163 року, а завершили будівництво у 1345 році. За понад 180 років будівництва змінилось багато архітекторів, що позначилось нагромадженням в одній споруді різних архітектурних стилів. Французька революція ледь не знищила «твердиню мракобісся». Та час Робесп'єра спливав. Собор паризької Богоматері повернули Церкві й знову освятили 1802 року — за Наполеона, справжнього-неперевіреного Генія Історії. У 1847 році розпочали реставрацію Собору, яка тривала 23 роки. Життєвий цикл такого проекту — неосяжний. Добре, що є такий довгобуд і довгожитель, невіддільний засадам і принципам «Управління проектами і програмами».

Є в Європі ще споруда, яка будувалась навіть шість століть (з 1344 до 1929 зі значними перервами, звісно). Йдеться про католицький *Кафедральний собор святого Віта, Вацлава і Войтехы* в Празі, рис. 2.



Рисунок 1 — Собор Нотр-Дам де Парі



Рисунок 2 — Кафедральний собор святого Віта, Вацлава, Войтехы в Празі

Храм *Sagrada Família* (з каталонської на українську — Свята Родина) в неоготичному стилі за проектом архітектора Франсіско дель Вільяра почав зростати в Барселоні від 1882 року. Та вже через рік будівництво очолив славетний Антоні Гауді, цілком переробивши проект у стилі модернізму. А. Гауді ігнорував планування, постійно імпровізуючи у процесі будівництва, — задля втілення досконалішого навіть зупиняв роботи, вносив зміни, руйнував уже збудоване. Після прикрої загибелі 74-річного Гауді будівництво церкви продовжили у його стилі інші архітектори: закінчити зведення (вже почасті діючої) церкви планують або у 2026 році — до 100-річчя від смерті А. Гауді, або до 2033 року — до 2000-річчя Воскресіння Христа (яка зневага до Управління проектами та програмами!). За рішенням ініціаторів будівництва церкви — Асоціації шанувальників св. Йосипа — джерелом фінансування мали бути лише пожертви парафіян. Відтак — постійна нестача коштів. Під час громадянської війни в Іспанії каталонські анархісти зруйнували модель собору, знищили кресленики Гауді. Шкоди було завдано й самій будівлі.

Знамениту Сіднейську оперу планували відкрити на початку 1963 року, а будівництво мало вкластися в 7 мільйонів австралійських доларів. Та насправді відчинила двері опера на десять років пізніше, а втілення уже спрощеного (саме заради економії коштів) проекту обійшлося у 104 (!) мільйони.

А ось сучасніший приклад... З 2007 року очікували відкриття новозбудованої філармонії на Ельбі. А насправді проект цієї споруди став взірцем проектно-управлінської проблемності та фінансовою пасткою. Уже за задумом і теперішніми мірками це мав бути довгобуд — завершити спорудження планували на 2010 рік, і від самого початку це мав бути дуже витратний проект — закладали бюджет у 77 мільйонів євро. А насправді завершилося все значно примітніше, рис. 3: зведення величної будівлі в порту Гамбурга тривало ледь не десять років (втричі довше від запланованого, і навіть переривалося) — потрапила вперше публіка у велику залу новітньої філармонії на Ельбі аж 11 січня 2017 року. А витрачено було аж 789 мільйонів євро (удесятеро більше за планований бюджет).

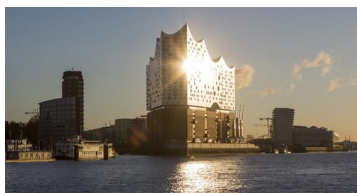


Рисунок 3 — Філармонія на Ельбі — пам'ятник проектно-управлінської безпорадності і новий символ Гамбурга

Але хто з цього приводу шкодуватиме? Філармонія постала на одному з островів, який раніше був забудований лише величезними коморами гамбурзького порту, і гармонійно поєднала в оригінальне ціле старе портове сховище і нову футуристичну скляну надбудову. Спочатку — мега-довгобуд та мега-витратна споруда, а тепер — новий культурний (!) символ звично торгового (!) Гамбурга та ще й перлина світової архітектури. Концертні зали — велика на 2100 місць і мала на 500 місць — розташовані в будівлі там, куди не проникнути шумові з порту. Та ще й будівельні конструкції спираються на ресорні пристрої. На жодному місці слухач не опиниться на відстані понад 30 метрів від диригента. Скляний мистецький витвір у вигляді хвиль, що сягає 110 метрів у висоту, розробили архітектори зі швейцарської компанії Herzog & de Meuron.

На висоті 37 метрів над землею, там, де закінчується кладка з червоної цегли стін колишньої комірної будівлі і починається монументальна надбудова майже зі скла, розгорнуто оглядову терасу, Plaza (відкриття її відбулось дещо раніше — у листопаді 2016 року). Звідти відвідувачі можуть споглядати на мальовниче середмістя Гамбурга, порт та Ельбу. До загального комплексу долучено п'ятизірковий готель, заклади громадського харчування та автомобільну паркувальню.

Тож цікаво, чи не випадає з контексту досконалого управління проектами (портфелем проектів) той факт, що цілком новий проект філармонії поглинув цілком старий проект цілком іншого призначення — портову споруду, з якої вже довго-довго інтенсивно користали? Чи раціонально управляли колись проектом «портова забудова», якщо одна із споруд вимушена жити ще стільки ж, скільки має жити загалом новобудова? Як все, що сталося, оцінювати з позицій «апріорі», а як — з позицій «апостеріорі»? Чи дасть собі раду з цим питанням наука «Управління проектами та програмами»?

Можна знайти багато прикладів, що доводять: будувати щось довго на довге життя вигідно. Сам процес будівництва — це власне також життя. Короткий термін окупності властивий «замкам з піску».

Буває, що управління як таке майже ототожнюють з прийняттям рішень чи формально зводять до нього. При цьому ще й намагаються подолати термінологічні невідповідності.

В наукових розвідках різного штибу можна надібати думку, що поняття «управління» та «менеджмент» не є еквівалентами, що українське «управління» та англійське Management не є тотожними. Дійсно, англійське to manage, крім «управляти», може означати «завідувати», «вести (справу)», «уміти поводитися (з чимось)», «справлятися, вправно обходитися», «упоратись (з)», «ухитритися, примудритися, зуміти зробити». І звісно «менеджмент енергопотоків в автомобілі» і «управління (керування) енергопотоків в автомобілі» — це не цілком про одне й те саме. Та й в англійській науковій літературі «менеджмент» навіть як наукове поняття означають дуже по-різному. Про яку ж точність перекладу може йтися?

