



## КОМИСАРЕНКО

**Сергій Васильович** — академік НАН України, академік-секретар Відділення біохімії, фізіології і молекулярної біології НАН України, директор Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, svk@biochem.kiev.ua



## РОМАНЮК

**Світлана Іванівна** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України

## НОТАТКИ З ЕТИКИ В НАУЦІ, або чи можуть відкриття бути запланованими і як здобутки другої наукової революції допоможуть вижити українській науці

«...погано, коли політики викривляють науку, але значно-значно гірше, коли вони її ігнорують...»

Незважаючи на те, що дискусія з приводу причин занепаду української науки та способів подолання кризи триває понад 20 років, ситуація в цій галузі продовжує погіршуватися. Серед численних публікацій на цю тему, часто суперечливих, протилежних за думкою, можна навести декілька [1–4].

Передусім, на стан науки негативно впливають фактори глибокої економічної кризи — недостатнє фінансування, відплив «мізків» за кордон, низький попит на результати науково-технічної діяльності і т.ін. Однак значною мірою погіршення спостерігається через згубні наслідки «керівництва» наукою, намагання влади «підвищити ефективність» наукового процесу, не розуміючи суті сучасної науки, нехтуючи її потребами та можливостями. Серед головних негативних стратегічних і тактичних чинників на сьогодні можна назвати такі: структура управління наукою на вищому рівні є неефективною; на матеріали, реактиви та устаткування не виділяються бюджетні кошти, що знищує експериментальну науку; драматичне падіння курсу гривні унеможливує закупівлю імпортних реактивів і навіть недорогого устаткування; через зміни в податковому кодексі зникли українські технопарки; жорсткі вимоги проведення тендерних закупівель ускладнюють виконання наукових проектів за грантами; на митниці створено значні перешкоди для одержання благодійної допомоги від закордонних колег у вигляді обладнання, реактивів чи книг. Щоб вижити, наукові установи шукають додаткові джерела фінансування (роялті, оренда, гранти тощо), однак ці позабюджетні кошти зараховуються до так званого «спецбюджету», звідки ними не можна скористатися через постійні перепони Казначейства. В останні роки витрати на науку в Україні зменшилися до 0,4% ВВП, що відповідає рівню слаборозвинених країн [1], у поточному році вони виявилися ще меншими — до 0,27%, а останній секвестр

бюджету НАН України — головної наукової установи країни — та запровадження обмежень на виплати зарплат узагалі ставлять під сумнів подальшу долю вітчизняної науки, хоча йдеться про дуже незначні суми для бюджету країни. Незначні ще й з огляду на реальний і потенційний внесок учених в економіку, культуру та суспільне життя України.

Неодноразові звернення науковців до президентів України і керівників Уряду, на жаль, залишалися без відповіді. Очевидно, дехто нагорі вважав (або вважає) науку непотрібним «тягарем» для держави і не проти знайти інше застосування землі, майну та співробітникам Академії. Подібні ідеї вже реалізуються в Росії, де влітку 2013 р., незважаючи на протести вчених, було прийнято законопроект про реформу Російської академії наук, унаслідок якої вона втратила свою незалежність і можливість розпоряджатися майном своїх інститутів [5]. Події Євромайдану в Україні, обрання нових керівних органів держави зумовили кардинальні зміни у владі та суспільстві, що дає нам надію на докорінні зміни в політиці управління вітчизняною наукою та вирішення її наболілих проблем.

Однак проблеми української науки не обмежуються лише недостатністю фінансування та недосконалістю законодавства. Гостро стоїть також проблема якості виконуваних наукових робіт. Одним із можливих шляхів її подолання може бути розподіл бюджетного фінансування між науковими установами та окремими лабораторіями у чіткій відповідності до наукової значущості виконаних ними робіт. Проте постає питання: як саме оцінювати важливість тієї чи іншої роботи для наукового прогресу? Деякі вчені закликають ввести в Україні досить поширену у світі систему оцінювання за низкою кількісних показників, таких як індекс цитування, сумарний імпаکت-фактор публікацій за певний період часу, індекс Хірша. Загальний індекс цитування та імпаکت-фактор було розроблено Інститутом наукової інформації (ISI) (Філадельфія, США) — нинішнім підрозділом Thomson Reuters. Загальний індекс цитування показує сумарну кількість посилань на публікації вченого, а імпакт-фактор — це кількісний показник якості журналу, який розрахо-

вують щороку як відношення кількості цитувань статей журналу, опублікованих за 2 попередні роки, до загальної кількості цих статей. Ідея розрахунку імпакт-фактора належить Юджину Гарфілду — засновнику та керівнику ISI [6]. Індекс Хірша ( $h$ ), запропонований у 2005 р. американським фізиком Джорджем Хіршем з університету Сан-Дієго (Каліфорнія, США), показує, яку кількість публікацій ученого  $h$  процитовано не менше ніж  $h$  разів [7].

