

В. ГЛАЗКО

ПРОГРЕС У РІЗНИХ ІПОСТАСЯХ**Чому ми відстаємо і не лідирує Європа**

Сучасну науку з повним правом можна вважати продуктом європейської культури. Багатьма винаходами людство зобов'язане передусім дослідженням великих європейських учених минулого — Коперника, Галілея, Ньютона. Впродовж багатьох століть науковий поступ Європи постійно прискорювався. Однак останніми десятиліттями вона втратила темпи прирощення нових знань, а головне — ефективність реалізації наукових досліджень.

Чому Європа не скористалася сповна новими можливостями, які надають високі технології? Що гальмує її поступ у цьому напрямі — економіка, світоглядні засади, система освіти? Як Україні подолати хронічне відставання у створенні і використанні високих технологій? Що для цього можуть зробити науковці і чого не бажають робити політики? Над цими непростими питаннями розмірковує автор статті.

МЕТАМОРФОЗИ НОВИХ ЗНАНЬ

Науки у сучасному її тлумаченні, звісно, у давні часи не існувало. Була протонаука, з якої століттями «відбруньковувалися» окремі галузі знань. Але для цього людство мало пройти шлях від задоволення таких притаманних *Homo sapiens* жадань, як цікавість, допитливість, пізнання нового, до осмислення процесів і явищ, що відбуваються у навколишньому світі, відкриття причинно-наслідкових зв'язків між ними.

Ще за античної доби виникла геометрія Евкліда, велися астрономічні, навігаційні спостереження тощо. Знання ці, як нам відомо, були неформальними, породжувалися повсякденними людськими потребами — ве-

денням землеробства (приміром, обчислення періодів розливу Нілу), торгівлею, судноплавством. Уже у XVII ст., окрім описової, з'являється й емпірична наука, тобто така, що базується не тільки на спогляданнях, а й на спеціально проведених дослідах. Ці дослідження давали змогу не лише одержувати відомості, а й встановлювати зв'язок між фактами і подіями, знаходити певні закономірності. Знання набуває дедалі більшого значення у життєдіяльності суспільства, що згодом зумовило появу теоретичної науки.

Наприкінці XIX ст. наукові розробки все частіше знаходять своє практичне втілення, стають локомотивом розвитку промисловості. А в XX ст., коли наука вийшла на но-

© ГЛАЗКО Валерій Іванович. Доктор сільськогосподарських наук. Завідувач відділу радіоекології Інституту агроекології Української академії аграрних наук (Київ). 2006.

вий рівень взаємодії з економікою і політикою, вона впродовж кількох десятиліть зумовила різочі перетворення у повсякденному житті. Персональні комп'ютери, Інтернет, мобільні телефони, про що, погодься, три десятиліття тому ніхто й гадки не мав, нині ввійшли у широкий вжиток.

Утім, сам шлях науки подекуди може здаватися зовсім непередбачуваним. Бо ще до недавня фундаментальна наука продукувала знання, використовуючи три методи: спостереження, експеримент і розробку теорій. Але 1953 рік буквально вибухнув новим відкриттям, коли Енріко Фермі (США) зі своїми співробітниками здійснив те, що можна назвати першим комп'ютерним експериментом. Вивчаючи ентропію, вони створили віртуальний світ, у якому можна було досліджувати коливання атомних ґраток. Саме цей спосіб отримання знання і став принципово новим методом наукового дослідження. Це — комп'ютерне моделювання, найважливіший науковий інструмент, який дає змогу добувати знання про те, чого не можна безпосередньо спостерігати, експериментально перевірити чи передбачити за допомогою теорій.

Дуже швидко комп'ютерне моделювання знайшло застосування у досить широкому спектрі людської діяльності — від прогнозування погоди до електронних ігор й електронно-інформаційних війн. З'явилися й нові методи добування наукового знання. Замість того, щоб просто шукати окремі факти, почали створювати бази даних для встановлення кореляцій, визначення тенденцій, тобто одержувати наукові результати не завдяки спостереженням, експериментам, теоретизуванню чи моделюванню, а через інформаційні операції, як-от, комп'ютерна генетика чи біоінформатика.

XXI століття запропонувало нову парадигму розвитку суспільства і науки. Зокрема, стало зрозуміло, що для економічного зростання не так важливі природні ресурси, дешева праця і капітальні вкладення, як новітні

технології, засновані на нових ідеях та нових знаннях. Зв'язок між промисловістю і наукою стає дедалі тіснішим. Про це свідчать нові наукоємні технології, які швидко впроваджуються у різні галузі господарювання. Більшість країн Європейського Союзу прагне якомога швидше модернізувати свою економіку, довести промислові технології до сучасного рівня, щоб стати конкурентоспроможними на світовому ринку.

Для України, чії природні ресурси були досить знекровлені за радянських часів, розвиток наукових та інформаційних технологій має стати стратегічним пріоритетом, завданням державної ваги. Наукові досягнення — це величезний внесок у соціально-економічний розвиток країни, добробут людства, у поліпшення стану навколишнього середовища, а також, що найважливіше, у національну безпеку держави. Але варто зазначити: розвиток науки створює і нові проблеми, які потребують вдумливого аналізу і поглибленого осмислення.

Наука чимось нагадує ланцюжки, де концепції змінюють одна одну. Дуже часто це відбувається революційним шляхом. Згадаймо вчення Ламарка стосовно походження видів, яке наприкінці XIX ст. змінила революційна теорія Дарвіна, а останню згодом витіснила синтетична теорія еволюції; теорія Ейнштейна поглинула механіку Ньютона, а принципи квантової механіки докорінно змінили у XX ст. наші погляди на будову речовини...

І нині тривають непередбачувані різкі зміни у самому процесі творення і використання нового знання. Власне, це те, що ми називаємо «небезпечними знаннями у суспільстві ризиків», адже результати наукових досліджень майже миттєво перетворюються на реалії сьогодення. Звуження розриву між продукуванням і споживанням наукового знання, між наукою і суспільством неминуче породжує безліч запитань. Яка наша роль у цьому процесі? Чи можемо і чи повинні ми

впливати на нього? Якою є відповідальність учених і політиків за результати науково-технічного прогресу, котрі, як з'ясувалося, не завжди бувають передбачуваними?

Наука, що колись була синкретичною (приміром, антична філософія поєднувала в собі фізику, метафізику, етику тощо), слугувала інструментом духовного розвитку, опинилася, зрештою, на службі матеріальних потреб. Уявлення про сенс буття, вищі моральні цінності черпаються з інших джерел. І як результат — виявляються поза сферою розуму, можливості якого обмежуються прагматичними потребами людського буття, залишаючи духовне життя цілком у владі ірраціонального.

НАУКОВІ ВИНАХОДИ, ЯКІ СКОЛИХНУЛИ СВІТ

Незадовго до Другої світової війни вчені фізики віднайшли принципово нове явище ланцюгової реакції: під час розпаду атомів виділяється енергії більше, ніж було затрачено на те, щоб її викликати. Це відкриття означало: з'явилася реальна можливість створення атомної бомби — зброї, сила якої непорівнянна ні з чим, досі відомим людству. Терміново розгорнулися дослідження, які завершилися розробкою технології її виробництва. Досягнення фундаментальної науки деякі політики відразу почали розглядати крізь призму практичного застосування.

Події Другої світової війни ще більше інтенсифікували процеси мілітаризації науки. І постраждало від цього передусім саме людство. Бо якщо за роки Першої світової війни загинуло близько 26 млн осіб, то впродовж Другої світової ця цифра становила вже 53 млн. А якщо врахувати ще й загиблих в інших війнах, які велися від початку ХХ ст., то їхня загальна кількість перевищить число жертв усіх воєн — від зародження цивілізації до 1900 року.

«Холодна» війна ще більше посилила процеси мілітаризації науки, породила принципово нові напрями технологічних розробок та інновацій. Військово-промисловий комп-

лекс (ВПК) дав потужний імпульс розвитку фундаментальних досліджень і практичних розробок. 60—70-ті роки ХХ ст. увійшли в історію як період науково-технічної революції (НТР).

Але у цій царині провідна роль належала не СРСР, попри досягнення у ВПК, і навіть не Європі, а Сполученим Штатам Америки. Справа в тому, що через бюрократизацію науки не реалізовувалося повною мірою багато винаходів учених (зокрема у галузі комп'ютеризації), і це відставання позначилося на подальшому розвитку інформаційних технологій. Політичні декларації про значення НТР і звичайно ж — про переваги соціалізму так і залишилися на папері та у палких промовах горезвісних радянських лідерів.