Так де, в такому разі, шукати тотожність? Ну не може ж існувати неоднозначність в міжнародних дипломатичних, правових, ділових, наукових... спілкуваннях. Якщо навіть якась невідповідність термінів з різних мов з якоїсь причини має зберегтися, то однозначності все ж досягають за принципом «контекстної» відповідності. Та насправді проблема невідповідності мов загалом надумана. Все залежить від бажання порозумітися й домовитися.

Цікаво, що українська часом послуговується ще й співзвучними термінами менжувати, менджувати — баришувати, себто торгувати-перепродувати із вигодою. Як бути з ними? Погодитися, що вони невідворотно застаріли?

У 1927 році Вернер Гейзенберг дійшов дивного для класичної фізики висновку: умови, що сприяють вимірюванню координати розташування мікрочастинки (електрона, приміром), натомість ускладнюють знаходження її (його) імпульсу, і навпаки. Невизначеність координати Δq і невизначеність імпульсу Δp підпадають під так зване *співвідношення невизначеностей Гейзенберга*

$$\Delta q \Delta p > 2\pi\hbar,$$

де $\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — стала Планка. Так лапласівський детермінізм потрапив в опалу.

Співвідношення невизначеностей — окремих, частковий випадок загального принципу доповнювальності, виношенуваного Нільсом Бором трохи раніше і задекларованого знову-таки 1927 року. Тож виявилось, що координата й імпульс доповнювальні один одного поняття. І взагалі, фізична картина явища і його математичний опис доповнювальні: створення фізичної картини явища вимагає нехтувати деталями і провокує відхилення від математичної точності, а спроба укласти точний математичний опис явища затуманює його ясне розуміння-бачення.

Нільс Бор спробував поширити свій знаменитий *принцип доповнення* за межі атомної фізики (квантової механіки). Йому стало зрозуміло, що для відтворення в знаковій системі будь-якого цілісного явища, необхідно вдатись до взаємно протиставлених, додаткових класів понять. Якщо поширити принцип доповнення, приміром, на наукову термінологію, то різні національно окреслені термінологічні бази мали б стати сукупно доповнювальними, тобто такими, що не підлягають точному взаємному перекладу, але забезпечують цілковиту точність порозуміння.

Звісно, можна, хіба що риторично, запитати, чи піде англійська мова на те, аби запозичити українське «управління» — задля точності спілкування, зрозуміло? А чи надовго матиме (примарну) перевагу той, хто позначає якесь поняття не всім знайомим терміном і створює ілюзію ширшого світогляду чи глибшої обізнаності? Чи може знову заставити всю науку знову розмовляти тільки латиною? А може ще й молитися треба тільки латиною?

Покладаючись на принцип *ab ovo*, можна з'ясувати, що латиною *Manus agere* — дослівно вести за руку, етимологічно — вести за собою, керувати-управляти-правити кимось (а відтак, може, — й чимось). Французькою *manege* — майданчик чи приміщення для виїздки коней, вправління з їзди верхи..., а манежер — тренер, що на довгій шлеї навчав коней ходити колом певним кроком... То навіщо перейматись тим, що англійське поняття *management* дещо розмитіше за українські *управління* чи *керування*. Важливо знати, про що насправді йдеться. Як тут не покластися на концептуалізм (лат. *conceptus* — думка, поняття) — напрям у номіналізмі, прихильники якого стверджували, що жодним загальним поняттям нема місця поза розумом суб'єкта, який взявся пізнавати, і що поняття ці насправді є формами пізнання дійсності.

Чужомовний термін завжди провокуватиме якісь протиставлення у питоми українському мовленні (якщо не вжити заходів приручення).

Ось приклад найпримітивнішого відмінкового протиставлення: менеджмент чогось (діяльності, приміром) — управління чимось (діяльністю, відповідно). Якщо запозичити слово «менеджмент» (на противагу слову «управління»), то похідними від нього мали б бути «менеджментувати» (якщо не «управляти»), «менеджментувальник», «менеджментник» абощо (якщо не «управлінець»)? Якщо ж запозичити слово «менеджер» (на противагу «управлінець»), то за похідні слід брати «менеджерувати» (а не «управляти»), «менеджерування» (а не «управління»? Може, залишається запросити у мову водночас і термін «менеджмент», і термін «менеджер»? Впровадження разом цих слів у тіло мови можна беззастережно вважати актом контамінації (сіянням бруду) і руйнування законів словотворення.

Невже відчутна хоч якась прогалина в низці термінів: адміністрування (адміністратор), керування (керівник), правління (правитель), управління (управлінець), стернування (стерновий), кермування (керманіч), маніпулювання (маніпулятор, маніпулювач), анімування (аніматор)? Серед них, до речі, є й приручені українською. Було, що речі називали своїми іменами, а тепер слів надто забагато.

Об'єкти і терми, поняття і терміни... Людство було б позбавлене половини непорозумінь, якщо б люди керувались строгими означеннями (Р. Декарт). Означити бездоганно не вдасться ні цілковито загальне, ні цілковито конкретне. Цілковито загальне — внутрішньо бідне поняття, за допомогою якого можна означити менш загальне, але не навпаки. А для ретельного означення конкретного завжди не вистачає, так би мовити, слів. Інформація, ймовірність, матерія, приміром, — це сутнісно надзагальні поняття, які навряд чи комусь бездоганно вдасться означити, якщо хтось інший прискіпливо дошкулятиме вимогою «точніше, ще точніше...». Зате легше означити, скажімо, поняття кількості інформації, поняття частоти (частоти) подій, поняття речовини-матеріалу.

До слова... Дуже дивно, коли терміном «визначення» вперто заступають термін «означення». Те, що в російській такої можливості немає (а на цю мову — було б на що — часто оглядаються) — доказ досконалості української, а не шкідливої надлишковості її вербального апарату. Коли хочуть розпізнати серед інших, вирізнити з інших якийсь об'єкт, то

до нього приміряють різні ознаки. Цей процес природно і чесно вважати саме означуванням, вибудовуючи поняттєвий (не понятійний) ланцюг: *ознака* (засіб, інструмент) — *означування* (діяння, дія за допомогою ознаки) — *означення* (подія, результат чи вислід процесу означування). Подібно, треба дорожити термінологічними ланцюгами *оцінка* — *оцінювання* — *оцінення*, *розв'язок* — *розв'язування* — *розв'язання* тощо. Так, українська мова не проста, але не нам її спрощувати. Та й для чого ризикувати зіпсути виплекане народом?