Оцінювання наукової діяльності за кількісними показниками, безумовно, слід брати до уваги, але лише як приблизний критерій. Ця система оцінювання має багато противників, і не тільки серед учених, у яких ці показники є низькими. Адже абсолютно незрозуміло, як кількість цитувань пов'язана з якістю публікації та як бути з науковцями, які працюють за «закритою» тематикою чи займаються переважно прикладними дослідженнями. Часто велику кількість цитувань мають статті на популярні теми, а також статті, що містять несподівані висновки або суперечливі чи навіть помилкові результати. Різні галузі науки можуть істотно різнитися за середньою кількістю цитувань, наприклад, математичні статті зазвичай мають менше цитувань, ніж медичні. До того ж 90% цитувань математичних статей з'являється через два і більше років після публікації [8]. Дослідження, нехай і дуже важливі, з так званих національних проблем можуть бути абсолютно нецікавими для вчених інших країн і тому не цитуватися. Журнали, що публікують оглядові статті, часто мають значно вищий імпакт-фактор, ніж престижні, але вузькоспеціалізовані наукові часописи. Відносність загального індексу цитування для оцінювання наукової роботи можна проілюструвати тим, що одна з найвідоміших у світі наукових статей Дж. Уотсона і Ф. Кріка, опублікована 25 квітня 1953 р. в журналі *Nature* і присвячена дослідженню структури ДНК, за що її автори отримали Нобелівську премію (1962), не потрапила навіть до першої сотні найбільш цитованих наукових статей, так само, як і відкриття високотемпературної надпровідності і того факту, що розширення нашого Всесвіту прискорюється [9].

Останнім часом учені зі світовим ім'ям усе частіше висловлюють сумніви щодо доцільності цієї наукометричної системи. Так, лауреат Нобелівської премії з фізіології та медицини 2013 р. Ренді Шекман заборонив співробітникам своєї лабораторії публікуватися в найвідоміших наукових журналах з високим імпаکت-фактором — Science, Nature, Cell — і пішов з посади головного редактора відомого американського журналу PNAS для того, щоб очолити веб-журнал відкритого доступу e-Life [10]. Ще більш відверто висловив свої думки в Nature відомий китайський хімік Nai-Xing Wang [11]: *«Якщо високий імпакт-фактор — єдина мета досліджень у хімії, то хімія більше не є наукою»*. На перший погляд, такі висновки видаються принаймні дивними. Однак це лише на перший погляд...

Р. Шекман, як і багато його колег у всьому світі, вбачає в наявній системі оцінювання наукових робіт велику небезпеку для науки. Адже останнім часом учені дедалі більше думають не про здобуття нових знань на користь людству, а про власний успіх і кар'єру, одержання грантів, престижних премій і нагород, шлях до яких лежить через сенсаційні публікації у відомих журналах. Ці журнали завжди були уособленням високої якості та наукової значущості досліджень, але насправді до друку в них зараз приймають передусім роботи з несподіваними (іноді помилковими) висновками, тому що вони можуть викликати значний суспільний резонанс. Наукові журнали, як і будь-які ЗМІ, насамперед націлені на збільшення продажів, а не на підтримку найвагоміших досліджень. Намагаючись підвищити свій рейтинг, вони створюють ажіотаж, штучно обмежуючи кількість публікацій, підтримуючи окремі «модні» наукові напрями. Дуже часто опубліковані «блискучі» дослідження не мають ніякої користі для науки, а «модні» напрями з часом виявляються тупиковими. У провідних наукових журналах неодноразово з'являлися статті, сумнівні за своїм науковим змістом або відверто псевдонаукові. Наприклад, повідомлялося про успішне клонування ембріонів людини, виявлення специфічних генів довгожителів і

відкриття мікроорганізмів, у ДНК яких фосфор замінений на миш'як [10].

Редакції журналів розпочали активну діяльність, спрямовану на штучне підвищення імпакт-фактора, всіляко заохочуючи авторів посилатися на статті останніх двох років, друкуючи огляди за матеріалами цих статей тощо. Звичайним явищем для наукових журналів стала розсилка рекламних оголошень на кшталт оголошення видавництва World Scientific, що видає журнал International Journal of Algebra and Computation (IJAC): *«Імпакт-фактор IJAC виріс з 0,414 у 2007 р. до 0,421 у 2008 р.! Вітаємо редакційну раду і авторів IJAC»*. У цьому випадку зростання імпакт-фактора на 0,007 означало появу одного додаткового посилання на одну зі 145 статей, опублікованих за 2 попередні роки [8]. Неймовірно, але імпакт-фактор перетворився з основного кількісного показника якості журналу на інструмент оцінювання не лише якості надрукованих у ньому статей, а й авторів і навіть організацій, у яких ці автори працюють. Трапляється, що вчені у списку своїх публікацій вказують імпакт-фактор для кожної з них з точністю до трьох десяткових знаків, а в деяких країнах публікація в журналах з імпакт-фактором, нижчим за 5,0, офіційно не має жодного значення. Закон, відкритий економістом Чарльзом Гудхартом у 1975 р., якнайкраще описує ситуацію з імпакт-фактором: *«Коли досягнення деякого показника стає метою, він перестає бути хорошим показником»* [12].