Натомість США досягли принципових результатів, які революціонізували науку, і на цій базі виникли новітні технології, котрі отримали назву «високих технологій» («high technology», або «high tech»). Так, у 1971 р. американська компанія «Інтел» розробила перший мікропроцесор, а рік потому у США була створена перша рекомбінантна ДНК, що ознаменувало народження генної інженерії і ДНК-технологій.

Саме в цей час Європа, не кажучи вже про СРСР, почала відставати від США. Незважаючи на відновлення інфраструктури у повоєнні часи, головна мета — досягти рівня ефективності американської економіки — ставала для неї дедалі проблемнішою. Прогрес інформаційних і комунікаційних технологій змістив співвідношення виробництва товарів і послуг у бік послуг. Більш розмитим стало саме розходження між поняттями «товари» і «послуги», змінився і склад ВВП. Економіка США зуміла набагато швидше адаптуватися до нових умов, аніж країни ЄС. Цим і визначилося прискорене зростання темпів продуктивності інтелектуальної праці у Сполучених Штатах. Не випадково за два останні десятиріччя у США з'явилося втричі більше нобелівських лауреатів, ніж у Європі.

Слід зазначити, що раніше європейські темпи значно перевершували американські, хоча починаючи з 80-х років ця різниця почала скорочуватися. Вже у другій половині 90-х темпи приросту продуктивності праці в Європі впали до 1,4%, тоді як в Америці збільшилися до 2%. Така тенденція зберігається й надалі. Більше того, зростання випуску наукової продукції останнім часом визначається такими цифрами: США — 33%, Японія та ЄС — 20, Росія — 1,5%. Коментарі зайві.

НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ У ДОБУ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

У другій половині ХХ ст. настає новий етап розвитку цивілізації — епоха глобалізації. Людство, яке реально відчуло загрозу конкретної небезпеки (ядерної війни, смертельних хвороб, тероризму, техногенних катастроф тощо), можливо, вперше піднялося до усвідомлення своєї спільної планетарної долі. Необхідність розв'язання цих глобальних проблем призвела до створення низки великих міжнародних спільнот-організацій (ООН, ЮНЕСКО, НАТО та ін.), небаченого в історії за своїми масштабами міжнародного співробітництва.

Типовий приклад глобалізації — виникнення великих економічних та інформаційних мереж, котрі нині воєдино пов'язують окремі частини світу. Сучасні генні технології, поряд із комп'ютерною технікою й інформатикою, незаперечно можна вважати інформаційними технологіями. Їхній вплив на майбутнє цивілізації очевидний. ХХІ століття можна сміливо назвати епохою комп'ютерних і генних технологій. На зміну декартівському «людина—машина» прийшла інша парадигма, інша когнітивна модель — «людина—програма». Виявляється, що обидва ці визначення здатні утворити цілісну ідеологічну і методологічну концепцію. Якісно нові інформаційні й енергетичні зв'язки, які вже існують чи тільки зароджуються, роблять сучасне суспільство, зокрема виробництво, ніби єдиним організмом [1] ...

Отже, поняття «інформаційне суспільство», «епоха біотехнології» і «суспільство ризику» сприймаються масовою свідомістю початку третього тисячоліття як синоніми.

Оцінка плюсів («соціальне благо») і мінусів («соціальний ризик»), що виникають з розвитком сучасної фундаментальної науки і високих технологій, чітко тяжіє до двох альтернативних полюсів — оптимістичного (сциєнтистського) і песимістичного (гуманістичного). Найелементарніший аналіз обох точок зору з'ясує, що перша з них відповідає природничонауковій епістемологічній моделі, а друга — соціогуманітарній. Там, де натураліст бачить технологічні можливості, гуманітарій виявляє соціальні дилеми і колізії. Те, що натураліст розглядає як питання техніки безпеки, соціолог і філософ сприймають як джерело соціальних і політичних ризиків. За всіма цими суперечками вимальовується фігура економіста-практика, бізнесмена, який трансформує і предмет полеміки, і можливість досягнення консенсусу, і саму дискусію у товар, що має забезпечити йому успіх на ринку [2].

Є один ускладнюючий чинник, пов'язаний із природою знання та міцністю того фундаменту, на якому, власне, вибудовуються наукові висновки. Виокремлюють два типи знання. Перший — це достовірне знання, що є продуктом тривалих і складних експериментів або емпіричних досліджень і не викликає суперечок у науковому середовищі. Наприклад, нині незаперечні негативна дія надлишкових доз ультрафіолету на здоров'я (збільшення ризику захворювання на рак шкіри), зв'язок між палінням і злоякісними процесами у легенях. Знання другого типу має імовірнісний характер, воно не є достатньо переконливим і повним, а його застосування пов'язане з певним ризиком. Як приклад можна навести вплив кліматичних змін на біосферу.

Стосовно багатьох нагальних проблем сьогодення нашим знанням не вистачає саме

визначеності: або тому, що ця визначеність виключається природою конкретного явища, або через брак інформації.

Учені не повинні відповідати за рішення, які приймають політики, однак, це аж ніяк не означає, що вони звільнені від моральної відповідальності перед суспільством за наслідки наукового прогресу.

ДНК-ТЕХНОЛОГІЇ

Їх можна віднести до галузі біології, котра вивчає явища та конструювання механізмів спадковості і мінливості. Ці технології стрімко поглиблюють наші знання в одній із найменш досліджених сфер, а саме — спадковості та законів її зміни природним й експериментальним шляхами [3].

Відомо, що збереження виду, зокрема ссавців, до яких належить і людина, забезпечується наявністю двох уроджених інстинктів — самозбереження і продовження роду. Вони вироблені шляхом природного добору і містять безліч різноманітних характеристик, спектр яких у кожного виду має свої особливості.

Таким чином, основою життя є ДНК і її стабільність. Суть секрету — у будові молекули ДНК, у двох її комплементарних ланцюжках. Але навіть природі, яка завжди прагне до економності, такі надмірності? Адаже і на одному ланцюжку-стрічці можна було б записати всю спадкову інформацію. Так, записати можна. Але зберегти і точно відтворити — важко.

Прискорення темпів життя збільшило навантаження і на світ природи, від якого ми з вами повністю залежимо. Природні екосистеми змінювалися під впливом усе нових типів порушення екологічної рівноваги: потоншення озонового шару у стратосфері і глобальне потепління через викиди парникових газів та з інших причин, що завдало непоправної шкоди таким уразливим екосистемам, як коралові рифи, а найголовніше — біорізноманіттю, зумовило зникнення багатьох

видів живої природи, а це, у свою чергу, призвело до зубожіння земельних ресурсів. Як наслідок — катастрофічне скорочення на планеті площ, зайнятих лісами, виснаження водонесних горизонтів, різке зниження кількості промислової риби тощо.

Цвітіння водоростей у водах Балтійського моря, у Мексиканській затоці — результат потрапляння зі стоками добрив, що призвело до загибелі риб і креветок, оскільки водорості були витіснені іншими видами, які позбавили їх розчиненого у воді кисню. Вчені лише починають усвідомлювати ефект від глобального потоку азоту, одного з чотирьох ключових елементів (поряд із вуглецем, сіркою та фосфором), які є «змащенням» для основних планетарних систем. Але і само по собі антропогенне забруднення харчового ланцюга, що потрапляє до людини, жахливе. Як приклад — свинцеві отруєння, а звідси — витоки безлічі спадкових хвороб.

Найважливіші соціальні проблеми нашого часу пов'язані з екологічною кризою, що поглиблюється, і загрозою глобальної екологічної катастрофи. Процес руйнації ґрунтів значно прискорюється застосуванням отрутохімікатів, які знищують, разом із шкідниками, і ґрунтових комах, хробаків, кліщів, без чого утворення гумусу істотно гальмується. Поступово продукція з таких ланів дедалі більше забруднюється нітратами і нітридами, пестицидами і важкими металами. І хоча інтенсифікація землеробства і дає певні позитивні результати, однак, вони зазвичай швидкоплинні і ще більше загострюють проблему втрати родючого шару ґрунтів, що, зрештою, призводить до скорочення земельних ресурсів.

Подальше розширення посівних площ катастрофічно прискорить зникнення видів, які їх населяють. Біологічні методи — органічні добрива, сівозміни і вдалий підбір культур, перехід від хімічного захисту рослин до біологічного, який мав би чітко відповідати місцевим особливостям, оптимальні

способи обробки землі (наприклад, безвідвальна оранка) — є необхідними умовами збереження і підвищення родючості ґрунтів. Саме вони сприяють стабілізації виробництва продовольства вищої екологічної якості [4].