Слово *визначати* лягає в один ряд зі словами *витягати*, *виходити*, *вилучати*, *виймати*, *вичитувати*, *вичерпувати*, *вирізати*... (...зі середини, з якогось середовища). Приміром, можна *визначати* корені x_1 і x_2 квадратного рівняння $ax^2 + bx + c = 0$, можна *вичитати* корені (з) квадратного ж рівняння $a(x - x_1)(x - x_2) = 0$ (*прочитати* корені можна, якщо є речення « $x = x_1$ і $x = x_2$ — це корені рівняння...»), а от корені тричлена (тринома) $y = ax^2 + bx + c$ можна *означити* як такі значення x , що перетворюють трином на нуль, а вже потім за потреби ще й визначити їх. Взагалі кажучи, ніхто не вмирає від того, що в стандартах України читаємо «... Терміни і визначення.» замість «... Терміни й означення.», та все ж...

Тепер «Управління проектами та програмами» має також окреме наукове спрямування, воно втягнуте в орбіту науки. Не торкаючись питань, що в широкому сенсі є об'єктом і предметом дослідження саме науки «Управління проектами та програмами», якою є її власна парадигма, якою особливою методологією та яким специфічним інструментарієм послуговується тощо, звернімо увагу лише на один методологічний аспект, що вкоренився в ній, — це ідеологія експертного оцінювання, що покликана суб'єктивно подолати об'єктивну невизначеність ситуацій прийняття рішень.

Від Рене Декарта, нажаль, знаємо: неможна уявити собі нічого настільки абсурдного чи неправдоподібного, щоби воно не було доведене тим чи іншим філософом. Чи не заслуговує, часом, на таке ставлення згадана методологія «експертного пізнання»?

Ідеологія експертних оцінок. Розкрити й прокоментувати можливі наслідки просування ідеології експертних оцінок у прикладні наукові дослідження цілком можна на штучних прикладах, що їх полюбляють популяризатори науки. Особливо, коли йдеться про невідзначеності ймовірнісного (чи радше статистичного) штибу. Можна легко бачити, що робота експертів формально не відрізняється від звичних виборів. Тож доречно звернутися до повчальних задач з науково-популярних джерел інформації про політичні вибори (чи просто вибори). Простіших унаочнень не знайти.

Звісно, при цьому оминатимемо вкрай дивовижну ситуацію, коли в прийнятому рішенні обов'язково якимось ніби дуже «справедливо» та цілком беззастережно відбиваються хоч які, але думки усіх без винятків електорів-експертів. Хіба в такому безладі може йтися про якусь об'єктивну істину?

А. Шапіро у статті в науково-популярному журналі [14] наводить «несерйозну», але повчальну, оповідь-фантазію про одну колізію в житті демократичного племені, керованого Вождем і Радою з десяти старійшин. Вождь міг ставити на голосування будь-яке питання, але брати участь в голосуванні права не мав. Рішення у Раді приймали простою більшістю голосів старійшин.

Одного разу під час зведення всім гуртом греблі на річці якийсь дикун Інокентій ненароком (?) випустив з рук колоду на ногу Вождю. Вождь сприйняв це як зазіхання на його життя і виніс на Раду питання про «справедливу» кару скиданням колоди на голову винуватця. Але перед голосуванням він хитрощами винюхав наміри старійшин.

З'ясувалось цілком невтішне для Вождя: лише четверо старійшин мають намір беззастережно підтримати Вождя; четверо інших визнавали факт зазіхання на життя, але кару вважали неправомірно високою; решта двоє старійшин категорично були незгодні з Вождем. Тож якби Вождь поставив своє питання на голосування, то, звісно, очікуваного рішення він отримати б не зміг. Та... Вождь діяв інакше.

Він поставив на голосування спочатку твердження: «Якщо Інокентій здійснив замах, то його слід покарати колодою по голові, а якщо ні, то його карати не треба». Більшістю голосів твердження було прийнято: за нього віддали голоси чотири старійшини, які твердо притримувалися позиції вождя, та (!) ті двоє, які вважали, що Інокентія карати взагалі не слід. А далі вождь поставив на голосування ще одне твердження: «Інокентій здійснив замах». За нього знову проголосувала більшість — вісім з десяти старійшин.

Рішення, як не крути, доведеться визнати демократичним, Вождя нема підстав вважати нечесним, а радше його слід визнати таким, що сумлінно виконав обов'язки спікера, а старійшини — це загалом недурні люди, що не зраджують своїм переконанням.

Ця оповідка слугувала її автору вступом до викладу суті та доведення доволі загальної теореми про демократію: *Якщо в парламенті не існує більшості, яка з усіх питань голосує однаково одноставно, то такий парламент суперечливий — він може прийняти будь-яке з можливих рішення.* А відтак парламент, в якому така більшість існує, можна замінити одним депутатом — представником більшості, а якщо такої більшості нема, — одним спікером (який добре знає, які і в якій послідовності потрібно було б ставити питання на голосування, якщо б у цьому була потреба, та які мають бути результати).

Звісно, депутат мав би задовольняти певні критерії порядності: він повинен мати чітку позицію з кожного питання і ніколи не утримуватись від голосування; не голосувати за суперечливу систему тверджень і підтримувати разом з твердженням, яке він приймає для себе як правомірне, і всі його можливі логічні наслідки; не змінювати своїх переконань з часом. Отож не йдеться про реальних депутатів (особливо українських). Не йдеться також про процедуру голосування, що не спирається на принцип простої більшості (про таку процедуру — згодом). Та насправді навіть не завжди слід вимагати, щоби депутат ніколи не утримувався від голосування. Якщо в парламенті, де можна утримуватись від голосування, кожен депутат буває проти хоча б одного твердження, що приймається більшістю, то такий парламент, виявляється, буде обов'язково суперечливим. В суперечливому парламенті для прийняття якого завгодно рішення достатньо трьох поспіль голосувань.