В умовах постійної конкуренції та боротьби за фінансування наукових досліджень учені змушені діяти за принципом: *«Публікуватися чи загинути»* [13]. Тобто, щоб отримувати гранти, посади, нагороди, вчений повинен постійно публікуватися в журналах з високим імпакт-фактором. Саме публікації, а не наукові відкриття, стали головною метою вчених, і заради швидкого досягнення цієї мети принесено в жертву якість і завершеність робіт. Без доскональної перевірки результатів нашвидкуруч зроблені висновки часто виявляються помилковими. На ці роботи спираються інші вчені у своїх дослідженнях, і лавина помилкових результатів наростає фантастичними темпами. *«Полювання»*

за високими наукометричними показниками має ще один небезпечний для науки наслідок: учені втрачають свободу у виборі напряму досліджень. Існуюча система оцінювання за кількістю цитувань робить вигідним дослідження в популярних галузях науки, в яких працює багато інших вчених, і стримує проведення ризикованих і новаторських робіт, оскільки під час їх виконання публікацій може не бути впродовж тривалого періоду. Внаслідок цього дуже небагато вчених наслідують працювати в нових галузях досліджень, а отже, мати можливість зробити щось принципово нове [14]. Крім того, широке застосування кількісних критеріїв оцінювання наукових робіт призводить до своєрідного штучного відбору науковців певного типу: енергійних, агресивних, з підприємницькою хваткою, а спокійні люди, схильні до роздумів і творчості, стають аутсайдерами. З цим пов'язана тенденція останніх років: біологічну науку залишають талановиті жінки-вчені, що не бажають пускати пил в очі та боротися за виживання заради отримання грантів [15].

Іноді вчені, намагаючись підвищити свої показники, не витримують психологічного пресингу і свідомо йдуть на порушення етичних норм: вони посилаються на велику кількість власних статей (хоча зараз самоцитування не враховують), домовляються з колегами про обмін цитуваннями, проводять псевдонаукові дослідження або навіть підробляють результати досліджень. Узагалі вважається, що навіть авторитетні наукові журнали містять 1–2% сфабрикованих результатів, а за даними веб-сайту Retraction Watch, кількість статей, які після публікації потім відкликають, постійно зростає. Один із авторів цієї статті під час відрядження до США в 1981 р. став свідком наслідків гучного скандалу в експериментальній медицині, за матеріалами якого було опубліковано книгу *The Patchwork Mouse* і знято художній фільм. Учень професора Роберта Гуда — одного з найталановитіших американських медиків, академіка Національної академії наук США, директора Нью-Йоркського протиракового центру ім. Слоан-Кеттерінга — нібито винайшов шлях подолання тканинної

несумісності і демонстрував його на моделі пересадки шкіри. Перші публікації викликали величезний інтерес серед імунологів. Учений отримав грант на розширення своїх експериментів, але не зміг відтворити результати, і тоді почав підмальовувати чорним маркером пересаджені ділянки шкіри на білих мишах. Шахрайство викрили, вченого звільнили з «вовчим квитком», а Роберту Гуду довелося покинути Слоан-Кеттерінгівський центр, хоча він нічого не знав про «витівки» свого співробітника.

Традиційно багато фальсифікацій спостерігається в галузі біології розвитку, оскільки успіхи регенеративної медицини обіцяють велику популярність і значне збагачення. Одна з таких історій, яка набула широкого розголосу та ще й закінчилася трагічно, сталася у 2014 р. Журнал Nature опублікував дві статті з неймовірними результатами, які доводили, що клітини крові можуть повернутися до фенотипу стовбурових клітин (STAP) після інкубації в м'якому розчині кислоти. Ці публікації відразу зробили знаменитим їх головного автора — 30-річну дослідницю Харуко Обоката з японського Центру біології розвитку RIKEN у місті Кобе. Через кілька місяців після невдалих спроб інших дослідників відтворити результати з'ясувалося, що дані було сфабриковано. До того ж виявилось, що в статті було використано ілюстрації з докторської дисертації Обоката. Журнал Nature відкликав ці статті, Обоката була змушена звільнитися, а її наставник і співавтор Йошікі Сасаї вчинив самогубство [16].

Випадки фальсифікації трапляються і в інших галузях науки. Знаменитий (зараз уже сумнозвісний) німецький фізик Ян Хендрік Шон — співробітник Bell Laboratories у США, лауреат багатьох премій, імовірний кандидат на Нобелівську премію з фізики, який нібито відкрив перший у світі пластиковий лазер та найменший транзистор з однієї молекули, «прославився» тим, що використовував один і той самий графік у багатьох різних статтях, присвячених вивченню нанометрових транзисторів і надпровідності. Наукові дані Яна Шона публікувалися в журналах Nature та Science. Зрештою, підробки було виявлено, і Шона позбавили доктор-

ського ступеня Університету в Констанці. Відомий доказами скандальних теорій соціальний психолог з Нідерландів Дідерик Стапель за десяток років сфабрикував дані близько 30 наукових публікацій і 14 кандидатських дисертацій, виконаних під його керівництвом. У 2011 р. журнал Science опублікував статтю Стапеля, яка доводила зв'язок між захарашеністю міських вулиць і стереотипністю мислення пересічних громадян, що проявлялася в дискримінації щодо тієї чи іншої соціальної групи [17].