Загострення проблем збереження біосфери зумовило нове розуміння глобалізації, підштовхнуло людство до необхідності вжиття кардинальних і термінових заходів, спрямованих на поліпшення якості природного довкілля, власного життя. Як бачимо, всі перелічені вище катастрофічні зміни пов'язані саме з живою матерією, а тому ДНК-технології стають вирішальними у розв'язанні ключових проблем сучасного суспільства. ДНК-технології відносять, залежно від розвиненості економіки країни, до першого, другого або третього рівнів пріоритетних напрямів національної безпеки. Вони входять до всіх програмних документів ООН, ЄС та урядів низки держав, присвячених стратегії розвитку науки. Кількість публікацій з питань, пов'язаних з ДНК-технологіями, лавиноподібно зростає. Так, у бібліотеці Конгресу США налічується понад мільйон джерел, що з'явилися друком лише за останні 20 років.

Парадигма ДНК-технологій визначається глобальними соціальними завданнями. Основні цілі їх розвитку — розв'язати проблему голоду, створити ефективні засоби лікування людей, захистити довкілля, запропонувати альтернативні, екологічно чисті технології з низькою енергоємністю і високим ступенем утилізації сировини — у сільському господарстві, металургії, енергетиці й інших галузях економіки. Багато дослідників вважає, що для людства єдиний вихід сьогодні — це перехід до біологічного етапу розвитку цивілізації. У зв'язку з цим потрібно виробити нову парадигму існування і новий стиль мислення. Необхідна нова екобіологічна культура, а отже, впровадження широкої екологічної освіти у суспільстві.

Усі напрями ДНК-технологій тісно взаємодіють, становлять єдине ціле. З одного боку, мікроорганізми — продуценти традиційних біотехнологічних продуктів (наприклад, пива, хліба тощо) — вдосконалюються методами ДНК-технологій; традиційні мікробіологічні виробництва дедалі частіше застосовують ДНК-метаболіки. З другого боку, за промислового вирошування мікроорганізмів і клітин, отриманих методами ДНК-технології, зазвичай використовують принципи й апаратурні прийоми, властиві традиційній біотехнології.

ДНК-технології, або генна (генетична) інженерія, — напрям досліджень у генетиці, в межах якого розробляють методи, що дають змогу за наперед накресленим планом перебудувати геном організмів (геном — повний набір генів певного організму), змінюючи у ньому генетичну інформацію, або ДНК.

На жаль, в Україні на науково-технічні розробки виділяється мізерна частина бюджетних коштів, на порядок менша, ніж у середньому по країнах Європейського Союзу. Тому єдиний вихід — це розробити закон про інноваційні фонди, які створюватимуться за рахунок відрахувань промислових підприємств. Необхідно, щоб наукові установи мали можливість оптимізувати кошти з цих фондів, зокрема на засадах відкритого конкурсу.

ПРОБЛЕМА НЕРІВНОСТІ І ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Порівняно з початком минулого століття чисельність населення на планеті зростала вчетверо. Отже, за таких темпів збільшення кількості землян і нарощення їх зростаючих потреб саме існування людства може виявитися досить проблематичним. Ці колізії покликані розв'язати науково-технічний прогрес і новітні технології. Істотно населення може зменшитися лише у разі серйозних катаклізмів, але схвально на це відреагує хіба що невелика група найрадикальніше налаштованих войовничих «яструбів» чи «ультразелених» прихильників дикої природи.

Однією з найболючіших проблем людства була і залишається проблема голоду, вона вражає передусім слаборозвинені країни «третього світу». Так, за оцінками ООН, 1985 року смертність від голоду загрожувала майже 500 млн осіб, або приблизно 10% населення планети; у 1995 році періодично або постійно від голоду страждало близько 25% людей. Існування цієї проблеми є наслідком низької продуктивності праці, затратної економіки, тотального зубожіння населення у слаборозвинених країнах.

А тим часом, за офіційними джерелами, у середньому доходи у світі за останнє століття істотно зросли. Наприклад, у 1900 р. на одну людину припадало 1,3 тис. доларів, а в 1998-му — вже понад 6 тис. Це економічне піднесення буквально вирвало значну частину людства з лещат бідності, але, звісно, воно було нерівномірним, і мільйони людей, як і раніше, страждають від зубожіння та напівголодного існування. Дві третини населення світу позбавлені елементарних умов для життя; від нестачі чистої питної води потерпає 1 млрд осіб, 2,4 млрд живуть в антисанітарії, 1 млрд земель — неписьменні. Сьогодні недоїдає майже половина населення планети, а четверта частина просто голодує. А в країнах «золотого мільярда» — і це — гротескна гримаса нашої цивілізації — тисячі людей страждають від ожиріння і напружено шукають нові способи схуднення.

За оцінкою Всесвітнього банку (World Bank), 1,3 млрд земель живуть в абсолютній бідності. Більшість цих людей у країнах «третього світу» мешкає у сільській місцевості. Багато хто з них заробляє на життя, обробляючи клаптики землі, вже не раз переділені в міру збільшення сім'ї. Інші мають землі так мало, що вона не може їх прогодувати, а великі угіддя сконцентровані в руках мізерної частини найбагатших землевласників. Третю групу становить безземельне селянство, яке працює на землях можновладців, найчастіше — виконує сезонні робо-

ти. Швидко поповнюється ще одна група бідноти країн «третього світу» — ті, хто живе на стихійно захоплених ділянках, розташованих навколо великих міст.

Уряди цих країн починають усвідомлювати, що саме створення і використання сучасних технологій і є головною умовою виходу на вищий рівень життя. Але як самотужки подолати їм шлях довжиною у століття?

Країни, що розвиваються, і країни з перехідною економікою прагнуть, передусім, до продовольчої незалежності, бо продовольство — це своєрідна політична зброя. Щоб подвоїти його виробництво, зняти залежність від країн-експортерів, необхідні сучасні знання у галузі протеоміки, метаболіки тощо. Тут не обійтися без нових технологій, дослідження генів, які визначають урожайність, інші важливі споживчі властивості основних сільськогосподарських культур. Не менш складна робота — адаптація цих культур до конкретних екологічних умов певної країни. У таких випадках часто доводиться «спиратися» на трансгенні, або генно-модифіковані організми (ГМО), вирощування яких значно дешевше, до того ж вони менше забруднюють довкілля і не потребують залучення нових територій [5].

Як зазначалося у доповіді генерального секретаря ООН Кофі Анана «Запобігання війнам і нещастям», нині прожитковий рівень понад 1,5 млрд осіб становить менше 1 долара на день, 830 млн людей просто страждають від голоду. І хоча за 1960–2000 роки виробництво всіх видів сільськогосподарської продукції зросло з 3,8 до 7,4 млрд т, однак кількість продовольства, що припадає в середньому на 1 людину, залишилася незмінною (1,23 т/особа).

У країнах Західної Європи, Північної Америки і Японії, де переважає хіміко-техногенна інтенсифікація сільського господарства і проживає менше 20% населення земної кулі, у перерахунку на кожну людину витрачається у 50 разів більше ресурсів, ніж у

країнах, що розвиваються. І, відповідно, викидається у довкілля майже 80% усіх шкідливих промислових відходів (доповідь комісії ВООЗ). А це загрожує екологічною катастрофою всьому людству.

Звичайно, для того, щоб прогородувати всіх землян, потрібно інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво. Адже тільки протягом року на нашій планеті народжується близько 85 млн осіб, а приросту виробництва продовольства вистачає лише на половину з них. За останні 40 років населення азійських країн зросло більш як удвічі (з 1,6 до 3,5 млрд осіб). Яка доля очікувала б оці додаткові 2 млрд людей, якби не активне використання досягнень «зеленої революції». Адже завдяки їй здобуткам у кілька разів зросло виробництво продуктів харчування, знизилася ціна на хліб майже в усіх країнах світу.

За цих умов упровадження у практику ГМО залишається поки що єдиною альтернативою традиційному веденню сільського господарства. Слід враховувати і те, що сільськогосподарські угіддя з кожним роком дедалі більше виснажуються і стають екологічно більш уразливими.

З країн-експортерів продовольства лише США і Росія можуть розширювати посіви зернових. Ні Австралія, ні Аргентина, ні Канада, ні держави ЄС цих резервів не мають. У США, втім, як і в Росії, є угіддя, виведені з обігу: задіявши їх, американці зможуть одержувати ще приблизно 100 млн т зернових на рік. Це доволі значний резерв експорту, бо свої потреби США цілком задовольняють на нинішніх площах. Але Штати традиційно постачають на світовий ринок лише кукурудзу і сою, а пшеницю майже не експортують. Щодо Росії, то грамотне застосування найсучасніших технологій може збільшити її експорт зернових до 100 млн т.