Суперечливість може проявлятися в багатьох аспектах. Приміром, в політичному лексиконі існує вислів «прийти до спільного-єдиного розуміння питання». Тобто депутати часто голосують не просто за якийсь конкретне формулювання пропозиції, а за зміст, який воно покликане відобразити. А зміст одного і того самого формулювання можна, як засвідчує досвід, розуміти по-різному. Та в цьому немає нічого особливого: за У. Росс Ешбі [15] інформація не є власною властивістю тексту, тобто не існує взаємно однозначної відповідності (ізоморфізму) між матеріальним відображенням нематеріальної інформації (приміром, тим самим текстом чи його озвученням) та власне самою інформацією. Глибокі (багаті інформаційно) тексти цілком по-різному сприйматимуться людьми з різним досвідом, різного віку, з неоднаковим рівнем освіти, з різного культурного середовища тощо.

А це означає, що якщо простому парламенту з порядними депутатами дуже часто властива суперечливість, то в реальному парламенті вона тільки підсилиться, стане глибшою. Реальний суперечливий парламент «заплутується» відносно швидко. А існують ще й вибрики — як в теорії ігор, приміром, де беруть до уваги навіть «ходи» навмання (без якогось ситуаційного задуму).

Коли нема розв'язку, задачу визнають некоректно сформульованою. Задачу ж про пріоритети можна було б вважати розв'язною, якби було знайдено надійний алгоритм побудови функції, що визначала б колективно визнаний ланцюг пріоритетів на множині m цінностей (чи вагомостей m кандидатів на посади в суспільстві, коли йдеться про державний устрій, чи проектів, чи стратегій...) на підставі ланцюгів пріоритетів всіх суб'єктів, що беруть участь в оцінюванні (чи просто виборців). Пріоритети якогось i -го суб'єкта позначають як \succ^i . У разі парних порівнянь кандидатів a і b , скажімо, i -й виборець може визначитись по-різному:

$$\begin{aligned}
a \succ^i b & \text{ — } a \text{ кращий за } b, \\
a =^i b & \text{ — } a \text{ і } b \text{ однакові,} \\
a \prec^i b & \text{ — } a \text{ гірший за } b, \\
a \succeq^i b & \text{ — } a \text{ не гірший за } b.
\end{aligned}
\tag{1}$$

Отож функція колективних пріоритетів (у разі n виборців) могла б виглядати так:

$$\succeq^s = F(\succ^1, \succ^2, \dots, \succ^n). \tag{2}$$

Вона мала б, звісно, визначати й парні колективні судження, подібні до індивідуальних (1).

В. Пахомов запропонував проаналізувати такий профіль деякої ситуації A :

Профіль ситуації A

Кількість голосів	5	3	5	4
Кандидати	a	a	b	c
	d	d	c	d
	c	b	d	b
	b	c	a	a

Тож 17 виборців, які обирають найдостойнішого серед чотирьох кандидатів a, b, c, d , мають різні судження про них: п'ятеро вважають, що $a \succ d \succ c \succ b$, троє, — що $a \succ d \succ b \succ c$, ще п'ятеро, — що $b \succ c \succ d \succ a$, а решта четверо, — що $c \succ d \succ b \succ a$.

У разі застосування *правила простої більшості* кожен виборець віддає єдиний свій голос на користь одного-єдиного кандидата, і виграє вибори той з кандидатів, хто набере найбільше цих голосів. Отож a, b, c, d отримають відповідно 8, 5, 4, 0 голосів: a — переможець (хоча, звернімо увагу, більше половини голосів він не набрав).

А ще можна вдатись до *правила переконливої більшості*: кожен виборець віддає єдиний свій голос на користь одного-єдиного «свого» кандидата, і виграє вибори той кандидат, який набере більше половини цих голосів; якщо ж більше половини голосів нікому набрати не вдалося, оголошується другий тур виборів, до якого допускають лише два кандидати, що посіли перші два місця в першому турі. Отож переможець мусить-таки набрати половину голосів. Цього разу далі боротьбу продовжать a, b , а профіль ситуації набуде вигляду:

Профіль ситуації A , другий тур

Кількість голосів	5	3	5	4
Кандидати	a	a	b	b
	b	b	a	a

Тепер простою більшістю переможцем доведеться визнати кандидата b (йому віддано дев'ять голосів).

А є ще *правило Жана Шарля Борда*: кожен виборець віддає нуль балів кандидату, що перебуває найнижче в його суб'єктивній ієрархії, один бал — передостанньому, два бали — тому, що перебуває на третьому місці з кінця... Отож профіль ситуації A стає значно змістовнішим:

Профіль ситуації А

Кількість голосів		5	3	5	4
Кандидати і їх бали	3	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
	2	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
	1	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>
	0	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>a</i>

Кандидати *a, b, c, d* здобувають балів відповідно

$$3 \cdot 8 + 0 \cdot 9 = 24, \cdot 3 \cdot 5 + 1 \cdot 7 + 0 \cdot 5 = 22, 3 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 0 \cdot 3 = 27, 2 \cdot 12 + 1 \cdot 5 = 29.$$

Переможцем стає кандидат *d*, на другому місці — кандидат *c*, а переможці виборів за попередніми правилами тут взагалі позаду.

Умовно вважатимемо, що 3 голоси в профілі *A* належать трьом конкретним особам, які формують конкретну меншість однодумців. І хай один з меншості, розчарувавшись неоднотайністю поглядів «на очевидне», прийняв рішення «з Вами істини не дійдеш» і взагалі відкликав свій голос. Профіль ситуації набуде вигляду:

Змінений профіль ситуації А

Кількість голосів		5	2	5	4
Кандидати і їх бали	3	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
	2	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
	1	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>
	0	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>a</i>

Підсумки виборів в балах стануть такими:

$$a — 3 \cdot 7 + 0 \cdot 9 = 21; \cdot b — 3 \cdot 5 + 1 \cdot 6 + 0 \cdot 5 = 21;$$

$$c — 3 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 0 \cdot 2 = 27; d — 2 \cdot 11 + 1 \cdot 5 = 27.$$

Тож кандидати *a* і *b* не поступаються один одному, але поступаються кандидатам *c* і *d*, які також не гірші один за одного. А загалом вибори не відбулись.