Історія шахрайства британського вченого Ендрю Уейкфілда, що «відкрив» зв'язок між аутизмом і вакциною проти кору, паротиту та краснухи (КПК), розгорталася впродовж 15 років і мала серйозні наслідки для багатьох людей і країни в цілому. Публікація Уейкфілда та співавторів у журналі The Lancet у 1998 р. доводила, що щеплення КПК спричинює запалення кишечника, яке призводить до порушення його бар'єрної функції, потрапляння в кровообіг білків, що викликають енцефалопатію і в подальшому аутизм. Ці роботи ґрунтувалися на обстеженні 12 дітей із затримками розвитку нервової системи, 8 з яких страждали на аутизм. Однак виявилось, що результати було сфальсифіковано, дослідження Уейкфілда фінансували адвокати, яких залучали батьки цих дітей для участі в судових позовах проти компаній — виробників вакцин, а сам Уейкфілд, як автор патенту на альтернативну вакцину проти кору, був зацікавлений у відмові від вакцини КПК. Багато років у ЗМІ та судах тривала справжня війна між прихильниками та противниками Уейкфілда. У цей конфлікт втягнули навіть прем'єр-міністра Великої Британії Тоні Блера, якому закидали, що він начебто не вакцинує свого сина вакциною КПК. PR-кампанія проти щеплення КПК призвела до того, що у 2006 р. імунний прошарок знизився до 78,9%, по всій країні виникли спалахи кору і вперше за 14 років було зафіксовано летальний випадок цього захворювання — помер 13-річний хлопчик. Незважаючи на результати журналістського розслідування, статті інших дослідників, які не змогли відтворити результати, відмову від цих публікацій більшості співавто-

рів, журнал The Lancet до останнього захищав Уейкфілда і лише в 2010 р. визнав свою помилку. Серйозне занепокоєння викликає той факт, що викриття цього шахрайства відбулося завдяки ЗМІ, а зовсім не внаслідок пильності наукового співтовариства [18].

Разом з тим, некомпетентні чи заангажовані ЗМІ та «екзальтовані» представники громадськості вносять свій негатив. Так, зростаючий у суспільстві екологічний рух зробив «модними» дослідження, які б доводили шкідливість вакцинації, фторування води, створення генетично модифікованих рослин, захоронення ядерних відходів. І навіть якщо результати таких робіт підроблено, вчені-шахраї все одно стають героями, а образ науки в суспільстві спотворюється. Деякі її галузі громадськість починає вважати потенційно небезпечними і навіть злочинними, наприклад генетичну інженерію, синтетичну хімію чи ядерну фізику, що дуже зашкоджує прогресу і не дає можливості вирішувати нагальні проблеми людства [19].

Найбільш гучними й скандальними прикладами неетичної поведінки стають випадки, що трапляються серед досвідчених учених з високою репутацією. Чому ж учені, які переважно є людьми розумними, відважуються на шахрайство, обманюють своїх колег, рецензентів наукових журналів і, зрештою, суспільство? Адже наукове дослідження нічого не варте, якщо його результати не можна відтворити. Часто на підроблення результатів учених спонукають очікування суспільства, політична актуальність і «тиск життя науковця». Що це, останнє, означає в пострадянському просторі? Якщо для не науковця науковий ступінь чи наукове звання — справа престижу, красива довічна етикетка, то для вчених і викладачів — це обов'язковий етап кар'єрного росту. В нашій країні не можна обіймати певні посади, не маючи відповідних наукових ступенів чи наукового звання. Крім того, гроші за ступені і звання додаються до зарплати. Однак отримати ступені й звання можна, лише маючи необхідну кількість публікацій, нехай і низької якості. Це створює відповідний тиск на науковців і зумовлює масову появу «дутих» публікацій,

кандидатів і докторів наук, доцентів і професорів, а також підштовхує вдаватися до плагіату, особливо в галузі суспільних наук.

Отже, виникає слушне запитання, чи є згадані випадки наслідками системи організації досліджень і публікацій, чи це особливості менталітету окремих учених? Відповідь, напевне, полягає у поєднанні обох чинників. Випадки фальсифікації чи публікації неперевіраних даних траплялися завжди і траплятимуться, мабуть, надалі. Повністю викоринити наукове шахрайство та плагіат вкрай важко, хоча сьогодні є багато комп'ютерних програм, що допомагають відшукати сліди плагіату. Проте наукова громадськість має постійно і пильно стежити за появою псевдонаукових тенденцій, перешкоджаючи їх розвитку. А для цього потрібно чітко усвідомлювати причини поширення цього явища і шляхи його подолання. Найбільш дієвим є не стільки небезпека покарання, скільки підтримання традицій наукової етики, починаючи зі студентської лави, і поширення інформації про етичні принципи в науці серед широкого загалу.

Іншим тиском на науку, який часто призводить до шахрайства, є тиск політичної влади і грошей. Наукове дослідження іноді потрапляє в зону бізнесових та владних інтересів, націлених на використання науки як чергового інструменту для відмивання грошей. Наприклад, у 2010 р. спікер Держдуми Російської Федерації Борис Гризлов різко розкритикував роботу комісії РАН з боротьби з псевдонаукою, назвавши її «середньовічною інквізицією», яка винищує паростки всього нового. Виявилось, що комісія стала на заваді просуванню багатомільярдної держпрограми «*Чистая вода*», згідно з якою планувалося перетворювати радіоактивні стоки на питну воду за сумнівною методикою Віктора Петрика, що була запатентована у співавторстві зі спікером [20].

