

Станіслав ЛЕМ

На порозі квантотехнології

1995 року в Німеччині накладом федерального міністерства побачила світ праця "Технології XXI століття". Експерти означили такі площини технологічної діяльності людини в наступному столітті:

— Нанотехнології — молекулярно-атомна архітектура, яка дозволяє створювати перемикачі та логічні елементи надзвичайно малих розмірів.

— Сенсорна техніка — мікроскопічні датчики, сконструйовані за зразками природи.

— Адаптроніка — такий собі місток між сучасними матеріалами та системами, що виявляють структурне мислення.

— Фотоніка — ця назва передбачає заміну електронів фотонами для збору інформації, для її переробки та передачі, що мало би пришвидшити функціонування сучасної мікроелектроніки.

— Біоміметичні матеріали — під цією назвою автори розуміють наслідування матеріалів, що походять із живих тканин. Один із прикладів — продукування комахами павутини. Вона поєднує еластичність із міцністю, що перевершує все дотепер витворене з допомогою наших технологій.

— Фулерени — третя поряд із алмазом і графітом форма вуглецю; їх можна використовувати в електроніці.

— Нейроінформатика та штучний інтелект, які можуть розширити перетворення даних до перетворення знань.

Прошу звернути увагу, що немає жодного слова ні про революцію в загальносвітових комунікаціях (World Wide Web), ані про біотехнології, які в теперішньому своєму зародковому стані збуджують технічно-етичне зацікавлення! Цей приклад показує, наскільки невдячне завдання — прогнозування майбутнього, а ще важче те, що американці називають *technology assessment*, тобто передбачення цивілізаційних і культурно-суспільних ефектів впровадження новітніх технічних досягнень. Характерна риса *Summy Technologiae*, твору, який я написав майже сорок років тому, — тенденція спостерігати за майбутнім із висоти пташиного польоту. Інший вимір, який би намагався деталізувати майбутню діяльність людства, не мав би більшого сенсу: на спробах дріб'язкової конкретизації майбутніх реалій зупинялися численні прогнози, на які була багата друга половина XX століття. Детальні передбачення просто неможливі. Не кажу це, щоб оборонити себе, а тому, що всім відомі невдачі футурології, коли вона намагається вийти поза узагальнення. Гасло "догнати і перегнати природу", яке я опублікував у *Summi*, виражало тільки моє переконання, що на нашу цивілізацію чекає великий поворот у напрямку біотехнологій. Водночас я добре розумів, що йдеться про завдання, набагато важче від постулату кінця XIX століття, що будемо літати на машинах, важчих за повітря. Черпання знань від майстра, яким мала бути біологія, має бути тривале і сповнене суперечностей, яких не поконаємо одним махом.

Чудовий приклад технологічних можливостей, які приховує природа, — непомітні павуки (*arachnoidea*), які завдяки своїм вродженим властивостям створюють волокна, набагато еластичніші та міцніші, ніж волокна шовкопряда, сталь, а також усі синтетичні полімери. Гени, завдяки яким залози павуків витворюють ці нитки, міцніші за всі технічно створювані види, синтезують так званий спідроїн. Окреме волокно складається з великого числа переплетених між собою молекул спідроїну. Будь-яке волокно чи шнур, спущені з орбітального апарата до Землі, обірвалися би від власної ваги. Натомість ми, навчені павуками, могли би створювати такі легкі та міцні канати, якими космічний корабель міг би підносити вантажі на орбіту, як ліфтом.

Коли я писав про наслідування специфіки живих процесів, а до того також вважав можливим dokonання наступного кроку — у бік позануклеїнових і безбілкових творинь, то окреслював тим програму, започаткування якої в час власного життя вважав неможливим. Однак уже з'явилися у реальності зародки біотехнічних задумів, і проблематика розв'язань і проектів, реалізованих трьома мільярдами років еволюції, стає одним із об'єктів загального зацікавлення.

Не маю наміру ні пишатися точними моїми прогнозами, ні сумувати через помилкові. Насамперед треба було би закликати до розуму тих, котрі з дрібних експериментів над клонуванням роздмухують загрозу світу, миттєво заповненого техногенною та ксеногенною флорою і фауною. Англійцям після ста сімдесяти експериментів вдалося виростити клоновану овечку Доллі, тобто запалити невеликий фідибус (шматочок паперу, що використовується для запалювання люльки — І. М.), що журналістська братія та марнославні мудрагелі перетворили на гігантську пожежу. На обкладинці "Шпігеля" з'явилися батальйони муштрованих "айнштайнів", а передруки цього глупства поширилися в усьому світі.