Та хай раптом ще один виборець (своєрідний експерт) з меншості однодумців підтримав попереднього:

Ще змінений профіль ситуації А

Кількість голосів		5	1	5	4
Кандидати і їх бали	3	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
	2	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
	1	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>
	0	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>a</i>

Кандидати *a, b, c, d* тепер здобувають балів відповідно

$$3 \cdot 6 + 0 \cdot 9 = 18, \cdot 3 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 0 \cdot 5 = 20, 3 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 0 \cdot 1 = 27, 2 \cdot 10 + 1 \cdot 5 = 25.$$

Переможцем стає кандидат *c*, на другому місці — кандидат *d*.

Від меншості однодумців таки щось залежить.

Жан Антуан Ніколя де Кондорсе висунув своє *правило* виборів: переможцем визнається той кандидат, який привабливіший (переможніший) у парних протистояннях з усіма іншими кандидатами. Відповідно до профілю *A* перевагу *a* над *d* визнають 8 виборців, а от перевагу, навпаки, *d* над *a* — 9 виборців. Цей факт можна записати формулою $d \succ a$ (9:8). Подібно можна виявити, що

$$c \succ a (9:8), b \succ a (9:8), c \succ b (9:8), d \succ b (12:5), c \succ d (9:8).$$

Тож за Кондорсе переможцем стає кандидат c .

Отже у разі застосування правила простої більшості

$$a \succ b \succ c \succ d, \quad (3)$$

коли діє правило переконливої більшості

$$b \succ a \succ (c \succ d), \quad (4)$$

відповідно до правила Борда

$$d \succ c \succ a \succ b, \quad (5)$$

за Кондорсе

$$c \succ d \succ b \succ a. \quad (6)$$

Вирази (3)—(6) власне і є функціями колективного визнання пріоритетів штибу (2). І очевидно, що виник цілковитий розгاردіаш в оцінках пріоритетів.

А ще разом з [16] можна звернути увагу на доволі загальне *правило з вагами* s_1, s_2, \dots, s_m ($0 = s_1 \leq s_2 \leq \dots \leq s_m, s_m > 0, m$ — кількість кандидатів): кожен виборець наділяє $s_1 = 0$ балами найнепривабливішого для себе кандидата, s_2 балами — другого із кінця своєї ієрархії, s_3 балами — третього з кінця, ..., s_m балами — найпривабливішого; переможець — кандидат, що набере найбільшу загальну суму балів від усіх виборців. Зрозуміло, що у разі $s_1 = s_2 = \dots = s_{m-1} = 0, s_m = 1$ правило з вагами вироджується у правило простої більшості, а у разі $s_1 = 0, s_2 = 1, \dots, s_m = m$ — у правило Борда. Отож за великої кількості кандидатів можна ще більше заплутатись у пріоритетах, розмазати їх. Може здатись, що правило з вагами є узагальненням усіх раніше розглянутих. Але загалом це не так: 1) існують такі профілі виборної ситуації, що переможець за правилом переконливої більшості не зможе стати переможцем за будь-якого розподілу ваг; 2) аналогічно, існують такі профілі, що переможець за Кондорсе ніяк не зможе стати переможцем за правилом хоч яких ваг.

А чому б не звернути увагу ще на викладені в [16] парадоксальні ситуації? Відповідно до (4) кандидат a за правилом переконливої більшості не має шансів здолати кандидата b і в розпачі він може взагалі зняти свою кандидатуру з виборів. Виникне профіль

Ситуаційний профіль В (перший тур)

Кількість голосів	5	3	5	4
Кандидати	d	d	b	c
	c	b	c	d
	b	c	d	b

З нього випливає, що в другий тур потрапляють тепер кандидат d (вісім голосів підтримки) та кандидат b (п'ять голосів підтримки). Новий профіль

Ситуаційний профіль В (другий тур)

Кількість голосів	5	3	5	4
Кандидати	d	d	b	d
	b	b	d	b

визначає у другому турі переконливим переможцем кандидата d (12 голосів «за»). Отож знявши свою кандидатуру, a , виявляється, знівельював домагання конкурента b , принципово нашкодив йому.

Ефектний приклад парадоксу демократії запропонував знову-таки В. Пахомов. Вгляньмося в конкретний профіль ситуації 1.

Профіль ситуації 1

Перший тур

Кількість голосів	6	5	4	2
Кандидати	a	c	b	b
	b	a	c	a
	c	b	a	c

Профіль ситуації 2

Кількість голосів	6	5	4	2
Кандидати	a	c	b	a
	b	a	c	b
	c	b	a	c

Другий тур

Кількість голосів	6	5	4	2
Кандидати	a	a	b	b
	b	b	a	a

Кількість голосів	6	5	4	2
Кандидати	a	c	c	a
	c	a	a	c

Другий тур 1

Кількість голосів	6	0...5	4	2
Кандидати	a	a	b	b
	b	b	a	a

Кількість голосів	6	5	0...4	2
Кандидати	a	c	c	a
	c	a	a	c

У разі виборів за правилом переконливої більшості в другий тур (в першому турі переконлива більшість голосів не виявлена) виходять кандидати a і b . В другому турі — перемога за a .

Та перестраховуючись, кандидат a якимись правдами-неправдами переконав двох виборців надати цілковиту перевагу власне йому, а не конкуренту b . Тож виник профіль 2, який відрізняється від профіля 1 тільки останнім стовпчиком. І що ж? Тепер в другий тур потраплять кандидати a і c , але в другому турі неждано виграє кандидат c . Отже перестраховування a призвело до краху його сподівань.

Цю задачу можна доповнити такими міркуваннями. Оскільки відповідно до профіля 1 кандидат c програв вже в першому турі, то не всі суто його виборці зможуть подолати своє розчарування та взяти участь в другому турі 1. В такому разі за кандидата b буде віддано 6 твердих голосів, а за кандидата a — 6...11 непевних голосів. Тож може статись так, що вибори не відбудуться взагалі. Подібно, в першому турі голосування за профілем 2, поразку потерпів кандидат b і тому власне його виборці можуть не мати настрою брати участь в другому турі 1. Тож кандидат a матиме в другому турі тверді 8 голосів, а кандидата c можуть підтримати 5...9 виборців.