З метою одержання значних інвестицій наукові проекти часто штучно «розкручуються» в ЗМІ, а згодом виявляються просто «мільними бульбашками». Так, варто згадати скандал навколо данського науково-дослідного центру OPUS при Університеті Копенгагена, який провів масштабну PR-кампанію, спрямовану на по-

пуляризацію проекту з відновлення данської кулінарної культури і створення спеціальної північної дієти, основаної на місцевих продуктах і начебто корисної для здоров'я данців. Усе нічого, однак широкомасштабну інформаційно-пропагандистську діяльність розгорнули задовго до публікації результатів проекту, чому сприяла економічна зацікавленість у просуванні проекту місцевих виробників продуктів, один з яких — Клаус Мейєрис — входив до ради директорів центру OPUS. Ретельно розроблена медіа-стратегія видавала бажане за дійсне і створювала азіотаж у суспільстві, що дозволило центру OPUS обійти конкурентів і отримати грант у 13 млн євро від данського приватного фонду Nordea. І коли у вересні 2013 р. один зі співробітників центру оприлюднив результати опитування споживачів, які свідчили про недоцільність розробленої дієти, стався повний провал проекту і в пресі здійнявся гучний скандал [21].

Ще одним чинником, який сприяє зростанню кількості псевдонаукових і сфальсифікованих публікацій, є розвиток сучасних комп'ютерних технологій, що значно полегшує процес наукового оброблення документів. Яскравим прикладом цього є нещодавній випадок із вилученням з баз даних двох найвідоміших видавців наукової літератури — IEEE і Springer — 120 абсолютно абсурдних статей, написаних за допомогою програмного забезпечення SCIdgen для комп'ютерної генерації випадкових текстів науково-дослідних робіт. Формально ці роботи пройшли незалежне рецензування і були опубліковані у справжніх матеріалах конференцій, щоправда переважно китайських конференцій з машинобудування і комп'ютерних технологій, і, можливо, проблема стосується якості організації цих наукових форумів. У будь-якому разі, всі ці статті спокійно пройшли непоміченими крізь систему публікування, хоча цього не мало статися. Подібні випадки свідчать про появу нового виду спаму, кількість якого в науковій пресі зростає фантастичними темпами. Звичайно, можна застосовувати спеціальні комп'ютерні програми для пошуку й видалення автоматично створених статей, плагіату, втім, це не вирішує проблему кардинально [13].

Зростання кількості випадків неетичної поведінки серед учених має досить вагомий наслідок. По-перше, це формує негативну громадську думку про вчених і науку взагалі. По-друге, виникають сумніви щодо того, які цінності мають бути закладені в основу науково-технічної політики, адже вчені є продуктом системи освіти і культурних цінностей, що сильно впливають на їхню поведінку. Зараз соціологи і психологи намагаються дослідити, чому одна частина вчених дотримується принципів порядності, чесності, відкритості у наукових дослідженнях, а інша — весь свій розум і винахідливість спрямовує на те, щоб приховати шахрайство. Нещодавно Наффілдська рада з біоетики (Велика Британія) запропонувала провести дослідження, які б дали відповідь на питання: як культура сучасних учених впливає на якість наукових досліджень та стан науки загалом [22].

Дехто з політиків, громадських діячів і навіть науковців вважає, що фундаментальна наука не має подальшої перспективи і невдовзі майже зійде нанівець, оскільки суспільство вже потонуло у величезному масиві знань, які не мають великого значення для прогресу людства. Нібито мета наукової діяльності зводиться до того, щоб відшукати невелику тематичну нішу і проводити дослідження в її межах. Не обов'язково вирішити якесь фундаментальне питання, головне — публікувати статті за обраною тематикою, отримувати цитування від колег та гроші на подальші дослідження і залучення молоді. І коли ці молоді вчені виростають у таких умовах, стають старшими науковими співробітниками, вони просять ще більше грошей, і т.д... А що ж насправді дає суспільству фундаментальна наука? Чи не настав час зосередитися на прикладній науці? Напевне, можна знайти приклади, що підтверджують такі погляди, але це швидше винятки, ніж загальне правило. Досить згадати один, можливо, найяскравіший приклад того, як фундаментальні дослідження привели до революційних змін у промисловості і нашому побуті. 27 січня цього року прийшла звістка про смерть видатного американського фізика Чарлза Таунса — лауреата Нобелівської премії з фізики (1964)

за фундаментальні роботи в галузі квантової електроніки, яку він розділив з радянськими вченими Миколою Басовим і Олександром Прохоровим. Тоді навіть гадки ще не було, як лазери, принцип дії яких розробили ці вчені, можуть вплинути на наше повсякденне життя. А сьогодні лазерні технології повсюди — від побуту до космосу. Слід також підкреслити, що в СРСР винахід лазерів було використано майже виключно в інтересах ВПК, а в усьому світі вони стали основою для численних технологій, впровадження яких дало користь суспільству і принесло величезні доходи промисловості.