Парадокс нашого часу полягає у тому, що п'ята частина населення планети (багаті й заможні) одержує 82,7% світових доходів,

тоді як така сама частина (найбідніші верстви) — усього лише 1,4%. На жаль, стосовно використання науково-технічних досягнень теж існує глибока нерівність. Важко собі уявити, що у наш час половина людства ніколи не користувалася телефоном. Доступ до Інтернету має тільки дванадцята частина населення Землі. А скільки ще отих бідолах, котрі зовсім не вміють ані читати, ані писати. Дві третини населення Землі, яке живе у країнах, що розвиваються, відгороджене від сучасних інформаційних цифрових технологій. То яким же чином можна задовольнити потреби 2-х з лишком мільярдів людей у продуктах харчування і 4-х мільярдів — у користуванні сучасними технологіями? Як прискорити впровадження нових технологій у наше повсякденне життя — насамперед у сільське господарство, сферу охорони здоров'я, освіти? У країнах із розвиненим ринком раз у раз виникає ситуація «цифрового перенасичення», коли випуск нових моделей електронної техніки вже не знаходить купівельного попиту. Тим часом на ринках, що розвиваються, потенційний попит практично не має меж, якщо ціна на електронну техніку доступна, а технологія затребувана інфраструктурою.

У зв'язку зі швидким розвитком фундаментальної науки і прикладним застосуванням деяких її розробок змінюється і мораль суспільства, її окремі засадничі принципи та уявлення. Наприклад, сприйняття старості. Старші за віком люди традиційно вважалися у суспільстві мудрими порадиниками, гідними уваги і пошани молодших. Нині ж старість багатьма сприймається як прикре захворювання. Люди свідомо йдуть на складні та ризиковані пластичні операції, щоб обманути вік, посперечатися з часом.

Так, справді, нині модно бути молодим і здоровим, і це добре. Але так би не хотілося, щоб природні процеси у житті людини ставали для неї чимось украй неприйнятним. А може... завдяки досягненням ДНК-технологій і клонуванню можна буде сформувати

такий собі «уряд Альцгеймера», обраний, як на Сході, зі старійшин!?

ЕНЕРГЕТИКА І ПОЛІТИКА

Енергетична система, яка сформувалася у промислово розвинених країнах упродовж останнього століття, породила не лише соціальну нерівність (відомо, що більшість найбагатших людей планети примножили свої статки саме завдяки нафтовому буму ХХ ст.), серйозні екологічні проблеми, а й воєнні конфлікти. Чи зможуть суспільства використати нові революційні технології, щоб подолати всі ці негаразди?

Не секрет, що протягом останніх двох століть видобуток і постачання енергоносіїв почали дедалі більше переходити з економічної у політичну площину. ХХ століття, яке деякі історики нарекли «американським», усе частіше починають називати «нафтовим». Боротьба за нафтові родовища, на жаль, була і є причиною більшості міжнародних конфліктів і воєнних зіткнень.

Уряди різних країн у ХХ ст. виявляли свою стратегічну зацікавленість енергетикою з різних причин: забезпечення національної безпеки, зниження залежності від імпорту нафти і стимулювання технологічного прогресу як засобу економічного зростання. У ХХІ ст. постала інша парадигма — протистояння у зв'язку з небезпечними кліматичними змінами, що може набути майже такого самого стратегічного значення, як у ХХ ст. «гарячі» та «холодні» війни. Провідні вчені наголошують на тому, що глобальні кліматичні зміни можуть незабаром виявитися екологічним еквівалентом «холодної» війни.

Більше того, покладаючись на непоновлювані ресурси, що дуже швидко виснажуються, викидаючи в атмосферу мільярди тонн відпрацьованих газів, ми продовжуємо будувати економіку на тенденціях, які неможливо буде підтримувати протягом нинішнього століття. Чимало зусиль докладається сьогодні з метою формування засад нової енер-

гетичної системи, яка впливатиме на спосіб життя мільярдів людей уже у другій половині ХХІ ст.

Екологічна ситуація змушує поставити під сумнів можливість подальшого використання викопних видів палива. Минуло 200 років відтоді, як ми почали спалювати скам'янілі рештки, котрі накопичувалися протягом мільйонів років. Але тільки недавно стало відомо, що виділюваний ними вуглець порушує радіаційний баланс Землі, спричинюючи потепління на планеті. Спалювання викопних видів палива підвищило концентрацію вуглекислого газу (CO_2), який утримує тепло в атмосферному повітрі, на 30% порівняно з періодом, що передував промисловій революції. Концентрація CO_2 в атмосфері нині досягла максимального рівня за 160 тис. років, і глобальні температури зросли до найвищих величин з часів середньовіччя. Експерти вважають, що людська діяльність може покласти край періоду відносної стабільності клімату, який тривав протягом останніх 10 тис. років.

Учені документально обґрунтували такі негативні тенденції глобального масштабу, як танення льодовиків, підвищення рівня морів, відмирання коралових рифів, поширення інфекційних хвороб, міграція рослин і тварин, що узгоджується з прогнозованими наслідками потепління. Незвичайна спека 1998 року була пов'язана з надзвичайно сильним феноменом «Ель-Ніньо», але її наслідки виявилися набагато ширшими. Ця спека спричинила цілу низку екстремальних погодних явищ: посухи і небувалі за своїми масштабами і силою пожежі у тропічних і субтропічних лісах від Індонезії до Мексики, найбільші в історії повені в Китаї і Бангладеш, руйнівні буревії та жорстокі епідемії в Африці, Північній, Центральній і Південній Америці, згубні теплові хвилі у Сполучених Штатах, Південній Європі та Індії. Процеси, які відбуваються у кліматичній системі, не підкоряються лінійній залежності. У минулому вона вже демон-

струвала різкі переходи в інший рівноважний стан після перетинання певного температурного порогу. Такі кліматичні зрушення здатні справити надзвичайно потужний вплив як на біосферу, так і людське суспільство загалом. Відомо, що багато природних катаклізмів призвело до загибелі кількох стародавніх цивілізацій.

За оцінками науковців, для того, щоб стабілізувати концентрацію вуглекислого газу в атмосфері на безпечних рівнях, треба буде на 60–80% скоротити викиди вуглецевих сполук.

СКЛАДНИКИ ВІДСТАВАННЯ

Ключові технології, завдяки яким науково-технічний прогрес вийшов на нові рубежі, — це мікроелектроніка, інформаційні та ДНК-технології. Вони, в свою чергу, об'єднують низку високотехнологічних напрямів: так, до ДНК-технологій належать генна, клітинна, білкова інженерії, протеоміка, метаболіка тощо.

Продукція «high tech» становить дедалі більшу частку валового внутрішнього продукту розвинених країн, визначаючи рівень їхнього експорту і конкурентоспроможності на світовому ринку. Наприклад, сьогодні товари електронної промисловості в ціновому еквіваленті є найзначнішим сегментом світового ринку.

Зрозуміло, що «high tech» — це сфера стратегічних інтересів, об'єкт державної та міжнародної політики. Дослідження і розробки в цій галузі потребують залучення величезних ресурсів, що є неможливим для однієї, навіть найрозвиненішої, країни. Тому і створюються такі потужні міждержавні об'єднання, як Євросоюз.

Високими вважаються і такі технології, як лазерна, мембранна тощо. Багато «high tech» задіяні в аерокосмічному комплексі, в оборонній промисловості. Створюються також окремі високопродуктивні технології і в традиційних галузях, скажімо, металургії (безперервне розливання сталі), машинобуду-

ванні та ін. У сучасному світі місце держави, її потенціал значною мірою визначає розвиток ключових технологій. Тому зростання кількості висококваліфікованих фахівців, які можуть продукувати «high tech», стає стратегічним ресурсом держави. Судячи з еміграції з колишнього СРСР науковців і спеціалістів високого інтелектуального рівня, і тепер триває конкуренція за цей ресурс, причому не менш запекла, ніж за сировинні ресурси. Так, за останніми відомостями, за роки незалежності з України виїхало близько 90 тис. фахівців із вищою освітою; з Росії — 300 (за іншими джерелами, понад 600) тис. науковців. Заробітна платня кожного з них у розвинених країнах становить від 2 до 10 тис. доларів на місяць і більше, залежно від кваліфікації. А їх приїзд як внесок в економіку держави оцінюють від 0,5 до 1,5 млн доларів від кожної особи. У добу високих технологій країни, які не спроможні профінансувати наукові дослідження та розвиток наукоємних виробництв, починають дуже швидко відставати, і цей зростаючий розрив має тенденцію перерости у «відставання назавжди».

Прикро, але Європа так і не скористалася сповна новими можливостями, які надають цифрові технології, чого не можна сказати про США, що значно випереджають інші країни у сфері «high tech».