Щоби досягнути однозначності функції колективного визнання переваги, до неї доводиться висувати певні вимоги. Виявляється, що якісна функція повинна задовольнити чотири аксіоми. Аксіома 1 (про повноту): для будь-яких кандидатів a і b колективний порядок пе-

преваги встановлює, що або $a \succ^S b$, або $a = b$, або $a \prec^S b$ (S — множина виборців). Аксиома 2 (про транзитивність): якщо $a \succ b$ і $b \succ c$, то $a \succ c$. Аксиома 3 (про одностайність): якщо всі виборці вважають, що a кращий за b , то й в колективній оцінці a кращий за b . Аксиома 4 (про незалежність): ієрархічне розташування довільних a і b залежить тільки від їх взаємного розташування в індивідуальних оцінках і не залежить від розташування інших кандидатів. Відмова від аксиоми 4 створить можливість вдаватися до різних маніпуляцій.

Виявляється, всім цим аксіомам задовольняє функція пріоритетів

$$f\left(\sum^1, \sum^2, \dots, \sum^n\right) = \sum^i,$$

що виражає правило диктатора i (!). Тобто ця функція колективного пріоритету збігається з пріоритетами диктатора i . І тут визначальної ваги набирає теорема Кеннета Ерроу несподіваного змісту: *Єдиним правилом вибирання-добирання, що задовольняє перелічені аксіоми, є правило саме диктатора*. Віват диктатурі й диктаторам в науці!

Отже запроваджуючи чіткі вмотивовані правила вибору, що ніби гарантують визнання кращим саме того кандидата, якого визнає кращим більшість, довелося вдатися до диктатури, і отже строга аксіоматика, як виявилось, згубила демократію. Ба більше, виявляється демократії як способу волевиявлення більшості не існує, як зрештою, не існує самого поняття «думка більшості». Та й взагалі: має рацію завжди меншість — хто тягне вперед науку, хто висуває прогресивні ідеї, хто веде за руку по світу, керує?

У роботі [17] у простий спосіб також показано, що «немає ніякої громадської думки». Висновок будується на реальній (яких можна знайти безліч) ситуації, що є одним цілком конкретним відображенням описаних раніше абстрактних ситуацій: 1992 року у США на президентських виборах у протиборстві зійшлися три особистості — Білл Клінтон, Джордж Буш-старший, Росс Перо; Клінтон набрав 43 % голосів, Буш — 38 %, Перо — 19 %. Тож президентом США 43-відсотковою більшістю обрано (в рамках чинної виборчої системи) Білла Клінтона. Але очевидно, що інша більшість (57 %) не хотіла, аби президентом став той таки Клінтон (щоправда, ще інша більшість (62 %) не хотіла, аби президентом був Буш, а от дуже переконлива більшість (81 %) не хотіла мати за президента Росса Перо). А якщо припустити, що 13 % з тих щойно згаданих 19 % мали б намір голосувати за Буша, якби не було Перо, то простою більшістю (51 %) могли б обрати президентом Буша, а не Клінтона. Тож 81 % — проти Перо, але позитивне сприйняття Роса не дуже великою кількістю електорату принципово позначилося на виборах. Тож в [17] задекларовано: «...правильна відповідь на запитання — Як таке може бути? — відповіді немає». І далі — ще один категоричний висновок. Якщо немає такого поняття, як громадська думка, то що робити виборному посадовцю? Настає проста: якщо нема загальної злагоди-згоди, робіть що хочете.

Зрештою, демократію як таку розуміють далеко не завжди однозначно. Забувають, що навіть греки принципово розрізняли *демос* і *охлос*. До *демоса* відносили тих, хто мав певну вагу в соціумі: володів майном (воно складало багатство і потугу міста-держави), був розумним/вченим, мав що і чим відстоювати від чужих посягань, умів воювати, здатен був керувати/управляти/командувати, мав рабів й «інші засоби» виробництва...

Де закінчується охлократія і починається демократія? Чи, часом, не зводиться життя соціуму до руху шляхом «диктатура — охлократія — демократія — диктатура...»?

Рятуючись від суперечностей в системі виборів, демократичні держави, приміром, сповідують політичну двопартійність. Бо саме у разі двох претендентів на владу різні розумні правила надання переваги (правила голосування) ведуть до одного і того ж самого результату. І дуже часто третя «мала» сила «плентається під ногами», володіючи так званою «золотою акцією», спотворюючи пріоритети. Цікаво, що після виграшу на виборах однієї з партій настає ніби її диктатура. То може демократія — це можливість обирати одну з двох диктатур? Та провідники диктатури завжди вимушені пам'ятати, що незабаром нові вибори.

Переклад з «мови теорії виборів» на «мову теорії прийняття рішень» не обіцяє жодних аргументів на користь технології експертних оцінок в науці. На підставі викладеного виникає нав'язлива підозра, що експертне оцінювання в науці — це спосіб тупцювати на місці, імітуючи пізнавальну активність.

А ще, між іншим, цікаво, чи наважиться хтось дати об'єктивну відповідь на запитання: що містить в собі колективна думка дванадцятьох у суді присяжних? Та часом все буває ну дуже просто [17]: американський суддя Антонін Скаліа щодо рішення суду у справі 2009 року стосовно такого собі Троя Ентоні Девіса сказав, що Девіс був убивцею незалежно від того, убив він когось чи ні, бо так вирішив суд.

Обмірковування. «Конфлікт наук» — це, звісно, в якійсь мірі перебільшена оцінка обставин, що загалом склалися в науці. Але те, що деякі науки ладні збирати урожай з не ними засіяних і не ними доглянутих полів — факт. Та не видно, щоби цей конфлікт торував шлях до істини. Через протиставлення наук одна одній мали б формуватись якийсь дороговказ до досконалості і якась технологія руху до довершеності в умовах зумовленої суб'єктивізмом невизначеності. Суб'єктивне проникає в науку по-різному, у різних формах. Можна казати, його поширюють послідовники Декарта — прихильники «вседедуктивізму», що його часто протиставляють «всеіндуктивізму». На думку вседедуктивістів (див., приміром, [18]) єдиним практичним (таким, що робить людину господарем природи) методом філософії є інтуїція вкупі з дедукцією. А оскільки переможців в таких протистояннях в науці немає, то й нема, так би мовити, дуже очікуваних «переможних результатів».