За законами капіталізму, для успішної діяльності наукові установи мають постійно зростати і потребувати дедалі більшого фінансування. Коли інвестиції в науку досягають межі можливого, криза нібито стає неминучою. Нині найбагатші країни прагнуть інвестувати близько 3% ВВП у наукові дослідження і розробки, з яких понад 20% припадає на фундаментальну науку. Однак це державні кошти. Не менші, а інколи і більші кошти вкладає бізнес, наприклад фармацевтичні та ІТ-компанії. Показник державного фінансування в абсолютних цифрах постійно збільшувався протягом останніх кількох десятиліть, і, можливо, в найближчому майбутньому інвестиції досягнуть межі, після чого наукові центри почнуть закриватися. У сучасних ознаках кризи в галузі науки дехто навіть вбачає прикмети загального занепаду європейської культури, який ще на початку ХХ ст. пророчив Освальд Шпенглер у книзі «Захід Європи» [23]. Мабуть, подібні передбачення є надто песимістичними, однак побоювання багатьох учених щодо подальшої долі науки не є безпідставними. Як же можна запобігти глобальній кризі світової науки?

По-перше, потрібно припинити широке використання системи оцінювання наукової діяльності виключно за кількісними показниками, яка підтримується її агресивними і часто зацікавленими прихильниками. Ці показники обов'язково повинні враховуватися, але лише як допоміжні критерії. Наукові дослідження є доволі складною справою, щоб оцінювати їх за допомогою тільки одного примітивного засобу.

В цій ситуації слід дослухатися поради Альберта Ейнштейна: «Усе має бути максимально простим, наскільки це можливо, але не занадто простим» [24]. У грудні 2012 р. на з'їзді Американського товариства клітинної біології у Сан-Франциско було прийнято декларацію про оцінювання наукової діяльності DORA (Declaration on Research Assessment), яка закликала весь науковий світ відмовитися від використання імпаکت-фактора для оцінювання індивідуальних робіт окремого науковця. Учені дійшли висновку про необхідність зниження вимог щодо престижності та кількості публікацій, змінення системи публікування так, щоб приділяти більше уваги якості та цілісності робіт, і прийняття рішень на основі здорового глузду та експертизи вибраних робіт дослідника [14]. Очевидно, що тільки експертна оцінка фахівців може об'єктивно оцінити роботу. Проте, як бути з порівнянням результатів робіт, виконаних у різних галузях фундаментальної науки, і чи взагалі можливе таке порівняння, особливо у фіксований проміжок часу?

По-друге, слід розробити чітку систему виявлення і покарання науковців-шахраїв. Виявляти їх можна за допомогою спеціальних комп'ютерних програм, які зіставляють вихідні та статистично оброблені дані. Варто організувати відкриті слухання та обговорення науково-дослідних робіт. Оскільки шахраї, як правило, діють самостійно, то інші члени лабораторії або колеги-співавтори могли б помітити фальсифікацію, хоча на практиці таке трапляється рідко, адже вчені бояться втратити дружні зв'язки та репутацію, побоюючись стати об'єктом помсти. Останнім часом популярною стає ідея психологічної підготовки молодих учених, яка б допомогла їм усвідомити обов'язки науковця перед суспільством і адаптуватися до умов постійного тиску щодо збільшення кількості публікацій та необхідності постійно шукати додаткове фінансування [23].

По-третє, потрібно ефективно співпрацювати зі ЗМІ з метою створення позитивної громадської думки про вчених і про науку. Останніми десятиліттями ЗМІ активно «розкручували» скандальні історії про науковців-

шахраїв та негативні наслідки наукових досліджень, виходячи з принципу «з хорошої історії доброї новини не зробиш». Так поступово було створено стереотип неохайного, недбалого чи навіть божевільного науковця, який заради своїх досліджень готовий піти на будь-який злочин проти людства. І такий образ знайшов відображення у художній літературі, кінематографі, на телебаченні і навіть у коміксах. Для того щоб змінити ситуацію і поширити в суспільстві більш поважне ставлення до науки, вчені мають відкрито обговорювати проблеми і прагнення науки, популярно і цікаво висвітлювати в ЗМІ свої наукові досягнення [25].

Проекти, спрямовані на розвиток практики відкритого доступу та обміну науковими даними, полегшують перевірку результатів іншими вченими і в такий спосіб сприяють виявленню фальсифікацій. Наприклад, веб-журнал PLoS One, що видається з 2003 р. Публічною науковою бібліотекою (Public Library of Science), являє собою архів статей з відкритим доступом, у якому статті публікуються на кошти авторів після загального схвалення рецензентами і можуть отримувати коментарі від інших учених. Ще одним прикладом є найбільший сервер препринтів arXiv, який функціонує з 1991 р. і зараз підтримується Корнельським університетом США. Цей сервер публікує тисячі електронних версій статей (переважно з фізики й математики) без рецензування та коментарів щодо їх наукової значущості. З метою запобігання появі псевдонаукових статей для публікації потрібне підтвердження поручителя — вченого з визнаної академічної установи. Для зручності читачів статті з анотаціями можуть надсилатися на електронну пошту [26].