Швидко виявилось, що між будовою оригінальних конструкцій із кубиків Lego та клонуванням тварин (на чолі зі ссавцями) є величезна різниця. Найвдаліше склонована тварина не є новонародженою, а відповідає дорослій тварині, чиї біпроїдні геноми були використані. Виявилось, що мітохондрії (частинки клітин, які постачають їм енергію внаслідок біохімічних процесів, що в них відбуваються — І.М.) самок містять гени, які контролюють зміни у тканинах, і відтак клонований організм не може бути повною генетичною реплікою батьківського генома. Клоновані та вирощені, на перший погляд, безпомильно телята, незважаючи на нормальний розвиток у стані ембріона, здихають за кілька місяців. Ці експерименти наводять на висновок, як мало ми поки що розуміємо справжні функції ембріогенетичних процесів, а зокрема, не знаємо, що керує молекулами при їх перенесенні до іншого організму.

Чергова проблема — питання про дозволені межі автоеволюційного вдосконалення людини або хоча би "поліпшення" людської успадкованої плазми. Згідно з доволі поширеною думкою, створення повної карти людського генома відкриє браму композиторам генетики відтворення. Це погляд геть фальшивий, а в галузі лінгвістики відповідає переконанню, що якби ми розчленували драми Шекспіра на окремі літери, то змогли б отримати здатність із тих мільйонів елементів укласти твори нової драматургії. Роботи над "картографією" людського генома вже завершуються, та з ідентифікації всіх мільярдів нуклеотидів, які зумовлюють нашу спадковість, не виникне відразу знання про те, як усі ці біохімічні "літери" зумовлюють виникнення фізичних і психічних властивостей у людських ембріонів.

Шлях, який маємо подолати, щоб досягнути пізнання обсягу та роду функцій генів, буде дуже довгий. Відомо, що два геноми, складені з тотожних нуклеотидів, не розвиваються однаково, бо вирішальну роль відіграє нуклеотид або їхня група залежно від локалізації у них хромосомної нитки. Насправді завдання, що стоять перед інженерами (чи "композиторами майбутніх геномів"), будуть не лише підлягати етичним оцінкам і заборонам, але і значною мірою спиратимуться на метод спроб і помилок.

Природну розбіжність, що панує в людському генофонді, важко оцінити й ідентифікувати, бо залишається дієвим класичний принцип протистояння природних і набутих властивостей. Як правило, на жаль, найкраще успадковуються гени, що переносять шкідливі властивості — аж до летальних генів, як, наприклад, той, що, викликаючи уковісцидозу, вбиває в молодому віці.

Навіть якщо і передаються позитивні властивості, то разом із ними також і шкідливі. Знаємо також, що геніальність не успадковується, інакше ніж через вплив культури. Психобіологія рясніє прикладами видатних людей у науці чи мистецтві, чиї нащадки відзначалися посередніми розумовими здібностями чи навіть психічною неповноцінністю.

У справі штучного інтелекту волю не висловлюватися категорично, насамперед тому, що навіть найвидатніші вчені з цього приводу радикально пересварені. Ніхто не знає, скільки нейронів містить пересічний людський мозок. Колись мене вчили про десять мільярдів, тепер допускають кількадесят. Якщо звернути увагу на те, що клітина окремого нейрона контактує принаймні з сотнями, а навіть із тисячами інших клітин нейронів, виникає образ, порівняно з яким комп'ютерний шаховий переможець Каспарова Deep Blue виглядає дубовою колодою. Видається цілком можливим, що людський мозок утворений згідно з правилом, яке проголосив Джон фон Нойманн: "Певна система з непевних елементів".

Можливо, вдасться створити штучний розум завдяки розробці та впровадженню нанотехнології: науковці провідних американських лабораторій переконані, що ми стоїмо перед порогом нової ери електроніки. Дослівно кілька місяців тому вдалося створити елементи комп'ютерних систем, так звані логічні брами, з однієї молекули. Таким чином, молекулярна електроніка вже не є, як я запитував на початку статті, загальним припущенням, бо зроблені перші кроки на шляху її розвитку. Крім того, вдалося не лише зійти на двоцифрову (0 і 1) альфанумеричну систему, використовуючи відповідно згруповані атоми, але також закріпити успіх новою технікою створення напівпровідників, які налічують лише десяток атомів товщини. Молекулярні перемикачі повинні сполучати мікроскопічні провідники. Проводяться праці над системами типу RAM (Random-Access Memory), які будуть не лише в сотні разів менші за ті, що виробляються нині, але і набагато дешевші. На основі кремнієвої мікроелектроніки створюють елементи, розміри яких співмірні з тисячною часткою товщини людського волоска, тобто близько ста нанометрів, або 0,0000001 метра. Яким би це не виглядало маленьким, на рівні молекулярної електроніки можна зменшити розміри компонентів до одного нанометра (0,000000001 м). Найдалі за п'ять років будемо мати принципово нову технологію виробництва комп'ютерів, яка відповідатиме такій же величезній індустріальній революції, як перехід від електронних ламп до транзисторів у 50-х роках.