Зазвичай переважає переконання, що поняття «ціль (мета) поведінки» не може впливати з об'єктивності, воно радше є суто суб'єктивним, бо пов'язане зі свідомим висуванням мети. Натомість біологічна еволюція дає її прихильникам підстави твердити, що цілком не потрібно, аби хтось формулював ціль. Звісно, коли тут йдеться про суб'єктивне, то в жодному уразі не стосовно бога.

Вважають також, що поняття «призначення об'єкта» має сенс, коли цей об'єкт хтось свідомо з певною метою для чогось створив. Отже ніби знову поняття мети не має об'єктивного підґрунтя. Але кожен орган кожного живого створіння має суто своє призначення. А ким це все задумане? Якщо еволюцією, то нею ж, певніше, окреслене й призначення. Хоча, знайдений дикуном «гарний» камінь відразу може стати знаряддям праці.

Звісно, нема сенсу цілком відкидати те, що теорія прийняття рішень у певній мірі належна телеології чи мічена нею. Телеологія (грец. *τέλο*, *τέλεος* — мета, кінець та ...логія (грец. *λόγος* — слово, вчення), що зазвичай означає «наука», «знання») — технологія пізнання (зокрема й інструмент наукового пояснення), що використовує як основну категорію цілі мети та похідні від неї поняття. Цим терміном позначають також філософське вчення, в рамках якого причинність зневажається, а розвиток трактується як утілення певної мети: все в природі й суспільстві — доцільне; рух до мети — це наслідок дії нематеріальних чинників за посередництва матеріальних. Та так само як основним агентом всіх проявів причинності є енергія, основним агентом всіх проявів телеології є інформація.

Неорганічне (неприродне) поєднання у вченні різнорідних елементів, некоректне запозичення й змішування різних ідей, бачень, термінів, критеріїв, оцінок, теоретичних засад... називають еkleктизмом (еклектикою). Часто схильність до еkleктизму справедливо трактують як відсутність (чи нестачу) оригінальності й самостійності. Її (цю схильність) навіть можна сприймати як декаданс (занепад) в науці.

Коли стикаєшся з науковими (!) дослідженнями, що ведуться з залученням когорти експертів, то чомусь інтуїтивно бачиш саме еkleктизм, і спадає на думку, що це все від гносеологічної безпорадності, від схильності до змовно верифікованої-валідованої новаційної активності (мінюючи колективи експертів на засадах змови, завжди надібаєш-вибудуєш потрібну-вигідну ідею, яку можна видати за новатив і відтак набути якихось позитивів чи навіть тимчасового визнання), від схильності до свавілля на передньому краї науки (бо саме на цьому передньому краї ще нема орієнтирів для об'єктивної критики).

Усякі додаткові маніпуляції з правилами добору ради експертів радше поглиблюють суперечливість створеного «парламенту експертів». Приміром, неможливо раціонально усвідомити ефективність методики формування експертної групи на основі так званих відносних коефіцієнтів компетентності. Методика передбачає оперування матрицею відгуків «експерта щодо експерта»

$$v_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й експерт визнав } i\text{-го компетентним;} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-й експерт чомусь не помітив } i\text{-го.} \end{cases}$$

На підставі обчислених коефіцієнтів компетентності можна визначити вагу-авторитет кожного з експертів силами самих експертів. Але що з цим далі робити? Важко збагнути, якщо й провести паралель між експертами і виборцями. А можна звузити групу експертів, відмовившись від послуг тих, вага яких нижча за деякий поріг, — чергове свавілля. А може краще послужитися думкою одного лише найвагомішого експерта чи групи найвагоміших рівноцінних, якщо такі виявляться? Але експертів з певного питання можна зважити заздалегідь і назавжди (чи радше «до смерті» експерта чи завершення акту вибору). В такому разі взагалі ніби зникає проблема невизначеності у виборі. У справу від самого початку можуть втрутитися навіть гроші й амбіції, якщо від ваги експерта залежатиме його статус і винагорода за роботу в експертній групі, комісії.

Згідно з антропним принципом, як уже підкреслювалось, Всесвіт є таким, яким його знаємо, бо якби він був іншим, нас не було б і ми не могли б пізнавати «Все», його самого і себе в ньому. Усвідомлюючи це, неважко збагнути, що невизначеність у процесі прийняття рішень слід долати, керуючись критеріями правдивості/досконалості/оптимальності, що беззастережно закликають, навіть зобов'язують, плекати свою користь так, аби не загрожувати своїми діями Світові (а отже й собі). Саме цим слід керуватись, вибудовуючи свою приватну аксіологію (особисте вчення про цінності), якщо безсила загальна аксіологія. У приземленому вимірі, так би мовити, вперед має вести доктрина сталого розвитку (хоча земний світ й приречений). Обов'язок кожного вченого — в рамках своєї фахової діяльності вагому частину зусиль спрямовувати на пошук додаткових аргументів на підтримку якогось уже відомого критерію чи бачення або ж на пошук нового, але антропно зумовленого критерію, а не вишукувати алгоритми «скидання в купу» всіх чи частини відомих і часто надуманих критеріїв та вимірників, посилаючись на те, що кожен з них щось вагоме таки вимірює. Саме цим «скиданням у купу», а отже й проявом безпорадності, помітна експертна діяльність в науці.

Диктатура в науці — звична й незаперечна річ. Чи голосуванням визначали чинність, приміром, законів класичної механіки? Чи можна за допомогою експертів якось підсилити або хоч якось конкретизувати вже з'ясовані закони нерівноважної термодинаміки чи електродинаміки? То що-тощо-тощо...

Підсумки-висновки. Виглядає так, що назріла проблема творення нової класифікації наук (науки і дисципліни тут не розрізняються). А певніше, серед наук було б добре навести лад, доручивши кожній з них саме такі обов'язки, з якими вона справлятиметься якнайкраще. Та нема сенсу штучно плодити науки, придумуючи кожній якусь свою вузько предметно чи об'єктно окреслену задачу/проблему. Якщо різні науки переймаються одним і тим самим, то те, за що вони беруться, стає більше розмитим, ніж прозорим.

Було наголошено, наука добуває інформацію й перетворює її на нові знання тим успішніше, чим глибшими попередніми знаннями володіє. Але спиратись на сукупну думку експертів аж ніяк не є засобом поглиблення знань, а радше це є інструмент топити сумнівну загальномовизну в старих ніби «надійних» уявленнях.