Тенденція до глобалізації наукових досліджень сприяла появі в останні роки багатьох соціальних мереж, блогів, порталів, на кшталт Global Research Report, які надають широкі можливості для спілкування вчених, обговорення результатів наукових досліджень і пошуку партнерів у інших країнах. Так, у 2008 р. з'явилися такі відомі соціальні мережі для вчених, як ResearchGate та Academia.edu. Це було пов'язано зі спробою прийняти в США закон, що обмежував можливості



обміну науковими статтями, які містять результати досліджень, проведених за гроші платників податків. Мережу ResearchGate засновано в Берліні лікарем-вірусологом Іядом Медішем та його колегами на гроші Білла Гейтса та інших інвесторів, що вклали в неї 35 млн дол. У червні 2013 р. в цій мережі вже було зареєстровано понад 3 млн науковців зі 193 країн світу [27]. Сьогодні активно функціонують і багато інших наукових мереж — Epernicus, Graduate Junction, Laboratree, LabSpaces, Methodspace, Nature Network, Ologeez, Social Science Research Network. Найбільш популярними міжнародними дослідницькими блогами є OpenWetWare, Science 2.0, ScienceBlogs, Scientific Blogging, Wordpress [28]. Щоб запобігти плутанині внаслідок участі одних і тих самих учених у кількох соціальних мережах, у 2008 р. Thomson Reuters створив персональний ідентифікатор ученого ResearcherID, пов'язаний з системою Web of Science [29]. Також у 2008 р. в Інтернеті з'явилася безкоштовна програма Mendeley для управління бібліографічною інформацією, яка дає змогу зберігати і переглядати дослідницькі праці у форматі PDF, а також вільно обмінюватися ними в соціальній мережі вчених. Однак у 2013 р. науковий видавничий дім Elsevier придбав Mendeley за 65 млн дол., що викликало значний резонанс у наукових колах і ЗМІ, оскільки Elsevier зацікавлений в обмеженні доступу до публікацій [30]. Ще більший резонанс у січні цього року викликало повідомлення про те, що видавництво Macmillan Science and Education (власники Nature та Scientific American) об'єднується з видавництвом Springer Science+Business [31]. Новостворений супергігант разом з Elsevier може повністю взяти під контроль більшість наукових публікацій у світі. На тлі цих новин позитивом стало рішення Фондації Білла і Мелінди Гейтс про фінансування публікацій (близько 1400 на рік) у «миттєвих і відкритих» (immediate open-access) журналах тих учених, які виконують дослідження за численними грантами фондації [32].

Узагалі, в науковому середовищі поширюється думка, що система рецензування статей перед їх друком застаріла і слід переходити до оцінювання статей після публікації в immediate

open-access-журналах, коли з ними ознайомиться не обмежене, а широке коло експертів. Такий підхід дозволить виявляти помилки чи фальсифікації значно швидше й ефективніше, особливо за допомогою соціальних мереж.

Щоправда, опитування показали, що зараз усього 10–20% дослідників у своїй професійній діяльності використовують соціальні мережі та блоги, і, як правило, це молоді вчені. Однак кількість користувачів таких мереж постійно зростає. Соціальні мережі у сфері науки значно підвищили рівень співпраці і темпи досліджень, а також заклали основу нової культури, яка спонукає вчених не конкурувати, а об'єднуватися, обмінюватися досвідом, допомагати один одному. Соціальні мережі сприяють об'єднанню науки на Сході та Заході і відкривають нові перспективи для країн з недостатнім фінансуванням, зокрема для України. Ще однією перевагою соціальних мереж з погляду психології є те, що вони надають науковцю можливість привернути до себе увагу світового співтовариства, не вдаючись до шахрайства. Репутація вченого в соціальних мережах стає одним із найважливіших факторів впливу на прийняття рішень щодо кар'єрного росту та підбору колег для співпраці [33]. У 2012 р. Королівське товариство Британії назвало другою науковою революцією зміни в науці, спричинені розвитком цифрових технологій. Ця революція ознаменувала початок нової ери відкритої науки, яка надає вченим можливість для вільного та взаємовигідного обміну опублікованими роботами, експериментальними даними та ідеями. Завдяки системам відкритого доступу в центрі наукової діяльності опинилася не економічна складова, а здатність людей до спілкування та співпраці [34].

Безперечно, поява соціальних мереж вплинула і на зв'язок науки з громадськістю. Адже відкритість науки є важливою не лише для науковців, а й для всіх інших людей, оскільки вона може прискорити подолання таких глобальних проблем людства, як енергетична криза, дефіцит продовольства, смертельні хвороби. Сьогодні будь-яка людина має доступ до практично необмеженого масиву інформації.

Науковий потенціал цього громадського розуму потрібно використовувати на благо науки та людства. Нині ЄС розпочав фінансування проекту Socientize, орієнтованого на створення так званої громадянської науки. Цей проект сприяє участі громадян у вирішенні глобальних проблем шляхом надання невеликої фінансової підтримки в обмін на інноваційні ідеї [35]. Однак такий підхід поки ще сприймається науковою спільнотою неоднозначно.