Якщо вдасться подолати всі труднощі, нова техніка повинна буде вирішити ще деякі проблеми квантової механіки; дійде до справжньої революції, що переверне догори ногами всю світову напівпровідникову промисловість. Досі комп'ютерні чипи створюють методом напилювання на кремнієвих платах. Виникає обернена пропорція між розмірами чипів і коштом їхньої продукції: чим вони менші, тим дорожчі.

Діяльність величезних підприємств, які використовують лазерну техніку для створення плат на кремнієвій основі, виявиться застарілою. Експерти вже марять принципово новими дуже дешевими технологіями у вигляді хімічних реакцій, які будуть самі укладати відповідну кількість молекул в елементарні схеми. Може настати справжній розрив у галузі великих виробників комп'ютерів, бо їхнє дороге обладнання раптом виявиться чимось подібним до виробництва свічок порівняно з продукцією жарівок.

Тепер адміністрація Клінтона розглядає можливість прийняття у 2000 році так званої National Nanotechnology Initiative, щоб організувати і керувати дослідженнями в такій спеціальності, як молекулярна архітектоніка.

Квантотехнологію перенесуть незабаром із лабораторій до промислових підприємств. Кремнієва ера, здається, наближається до завершення. Мені видається, що цей наступний стрибок мікромініатюризації означає водночас наступне наближення до тієї конструкційної техніки, яку мільярди років використовує жива природа, бо біологічне успадкування властивостей організму також ґрунтується на молекулярній архітектурі нуклеотидів, яка становить фундамент еволюції всіх форм життя.

Благодатна тиша супроводила публікацію моєї *Summy Technologiae*, як також видані в 1956 році "Діалоги". Тепер, перед початком XXI століття, ситуація змінилася на гірше, бо на проблеми, про які я кілька десятків років тому говорив усамітнено, кинулися з надзвичайним завзяттям, під'юджуванням вогнем моди, орди дилетантів та ігнорантів, бо

гаслом наших часів стала антиеволюція людини. Маємо зливу інформації, яка часто походить від наукових вискочок. Осіннє число квартальника Your Bionic Future, який видає редакція поважного наукового часопису Scientific American, проголошує багато обіцянок надзвичайних досягнень, що ніби вже народжуються. Американський нейрохірург у статті "Трансплантація голови" вихваляє понуру візію пересадки людських голів. Материнські клітини людини мають розпочати утворення складів запасних частин людських органів. Генетична вакцина буде збільшувати масу мускулатури людини, роблячи зайвою всіляку гімнастику. Хробаки, мухи та голуби вчитимуть нас, людей, як краще та довше жити. Біологія, підперта інженерією, проектує нові види почуттів, які будемо відчувати в недалекому майбутньому. Монстри з кібернетичними програмами стануть звичайною річчю. Пришвидшення технологічного прогресу означає, що розумову творчість людей перевершать гібриди технології. Подружжя будуть проектувати власних нащадків. Також еротика та секс підлягатимуть хімічній технологізації: незабаром можна буде собі винюхувати оптимального партнера. Картопля буде не лише смачна, але й оберігатиме нас від холери. М'ясо будуть постачати синтезатори. Кожен матиме свій генетичний паспорт, а лікар, поглянувши до нього, зможе встановити, які медикаменти можуть нас оздоровити, а які вбити.

Іншими словами, претензійне перебільшення починає замінювати популяризацію природничих наук. У численних виданнях посередників від науки, котрі живуть із того, що вдасться роздути несміливі припущення науковців до розмірів сенсації бестселера, виявляється насамперед комерційна боротьба за існування. Словом, треба бути уважним, обережним, навіть недовірливим читачем. Незабаром книжкові полиці почнуть вгинатися від книг, що демаскуватимуть поширені в науці фальшивки.

Навіть невеликий поступ у кожній галузі відкриває нам величезний, досі не видимий плацдарм нашої ігноранції. Стоїмо на початку важкої, грізної, та прекрасної дороги. Між фазою початкових кроків і піковим розвитком цілком нової технології лежить поле труднощів, поразок і навіть катастроф, таких, як чорнобильська. Очевидно, що людина як вид

зможе не лише запанувати над собою, але і формувати себе. Які будуть
плоди, покажуть лише століття, що надходять.

Переклад з польської Ігоря Мельника, "Rzeczpospolita"