В мікросвіті дослідник своїми приладами втручається у вимірюване (згадаймо принцип невизначеності Гейзенберга), і невідомо що ж він вимірює. А як — у макросвіті? А мабуть так само, коли йдеться про діяння експертів, — занурення експертів в середовище невизначеності породжує нову невизначеність.

Навіть у термінах дослідження операцій оптимальність в певному сенсі є прозорою хіба що у разі оперування не більше як двома критеріями. І справді, чому в науці може панувати світоглядний і аксіологічний гармидер? І це особливо стосується теорії прийняття рішень в середовищі невизначеності. Як наші права — це часто чийсь обов'язки, так «здобутки» експертів сьогодні — це радше клопоти усіх інших в майбутньому. Отож причинні і телеологічні чинники мають перебувати в цілковитій гармонії. Важить практика всіх, а не авторитет окремого суб'єкта. Спраглі досконалого, ми топимося в океані інформації, не маючи можливості опертися на тверду мудрість. Не всі з кожного приводу повинні мати свою думку, бо наш власний досвід лише підтверджує розумність того, що оголосили в науці видатні дослідники — безкомпромісні диктатори. І лише нові диктатори можуть спростовувати раніше усталений диктат.

Список літератури:

1. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. — Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1970. — 708 с. (Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior. — Princeton: Princeton university press, 1953).
2. Блекуэлл Д., Гиршик М. А. Теория игр и статистических решений. Москва: Изд-во иностр. лит., 1958. — 374 с. (Blackwell D., Girshick M. A. Theory of games and statistical decisions. — Wiley, New York, 1954).
3. Шеннон К. (Shannon C. E.). Работы по теории информации и кибернетике. — Москва: Изд. иностр. лит., 1963. — 830 с.
4. Гокінг С., Млодінов Л. Найкоротша історія часу. — Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2016. — 160 с. (Hawking S., Mlodinow L. A Briefer History of Time / Stephen Hawking, Leonard Mlodinow. — New York: Bantam Dell a Division of Random House, Inc., 2005. — 260 p.).
5. Філософський словник / За ред. В. І. Шинкарука. — Київ: Головна редакція Української Радянської Енциклопедії Академії наук Української РСР, 1973. — 600 с.
6. Винер Н. (Wiener N.) Кибернетика или управление и связь в животном и машине (Второе издание). — Москва: Советское радио, 1968. — 326 с.
7. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. Издание третье, переработанное и дополненное. — Москва: Наука. Главн. ред. физ.-мат. лит, 1973. — 512 с.
8. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. — Москва: Наука, 1987. — 304 с.
9. Zadeh L. A. Fuzzy Sets // Inf. Control, 1965. — V. 8. — P. 338—353.
10. Абчук В. А. Теория риска в морской практике. — Ленинград: Судостроение, 1983. — 152 с.
11. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) / Fifth Edition. — Project Management Institute, Inc. — 2013. — 589 p.
12. Рач Д. В. Управління невизначеністю та ризиками в проєкті: термінологічна основа // Управління проєктами та розвиток виробництва. Зб. наук. Праць. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2013. — № 3 (47). — С. 146—164.
13. Рач Д. В. Методи відносних координат та зворотного ходу як додаткові інструменти управління невизначеністю // Управління проєктами та розвиток виробництва. Зб. наук. Праць. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2013. — № 4 (48). — С. 153—164.
14. Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. — Москва: Изд. иностр. лит., 1959. — 432 с.
15. Шапиро А. Логика и парламент // Квант. — 1995. — № 3. — С. 6—11.
16. Пахомов В. Демократия с точки зрения математики // Квант. — 1992. — № 9. — С. 17—20. — 1992. — № 10. — С. 2—7.
17. Елленберг Дж. Як ніколи не помилятися. Сила математичного мислення. — Київ: Наш формат, 2017. — 408 с.
18. Руденко К. П. Логіка. Курс лекцій. — Київ: Вища школа, 1976. — 304 с.

References:

1. Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton university press.
2. Blackwell, D. & Girshick, M. A. (1954). *Theory of games and statistical decisions*. Wiley, New York.
3. Shannon, C. (1963). *Works on an information theory and cybernetics*. Moscow: Publ. of inostr. lyt. (in Russ.)
4. Hawking, S. & Mlodinow, L. (2005). *A Briefer History of Time*. New York: Bantam Dell a Division of Random House, Inc.
5. *Philosophical dictionary* (1973). Under the V. I. Shinkaruk release. Kyiv: Main release of Ukrainian Soviet Encyclopedia of Academy of sciences of Ukrainian SSR (in Ukr.)
6. Wiener, N. (1961). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Second edition. New York — London: The Massachusetts Institute of Technology Press and John Wiley & Sons, Inc.
7. Jaglom, A. M. & Jaglom, I. M. (1973). *Probability and information*. Third Edition, processed and complemented. Moscow: Science (in Russ.)
8. Kolmogorov, A. N. (1987). *Information Theory and Theory of Algorithms*. Moscow: Science (in Russ.)
9. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Inf. Control*, V. 8, pp. 338—353.
10. Abchuk, V. A. (1983). *Risk Theory in Marine Practice*. Leningrad: Shipbuilding. (in Russ.)
11. *A Guide to the Project* (2013). Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) / Fifth Edition. Project Management Institute, Inc.
12. Rach, D. V. (2013). Uncertainty and Risk Management in Project: Terminological Basis. *Project Management and Development of Production: Collection of scientific papers*. Luhans'k: Print EUNU. # 3 (47), pp. 146—164.
13. Rach, D. V. (2013). Methods of relative coordinates and reverse as additional tools to manage uncertainty in the project. *Project Management and Development of Production: Collection of scientific papers*. — Luhans'k: Print EUNU. # 4 (48), pp. 153—164.
14. Ashby, W. R. (1956). *An Introduction to Cybernetics*. London: Chapman & Hall.
15. Shapiro, A. (1995). Logic and parliament is. *Quantum*. # 3, pp. 6—11 (in Russ.)
16. Pakhomov, V. (1992). Democracy from point of mathematics. *Quantum*. # 9, pp. 17—20. # 10. pp. 2—7 (in Russ.)
17. Ellenberg, J. (2014). *How Not To Be Wrong: The power of Mathematical Thinking*. NY: Penguin Press.
18. Rudenko K. P. (1976). *Logic. Course of lectures*. Kyiv: High school (in Ukr.)