І головна причина тут, на нашу думку, полягає у рівні освіти, її якості, зрештою, у технологіях викладання знань у середній школі і вищих навчальних закладах. Простежується певний зв'язок між рівнем університетської освіти і темпами зростання продуктивності праці. І це зрозуміло, бо як для наукових проривів, так і втілення ідей у корисній продукції потрібні висококваліфіковані, всебічно і глибоко освічені фахівці. У США витрати на вищу освіту становлять 3% ВВП, тоді як у країнах ЄС — лише 1,4%. Варто нагадати, що за часів М.С. Хрущова у вітчизняну сферу освіти вкладалося більше коштів, аніж виділялося на відновлення народного госпо-

дарства. Прогрес науки потребує першокласних мізків, допитливого розуму, стимулюючого академічного середовища, навичок роботи у команді й атмосфери змагальності, здорової конкуренції. Але всього цього не можна досягти відразу.

Доступ до вищої освіти в жодному разі не слід розширювати за рахунок зниження рівня вже існуючих «мозкових центрів». Згадаймо В.І. Вернадського, світогляд якого вирізнявся вираженою об'єктивною спрямованістю й інтересом до пізнання дійсності, орієнтацією на виявлення об'єктивних закономірностей у побудові світу, синтетичністю і схильністю аналізувати категоріальні основи тієї чи іншої предметної галузі, високою здатністю до прогнозів і передбачень. Пов'язано це із беззаперечним впливом на В.І. Вернадського як науковця оточення інтелектуально обдарованих професіоналів. Ще студентом Петербурзького університету він слухав лекції видатних російських учених (Д.І. Менделєєва, В.В. Докучаєва, І.М. Сеченова та ін.). Згодом Володимир Іванович стажувався у кращих лабораторіях світу, працював під керівництвом яскравих особистостей і талановитих фахівців, брав участь у діяльності неформальних організацій — таких, як «Студентське науково-літературне товариство» і «Братерство».

Сьогодні однією із кардинальних проблем є гармонізація структури елітної освіти з поширенням університетської системи, а це завдання не з легких. Бо ж недостатньо лише підготувати велику кількість фахівців, котрі вміють і прагнуть вести дослідницьку роботу. Наукові дослідження — це, передусім, кошти, і витратити їх слід так, щоб домогтися максимальних результатів. **Саме результативності, на наш погляд, бракує європейській науці.** У ЄС на душу населення припадає у п'ятеро менше міжнародних патентів, ніж у США. І це не дивно, якщо врахувати той факт, що у Сполучених Штатах витрати на науку дорівнюють 2,6% ВВП, тоді як у Європі —

1,8%. Тільки Швеція і Фінляндія перевершують у цьому США, а Німеччина наближається до них за вказаним параметром. Про нашу країну навіть не йдеться, адже, скажімо, фінансування всієї НАН України сьогодні є меншим від коштів, які витрачаються у США на створення трансгенної картоплі. Беззаперечно, фінансування наукових досліджень в Україні потребує істотного збільшення. Але тут важлива не тільки кількість грошей, а й те, яким чином вони витратяться. Слід безпомилково визначити пріоритетні напрями, оскільки держава може профінансувати лише кілька великих проектів. Можливо, один із виходів полягає у стимулюванні взаємодії університетів із малим бізнесом, заохоченні такої співпраці податковими пільгами.

Якщо ми не стимулюватимемо розвиток генної інженерії, інформаційних і нанотехнологій, не створимо якнайшвидше інноваційних центрів, технопарків й освітніх комплексів, то не зможемо подолати наукову дискримінацію і змушені будемо, як точно визначив академік НАН України І.Р. Юхновський, користуватися «науковим секонд-хендом».

НАУКОВА ДИСКРИМІНАЦІЯ, АБО НАУКОВИЙ СЕКОНД-ХЕНД

Винесене у підзаголовок поняття означає розрив у сфері наукових досліджень, який існує між розвиненими країнами, і тими, що розвиваються. Причина цього, насамперед, — у відсталості економіки, неспроможної забезпечити навіть елементарні потреби суспільства. За відомостями 1998 року, 1,2 млрд людей планети живуть менш як на 1 долар, 2,8 млрд витрачають менше 2-х доларів на день. При цьому статки трьох найбагатших людей у світі перевищують сукупний обсяг ВВП 48 найбідніших країн. Ми вже звикли говорити, що науково-технічний прогрес сприяє зростанню життєвого рівня населення. Але парадокс нашого часу полягає у тому, що цього не спостерігається. На-

томість чим швидше розвивається наука, тим глибшою стає прірва як між бідними і багатими країнами, так і між бідними і багатими верствами населення всередині держави. Країни «золотого мільярда» витрачають 85% усіх коштів, які виділяються на науку у світі, але саме вони і залишаються основними споживачами її продукції.

Інший бік «high tech» — чітке усвідомлення урядами постіндустріальних країн, особливо США, того, що вони залежать не стільки від імпорту сировини, скільки від «імпорту мізків». Цього розуміння немає у менталітеті країн «третього світу», так само, як не існує там і належної пошани до розуму, інтелектуальної праці.

Найчастіше саме «імпорт мізків» зумовлює появу нових ідей, нестандартних підходів до розв'язання наболілих проблем. Інтелектуальна обдарованість зазвичай виявляється у надвисоких показниках розумової діяльності. Але не завжди найкмітливіші діти згодом стають видатними творчими особистостями і досягають успіху (за стандартами американського суспільства). І навпаки. Відомо, що багато визначних особистостей мали серйозні проблеми у школі. Так, репутація слабого учня не полишала у шкільні роки Чарлза Дарвіна, Альберта Ейнштейна, Вальтера Скотта, Альберта Швейцера. Уїнстон Черчилль був хронічним лузером у класі. Томаса Едісона відрахували зі школи — «через цілковиту бездарність». Альберту Швейцеру взагалі вчителі пропонували «пасти свиней». Юстус Лібіх полишив школу чотирнадцятилітнім, хоча вже в 21 рік став професором хімії. І прикладів таких можна навести безліч.

Звісно, у цьому випадку йдеться про вади офіційної системи шкільної освіти з її специфічними вимогами і критеріями оцінки інтелектуальної успішності. Не секрет, що в традиційній школі обдаровані діти часто стають «білими воронами», оскільки їхній спосіб мислення драматичним чином не «вписуєть-

ся» у рамки шкільних правил та уявлень учителів про «гарного учня».

Фундаментальну науку, основи високих технологій, що становлять підвалини переваг США, створюють там здебільшого емігранти, які прибули до Штатів спочатку із Західної Європи, послабленої війною, згодом — зі Східної Азії, а впродовж останніх 10–15 років — і з країн колишнього СРСР. Третина математиків, котрі працювали в Америці у 90-ті, емігрували з пострадянських теренів. Можливо, тому і з'явився гротескний анекдот: «Що таке типовий американський університет? — Це коли російські професори читають математику китайцям». До речі, щодо Китаю. Це єдина країна із сусідів Росії, яка брала участь у програмі «Геном людини» і яка цього року має розшифрувати геном курки.

Розвиток «high tech» продовжує загострювати проблему нерівності між бідними і багатими, тими, хто вже вступив у постіндустріальну еру, і тими, хто з різних причин ніколи не зможе цього зробити. Країни «третього світу» починають усвідомлювати, що саме створення і впровадження сучасних технологій стає головною умовою досягнення високого рівня життя. Але самотужки реалізувати це вони вже не в змозі — немає необхідних генів: їхніх носіїв або буквально знищили, або змусили виїхати. Я називаю це «ефектом критичної маси «третіх країн». Найгірше те, що чиновники від науки таку ситуацію намагаються розв'язати завезенням до країни наукового секонд-хенду.

В усьому світі наука й освіта фінансуються з бюджетних коштів і розглядаються як найважливіша частина життєзабезпечувального потенціалу країни. У США, які вважаються зразком держави з ринковою економікою, хоч як дивно, дві третини фундаментальних досліджень фінансується з федерального бюджету і лише приблизно третина — за рахунок прикладної науки.

В Україні ж, з її перехідною економікою, міркування щодо самофінансування науки,

мабуть, не мають сенсу. Комерціалізація результатів наукових досліджень гальмується економічною кризою, в якій опинилася вітчизняна промисловість. Відсутність платоспроможного попиту на готові розробки відкидає країну на рівень 50-х років минулого століття, звідси — й еміграція вчених, стагнація науки...

Вихід тільки один — усвідомлення політиками того, що збереження наукового потенціалу і є збереженням незалежності держави, зміцненням національної безпеки.

НАУКА І БІЗНЕС, НАУКА І ПОЛІТИКА: СЛОВ'ЯНСЬКИЙ ВАРІАНТ

Одна з проблем, пов'язаних зі становленням і розвитком високих технологій, — це взаємовідносини науки і суспільства, вчених і політиків. Етичне відсторонення науковців призвело до того, що вони зазвичай розглядають результати своєї діяльності як факти науки, корисні для її розвитку безвідносно до соціальних і духовних наслідків. Однак наукове відкриття не залишається надбанням лише професійної сфери, так чи інакше воно виходить за її межі, стає фактом суспільного життя, сприяє його розвитку чи спричинює явища деградації.

Традиційно вважається, що переважно суспільство впливає на науку. Взагалі завжди так і було. Але тепер ми спостерігаємо зворотний процес, а саме — колосальний вплив науки на всі аспекти життєдіяльності суспільства. Це не тільки впровадження нових знань, чого традиційно очікує суспільство від науки. Це ще й зовсім інший вплив, на якому мені хотілося б спинитися. Наука виконує нині цілу низку соціальних функцій. Сьогодні, крім «витоку мізків», проблемою стала так звана внутрішня еміграція науковців — перехід їх у бізнес-структури і політику. Нині виникла нова колізія — вчений-політик.

На жаль, і це ми з вами спостерігаємо, ролі вченого і політика в сучасній державі не завжди чітко визначені, а тим часом тут необ-

хідно дотримуватися певного розмежування функцій. В ідеалі дослідник створює нове знання, опрацьовує і видає інформацію щодо «плюсів» і «мінусів» конкретного проекту, про ймовірності успіхів і ризиків, прямих і непрямих наслідків його здійснення. Він викриває стереотипи і хибні погляди, але ніколи не візьме на себе відповідальності щодо прийняття остаточних рішень.

Науковці аналізують позитивні і негативні ефекти атомної енергетики, але не приймають рішень стосовно будівництва чи закриття атомних електростанцій або випробувань ядерної зброї. Справа вчених — продукувати ідеї і розвивати наукові дослідження, приймати рішення — обов'язок політиків.

Але у великій політиці завжди крутяться великі гроші, і це — вагомий аргумент для честолюбців, бо популярність ученого незрівнянна з тією, яку засоби масової інформації створюють політикам. Однак сьогодні поширилося й інше явище: політики прагнуть підвищити свій статус здобуттям наукових ступенів, причому максимально використовуючи службове становище. Прикро визнавати, але багато дисертацій вищих державних службовців і депутатів були виконані найманими «рабами від науки». У результаті ці чиновники вважають, що вся наука продажна, і науковці можуть заробляти тільки тим, що писатимуть дисертації тому чи іншому мовчазному владцю. В Інтернеті міститься перелік таких персон, які стали членкорами й академіками передусім тому, що є членами парламенту і високопосадовцями міністерств та відомств. Такий собі сучасний українсько-сицилійський різновид наукової мафії.

Що ж, розглянемо цивілізований (не український) варіант комерціалізації фундаментальної науки, який має як позитивні, так і негативні аспекти. Позитивні очевидні — великі обсяги фінансування, життєво необхідні для сучасної науки, що не може існувати без розвиненої інфраструктури, новітнього обладнання, кваліфікованого персона-

лу, високого ступеня інформатизації тощо. Негативним аспектом комерціалізації є новий режим функціонування науки: з інтелектуального заняття «диваків і недоумків», основна мета яких — осягнення істини, задоволення особистої допитливості і зацікавленості та благочинність для всього людства, наука поступово перетворюється на арену економічного суперництва країн, корпорацій та окремих учених. Тут досить згадати програми «Геном людини» або «Протеоміка і метаболіка».

Таким чином, сьогодні наукові здобутки є здебільшого власністю окремих фірм. Це завдає серйозної шкоди науці. Засекречування наукових результатів як на рівні держав, так і на рівні певних фірм, призводить до зниження темпів наукового прогресу. Науці шкодить і те, що в сучасному світі вона стає частиною масової культури, знаком престижу, додатковою «зірочкою» на мундирі окремих державних чиновників. А коли справа стосується загальнонаціональної проблеми, як, скажімо, поширення пташиного грипу, державі доводиться шукати допомоги в інших країнах.

Як ми зазначали, чимало політиків останнім часом потяглися в науку, але спостерігається і зворотний процес. Особи, котрі йдуть у політику з науки, мають особливий менталітет, який надто відрізняється від менталітету вченого. Для серйозного дослідника необхідні специфічні умови праці. Це підвищені вимоги до спокою і безпечності, усамітнення, відсутність публічної метушні, зайвого галасу. Тому вчені, як правило, уникають ситуацій, які так любляють політики. Примусове заганняння науки в ту чи іншу партію, як засвідчила радянська дійсність, завжди було непродуктивним. Зрозуміло, що людям, котрі працюють у науці, насамперед необхідна об'єктивність суджень і міркувань. А будь-яке інше служіння потребує служіння партійним чи корпоративним інтересам. Тому ті особи, які йдуть з науки у політику, владні структури, мають специфічний мента-

літет, що виявляється, зокрема, у жорсткому поводженні зі своїми колишніми колегами. Хоч як дивно, але такі «науковці-політики» найчастіше голосують проти збільшення витрат на науку. Психологи так пояснюють цей парадокс: перебуваючи на високих посадах, вони підсвідомо бажають помститися своїм колегам за те, що колись не досягли успіхів у науковій сфері: спрацьовує комплекс меншовартості.

Слід зазначити, що ми не маємо відпрацьованого механізму участі наукових співробітників у владних структурах. Учений може потрапити у політику двома шляхами (що і спостерігаємо в Україні) — стати політиком чи успішним бізнесменом. Окрім цього, він має володіти специфічними психологічними якостями: лояльністю до влади, пробивні здібності, вміння привернути увагу, здатність опинитися у потрібному місці у потрібний час.

Серед учених-можновладців можна виокремити дві групи: перша — законодавці, головна функція яких — розробка моделей суспільного устрою; друга — вчені-«перекладачі», чіє призначення — реалізація відповідних соціально-політичних технологій, тобто відстоювання певної ідеї, захист інтересів певних політично-кланових кіл.

Зрозуміло, що в різні часи були затребувані різні типи вчених-політиків. Так звані виконроби перебудови О.М. Яковлєв, М.П. Шмєльов, В.І. Сєлюнін розробляли тільки ідеологію реформ, а реалізовували їх інші — жорсткі прагматики. Вони не зверталися до свідомості мас, а спілкувалися лише з тими, хто мав владу, причому використовували для цього не ЗМІ, а особисті контакти. Цікаво, що для обґрунтування нової ідеології з'явилися численні іміджмейкери, PR-технологи, які стали засновниками різноманітних соціальних, економічних і стратегічних центрів. Тепер ці організації є самостійною системою впливу на владу і... одним із засобів для відмивання «брудних» грошей. У Росії маємо цікавий фе-

номен існування двох наук: державної (яку сама держава не підтримує) і «незалежної» (яка підтримується тими чи іншими політичними й соціально-економічними замовленнями).

Попри це, було б помилкою недооцінювати вплив науки на суспільство (класичний приклад — марксизм). Тому політикам необхідно пам'ятати: як ви поведетеся з наукою сьогодні, з такими самими наслідками ви зіткнетеся у суспільстві завтра. І досвід перебудови в СРСР показав: виплекані наукою ідеї — це завтрашні політичні дії і, відповідно, зрушення у суспільній свідомості.

Імператор Юстиніан I, котрий закриття академію Платона, яка проіснувала до того майже тисячу років, вчинив це тільки тому, що думки вчених не збігалися з його власними. Він не розумів, що позбавляє політику джерела сили. Й.В. Сталін припустився такої самої помилки, запрошуючи до співпраці лише експертів і консультантів, які цілковито поділяли його погляди. На жаль, сучасні політики наступають на ті самі граблі. А це неминуче призводить до втрати довіри суспільства і до науки, і до влади.

Свобода і незалежність (економічна, світоглядна) є необхідними умовами розвитку наукової сфери. Наука існує у визначених етичних, соціальних і політичних межах, які не можна просто так відкинути. Подобається це чи ні, але етичні та політичні норми впливають на вибір гіпотез, збір даних, проведення експериментів й оцінку результатів досліджень. Учені повинні усвідомлювати ризики, пов'язані з неконтрольованим використанням деяких наукових результатів і серйозно реагувати на побоювання з цього приводу громадськості. Проблема не в тому, щоб обрати між свободою і відповідальністю, — необхідно знайти між ними баланс.

Становище в галузі високих технологій в Україні абсолютно унікальне і визначається всією її історією. Але перш ніж розглянути це питання, згадаймо, як створювала свій на-

уково-технічний потенціал Росія, куди територіально кілька століть входила Україна. Вже з XVIII ст. російська держава докладала чималі зусилля для розвитку науки за західним зразком. Але тільки наприкінці XIX — початку XX ст. наука Росії справді досягла світового рівня, і російські вчені ввійшли до світової наукової еліти.

Однак після Жовтневої революції величезна частина цього потенціалу була втрачена — багато науковців емігрувало у країни Заходу і США. Чимало наших колишніх співвітчизників працювали безпосередньо на фермах, в університетах, дослідних інститутах і на дослідних станціях з проблем селекції та генетики рослин і тварин, зоології і ботаніки, ентомології і ґрунтознавства, ветеринарії і бджільництва, економіки тощо. Нагадаю про деяких науковців у галузі біології, котрі здобули високе визнання за кордоном.

Ключовою фігурою у вітчизняній генетиці і селекції був Т. Добжанський, який закінчив біологічний факультет Київського університету, працював у Колумбійському університеті і став дійсним членом Національної академії наук США. Видатним науковим досягненням Т. Добжанського спільно з М.В. Тимофєєвим-Ресовським є формулювання сучасної синтетичної теорії еволюції. Його книга «Genetics and Origin of Species» (1937) — найвизначніша праця про еволюцію у XX столітті, головні постулати якої стали базою сучасної теорії та практики селекції рослин і тварин. Надзвичайно великий внесок у розвиток сільського господарства США зробило подружжя В'ячеслава та Олени Савицьких, котрі до еміграції працювали у Всесоюзному інституті цукрового буряку в Києві. Вони здійснили справжню революцію у технології вирощування цієї сільськогосподарської культури, і нині сорти Савицького займають 90% посівних площ цукрових буряків.

У галузі ґрунтознавства М. Махів був фундатором першої схематичної карти ґрунтів України і першої повної класифікації ґрунтів

США. С. Крашенинников отримав всевітнє визнання завдяки своїм працям з проблем зоології, протозоології і паразитології. Вчений був членом Товариства протозоологів США, Міжнародної академії наук і мистецтва Франції, Зоологічного товариства Франції, Української академії мистецтва і науки у США, Українського наукового товариства ім. Т.Г. Шевченка. У 1967 р. біографія С. Крашенинникова ввійшла до книги про 500 особистостей світу, котрі досягли найвищих висот у своїй професії.

Всесвітньо відомий фахівець у галузі біології і таксономії *Aphididae* (попелиця) О. Грановський емігрував до США у 1913 р. і працював в університеті штату Міннесота. Він був піонером у вивченні перенесення комахами захворювань рослин і першим ентомологом Америки, який здійснив широкомасштабні дослідження інсектициду ДДТ для боротьби зі шкідниками картоплі. Інший виходець з України — М. Гайдак — практично створив у США сучасне промислове бджільництво. Десятки фахівців-ветеринарів, українців за походженням, працювали у міністерстві сільського господарства США, вели приватну ветеринарну практику. Серед них — доктори наук П. Барановський, Е. Богачевський, В. Вирщук, В. Копач, С. Курилас, П. Остапчук, В. Помирко, Б. Ткачук, професор І. Куйдич та інші.

У галузі продовольчої безпеки значних успіхів досяг українець за походженням доктор Е. Гелеті. Тридцять років дослідник присвятив вивченню захворювань птахів, маститів корів, вірусології та імунології везикулярних стоматитів і везикулярної екзантеми свиней, токсикології кормів, розробці методів оцінки залишків пеніциліну і пеніциліноподібних антибіотиків у молоці, визначенню метаболітів лікарських препаратів у телятині.

Співавтором національної концепції охорони навколишнього середовища, завдяки якій у США розроблена і виконується програма охорони землі, лісів і тваринного світу,

був І. Федьков, котрий захистив докторську дисертацію із сільськогосподарської економії у Корнельському університеті. 28 років він служив у міністерстві лісового господарства США як радник й аналітик.

Багато талановитих учених-біологів емігрувало з України, а скільки загинуло від сталінських репресій... «Історію України не можна читати без брому», — із сумом констатував В. Винниченко. Так само можна сказати і про історію генетики, яка виявилася ареною запеклої ідеологічної боротьби в СРСР 30–50-х років ХХ ст. Висновки учених-генетиків не сприймали апологети тоталітарної системи. Їм імпонувала марксистсько-лисенківська псевдотеорія успадкування придбаних ознак протягом одного людського життя. Справжні вчені-генетики, високопорядні особистості, стали жертвами цієї боротьби. У в'язницях і таборах загинули М.І. Вавилов і його соратники К.О. Фляксбергер, К.І. Пангалло, К.М. Чінго-Чінгас, Г.Д. Карпеченко та багато інших, талановиті українські вчені Г.А. Левицький, І.І. Агол, передчасно пішли з життя батько і син Сапегіни, інвалідом повернувся зі сталінських таборів учений К.В. Малуша.

Після сумнозвісної серпневої сесії ВАСГНІЛ генетику просто зруйнували: генетичні кафедри у вищих навчальних закладах були ліквідовані, висококваліфіковані фахівці залишилися без роботи. Однак запас міцності молодій інтелігенції, її патріотизм, інтелектуальний потенціал виявилися нездоланними. І чільники компартії, особливо після Другої світової війни, зрозуміли, що економічний розвиток, реалізація амбітних планів неможливі без прогресу науки і техніки. Науково-технічна еліта, вихована ще царською професурою, змогла поповнити втрати, сформувати нове покоління вчених й інженерів, створити потужний інтелектуальний потенціал. Але радянська влада, як і раніше, недолюблювала вчених. Університети вважалися розсадниками вільнодумства, а ті професори, які не

емігрували, наприклад, великий біолог М.К. Кольцов (творець матричного принципу реплікації), вважалися неблагонадійними. Попри значні успіхи СРСР (перший штучний супутник Землі, політ першого космонавта Юрія Гагаріна), до інтелігенції партійна верхівка ставилася вкрай підозріло. Її звинувачували в усіх лихах і негараздах — зниженні темпів сільськогосподарського виробництва і голодоморі, що насправді був геноцидом українського народу, у краху нездійснених проєктів, бездумно затверджених партійними функціонерами, у великих аваріях, спричинених недотриманням техніки безпеки, тощо.

Не дивно, що репресії щодо інтелігенції здійснювалися в різних формах: до середини 50-х років неблагонадійних заарештовували і розстрілювали, потім практикували різні форми дискримінації: не приймали до інститутів, аспірантури, на роботу через горезвісну «п'яту графу» (національність), проживання на окупованих територіях у роки війни тощо. А в наукове й інженерне середовища постійно вкорінювали «класовонаближених» керівників усіх рангів. Влада заохочувала «стукацтво» серед учених, інженерів, студентів. Це призвело до поступової деформації науки, появи псевдоеліти, деградації наукової моралі і, звісно, руйнації засад наукової творчості.

Зрозуміло, що всі «тектонічні зрушення», характерні для радянської доби, позначилися і на розвитку науки в Україні. Еміграція провідних учених, перехід продуктивно працюючих фахівців у бізнес або торгівлю, брак молодих здібних дослідників створили «чорні дірки» у системі науки. На жаль, нині важко знайти кваліфікованих виконавців навіть на добре фінансований проєкт. Відновлення науково-технологічного потенціалу, особливо його кадрової складової, потребує таких величезних затрат, на які наша країна навряд чи буде здатна у найближчому майбутньому.

Український вибір невеликий: або остаточно втратити інтелектуальний потенціал, наявність якого і відрізняє нашу країну від слаборозвинених, або примножувати його і ввійти у постіндустріальну еру власними високими технологіями.

На жаль, знайшлися «експерти», котрі стверджували, що в злиденній країні наука «надлишкова», її треба скорочувати, оскільки фінансування наукових установ і досліджень поза можливостями України. Цю точку зору висловлювали також деякі міжнародні експерти з Організації економічного співробітництва і розвитку.

Одна з гострих проблем України — це висока тінізація її економіки, млявість інноваційного процесу і, як наслідок, — небезпека наукової та економічної стагнації. Адже багато що залежить саме від економічної ситуації. Стає зрозумілим, що просте копіювання ринкових реформ для нас не має сенсу. Не слід також припускати й іншої помилки, проігнорувавши ті зміни, які відбулися у США в середині 90-х років ХХ ст., коли значна частина наукового потенціалу перейшла з державних до приватних структур.

ГЕНЕТИЧНИЙ КОМПОНЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Людина — така сама частина світу Природи, як і будь-який інший вид. Зростаючи кількісно, вид захоплює нові території. Для людини така можливість забезпечувалася здатністю створювати штучне середовище, розвитком аграрної цивілізації. Ключовим моментом виживання для людини спочатку була її здатність ділитися їжею, згодом — знаннями, а далі почалася культурна еволюція *Homo sapiens*, передавання нагромадженої інформації наступним поколінням.

У ХХ столітті стало очевидним, що аграрна цивілізація, попри її здобутки у зростанні чисельності земель, призвела до глобальної екологічної кризи. Саме це є серйозним іспитом для людства. І тут добробут населення і рівень розвитку окремої держави почали виз-

начатися її сумарним інтелектом, здатністю продукувати і створювати високі технології. Найважливішим чинником прогресу стали не природні ресурси, а результативна інтелектуальна діяльність людей і, відповідно, якість освіти. Адже марно створювати і навіть імпортувати високі технології, якщо немає можливості забезпечити їх кваліфіковане обслуговування. Тому за ставленням політиків до наукової та освітньої сфер тієї чи іншої держави можна досить легко прогнозувати її найближче майбутнє. З цього погляду не такі вже й райдужні перспективи України, де інтелектуальна діяльність не є престижною і не підтримується державою. Саме тому «мізки», які «втекли» з України, успішно працюють на майбутнє інших держав. Наскільки цей вибір усвідомлений і визначається ментальністю політиків чи такий стан вітчизняної науки й освіти пов'язаний із соціально-економічною кризою, якої зазнала Україна, важко сказати. Але не викликає сумнівів те, що збереження держави та її конкурентоспроможності безпосередньо залежить від нарощення інтелектуального потенціалу.

Високі технології прямо сприяють реалізації політики сталого розвитку. З одного боку, «high tech» нерідко виступають як альтернативні технології, для яких характерні ефективніше використання природних ресурсів, територій, порівняно незначне забруднення навколишнього середовища. З другого боку, багато високих технологій, особливо біотехнології, використовуються для створення замкнених технологічних схем, повнішої утилізації відходів, ефективного контролю за рівнем забруднень, ліквідації наслідків аварій. Це дає змогу трактувати чимало нагальних екологічних проблем як такі, які можна назвати суто технічними.

Наприклад, прогресивні ініціативи могли б розширити вторинне використання матеріалів. Групи з підприємств різних галузей реалізують концепцію промислового симбіозу,

згідно з якою відходи одних підприємств стають сировиною для інших. Наприклад, гаряча вода електростанції використовується прилеглою рибальською фермою, мул цієї ферми є добривом для фермерської землі, а сажа з електростанції йде на виробництво цементу. Ця схема заощаджує фірмам мільйони, які б вони витратили на сировинні ресурси, щорічно виводить понад 1 млн т відходів зі смітників, запобігає скиданню їх у річки, викидам в атмосферу сотень тисяч тонн вуглецю і сірки. Концепція такого симбіозу різнопрофільних підприємств не обмежується лише промисловістю. Подібна ідея у Фіджі об'єднує разом пивзавод, фірму з культивування грибів, птахоферму для вирощування курчат, рибні ставки, гідропонні сади й установки з виробництва метану. Всі такі фірми невеликі за розмірами.

Повторне використання відходів змушує кардинально переглянути питання ефективності різного роду матеріалів. Якщо ефективність раніше вимірювалася протягом усієї «життєдіяльності» продукту, то такі характеристики, як довговічність і можливість повторного використання, стають досить значущими. Визнаючи це, багато компаній працюють над збільшенням довговічності використовуваної продукції. Обмін відходами за допомогою інформаційних центрів, котрі допоможуть звести постачальників сировинних відходів із покупцями, може заохочуватися як шлях підвищення рівнів повторного використання різного роду матеріалів. У Канберрі, приміром, створили регіональний обмін ресурсами в Інтернеті як частину програми зі зменшення відходів до 2010 р. Місцевих підприємств стимулюють у використанні обміну, котрий маніпулює такими різними матеріалами, як органічні відходи і картонні коробки. Приватна ініціатива, що реалізовується у прикордонному районі з центром у Матаморосі (Мексика) і Браунсвіллі (Техас, США), ще більш амбітна. Тут використовується комп'ютерна модель для

аналізу потоків відходів і матеріальних потреб сотень підприємств регіону. У результаті цього виявляються можливі зв'язки між постачальниками і споживачами відходів, про які самі підприємці і не здогадуються. Ці заходи називають «3R» (від слів із префіксом ге-, що позначає повторну дію, наприклад, recycling – переробка для повторного використання).

Деякі відходи настільки небезпечні, що потребують іншого, аніж звичайний податковий збір, способу регулювання для контролю за ними. Так, у Сполучених Штатах заборонені викиди свинцю, які становлять загрозу для розумового розвитку дітей, а також використання речовин, котрі руйнують озоновий шар. Це привело до істотного скорочення їхнього застосування: так, щодо похідних хлорфторвуглецю таке зниження сягло 88%. Нині на міжнародному рівні ведуться перемовини про поступове припинення виробництва в усьому світі 12 стійких органічних забруднювачів.

На додаток до збільшення масштабів переробки вторинної сировини можна розширити і повторне використання в економіці складників продукції. Це могло б зменшити тиск на первинні матеріали і підвищити вартість сировини, що переробляється повторно. У Великій Британії – п'ятому найбільшому споживачеві паперу – обговорюється закон, який уможливить обсяги повторного використання газет із 40 до 80%. А виготовлення дерев'яних панелей із 70%-м умістом вторинної сировини дасть змогу країні скоротити частку первинної деревини у цих виробках до 20%.

На конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992) було висловлено занепокоєність «проблемою увічнення диспропорцій як між країнами, так і в межах окремих країн, що загострюються через бідність, голод, погіршення здоров'я населення, неписьменність і стан екосистем, від яких залежить наш добробут».

Стверджується, що «комплексний підхід до розв'язання проблем довкілля послужить задоволенню основних потреб, підвищенню рівня життя всього населення, сприятиме ефективнішій охороні та раціональному використанню екосистем і забезпеченню безпечнішого майбутнього. Жодна країна не в змозі домогтися цього самостійно, однак ми можемо досягти цього спільними зусиллями – на основі глобального партнерства в інтересах забезпечення сталого розвитку». Тому така велика увага приділяється нині створенню високих технологій, їх широкому впровадженню в країнах, що розвиваються.

Прогрес біології у ХХ ст. ознаменувався появою антибіотиків і значним зниженням смертності від інфекційних хвороб. Імунізація дітей, яка стала рутинною процедурою, сприяла тому, що смерть немовлят і дітей у багатьох суспільствах є рідкісним явищем. Під егідою ООН викорінена віспа, яка була колись прокляттям для більшої частини людства. Завдяки ініціативі цієї Організації у більшості країн світу ліквідовано поліомієліт і з'явилася надія, що з цієї жахливою хворобою буде покінчено назавжди.

Трансплантація органів стала сьогодні звичайною справою, повсякденною є і передача генетичного матеріалу від одного біологічного виду до іншого. Людство пододало багато раніше смертельних хвороб, однак упродовж останніх 25 років виявлено 29 нових, зокрема хворобу Лайма, лихоманку, спричинену вірусом Ебола, хворобу легіонерів, ВІЛ-інфекцію і захворювання, збудником якого є вірус Ханта.

Розвиток «high tech», істотно розширивши можливості людини, загострив етичні проблеми, котрі, втім, виникли вже досить давно. Яку ціну можна платити за примноження наукових знань? Який припустимий ступінь ризику у технологіях, спрямованих на створення нових матеріальних благ? Чи мають бути принципові моральні обмеження у наукових дослідженнях?

У минулі епохи в Європі існував потужний щодо науки зовнішній обмежувач — церква. Нині цей інститут значною мірою втратив свої позиції, його роль частково виконує громадська думка, а також активний рух «зелених». Хоча, очевидно, що корені цієї боротьби — у конкуренції між нафтовими і біотехнологічними компаніями і не тільки. У результаті з'ясувалося, що для «high tech» у демократичних країнах можуть створюватися однаково нездоланні перешкоди на шляху до реалізації потрібного чи, навпаки, небезпечного проекту.

В епоху глобалізації перед наукою поставили нові завдання, виконання яких має слугувати добробуту людини, суспільства, люд-

ства загалом. І в досягнення цієї мети чільний внесок повинна зробити «стара добра Європа». А Україна, розміщена в її центрі, має якнайшвидше перейти з країни, яка запозичує «вчорашні» технології, у країну, котра продукує «high tech» завтрашнього дня.

1. Глазко В.И., Чешко В.Ф. «Опасные знания» в «обществе риска». — Харьков: Инжек, 2005. — 380 с.
2. Там само.
3. Глазко В.И., Глазко Г.В. Введение в генетику, ДНК-технологии, метаболику, протеомику, генную терапию, ДНК-экологию. — К.: КВІЦ, 2005. — 640 с.
4. Там само.
5. Глазко В.И. Кризис аграрной цивилизации и генетически модифицированные организмы. — К., 2006. — 150 с.