Навколо питання взаємовідносин громадськості і науки останнім часом точиться багато дискусій. Якою мірою громадськість має брати участь в управлінні наукою, чи повинна наука бути автономною, вільною і самостійно обирати напрями досліджень? Опитування свідчать, що вчені загалом позитивно ставляться до тісних зв'язків з громадськістю, адже обізнаність суспільства щодо питань науки сприяє позитивному ставленню людей до цієї галузі. Однак багато вчених дотримуються думки, що оприлюднювати результати досліджень можна лише після їх опублікування в науковому журналі. Крім того, в більшості випадків науковці вважають громадськість недостатньо кваліфікованою, щоб визначати політику управління науковими дослідженнями. Висловлюючись образно, наука має бути відмежована від громадськості «прозорим парканом», тобто громадськість може бути спостерігачем, але не безпосереднім учасником наукового процесу. Втім, якщо врахувати, що наука часто перебуває під тиском політичної влади та фінансових інтересів, то взаємодія з громадськістю може сприяти пом'якшенню цього впливу [36]. Є безліч прикладів того, як владні структури намагаються вплинути на науку та освіту і навіть використати наукові результати у своїх інтересах. Так, відомий журнал *Bulletin of the Atomic Scientists* опублікував статтю «Коли політики викривляють науку», де, серед іншого, йшлося про те, що кандидат у Президенти США, губернатор Техасу республіканець Рік Перрі публічно ставив під сумнів наукові дані щодо змін клімату, Джиммі Картер безпідставно обіцяв, що у 2000 р. 20% енергії в США вироблятиметься з альтернативних джерел, Рональд Рейган намагався запровадити

викладання креаціонізму в школах, Білл Клінтон наказав бомбардувати хімічний завод на Середньому Сході нібито на підставі наукових даних, яких не було, а Джордж Буш наполягав на тому, що Ірак має біологічну зброю масового знищення [37]. Автори завершили свою статтю очевидним висновком: погано, коли політики викривляють науку, але значно-значно гірше, коли вони її ігнорують.

Українська наука повинна пройти довгий шлях реформ, щоб вирішити гострі проблеми сьогодення. Необхідно забезпечити об'єктивну систему оцінювання проєктів, справедливий розподіл коштів, захистити інтелектуальну власність, підвищити престиж науки, налагодити взаємодію між наукою, освітою, суспільством, керівництвом країни тощо. Здобутки другої наукової революції створюють сприятливі умови для цього, пропонуючи спосіб ефективної взаємодії між ученими, політиками та громадськістю. Однак для успішного його втілення в життя потрібно, щоб чиновники, які керують українською наукою, пам'ятали, що наука і свобода нероздільні. Неможливо прийняти закон, який би змушував ефективно займатися наукою. Як влучно зазначив біохімік Макс Перуц у передмові до своєї книги, «...творчість у науці, як і в мистецтві, не може бути організованою. Вона виникає спонтанно з індивідуального таланту. Добре організовані лабораторії можуть сприяти творчості, однак ієрархічна організація, негнучкі бюрократичні правила та гори непотрібних документів можуть убити її. Відкриття не можуть бути запланованими, вони з'являються як ельфи в несподіваних місцях» [38]. Водночас, у будь-якій країні, а особливо в нашій, у вчених крім їх головної місії — отримання нових знань та підготовки нової наукової зміни — є обов'язок (так, саме обов'язок) перед суспільством — бути експертами із впровадження здобутків світової науки на благо своєї батьківщини. Чи не є це обмеженням свободи вченого, чи не суперечить попередній сентенції про свободу науки? І так, і ні. Шукаймо розумний і продуктивний компроміс, тому що, на відміну від релігії, наука побудована не на догмах і розвивається завдяки протиріччям, сумнівам, пошукам та постійним змінам.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Стріха М.* Наука в Україні: зруйнувати — легко, відновити — майже неможливо // Світ. — 2013. — 27 листопада (№ 43–44).
2. *Сибириний А.* Скільки ни говорите «халва»... // Зеркало недели. — 2014. — 18 апреля (№ 14).
3. *Локтев В.М.* Реформи заради реформ? // Вісн. НАН України. — 2015. — № 2. — С. 69–72.
4. *Стріха М.* Наука — це не засіб задоволення чиєїсь цікавості, а гарантія безпеки держави // Український тиждень. — 2015. — № 5.
5. *Ivan Kurilla.* The Last Year for Russian Academia? — <http://www.wilsoncenter.org/article/the-last-year-for-russian-academia>.
6. *Garfield E.* Citation indexes to science: a new dimension in documentation through association of ideas // Science. — 1955. — V. 122, N 3159. — P. 108–111.
7. *Hirsch J.E.* An index to quantify an individual's scientific research output // PNAS. — 2005. — V. 102, N 46. — P. 16569–16572.
8. *Arnold D.N., Fowler K.K.* Nefarious Numbers // Not. Am. Math. Soc. — 2011. — V. 58, N 3. — P. 434–437.
9. *Noorden Van R., Maher B., Nuzzo R.* The top 100 papers // Nature News. — 2014. — V. 514, N 7524. — P. 550–553.
10. *Schekman R.* How journals like Nature, Cell and Science are damaging science // The Guardian. — 2013. — Dec. 9.
11. *Nai-Xing Wang.* China's chemists should avoid the Vanity Fair // Nature. — 2011. — V. 476, N 253. — DOI: 10.1038/476253a.
12. *Strathern M.* Improving ratings: audit in the British University system // Eur. Rev. — 1997. — V. 5, N 3. — P. 305–321.
13. *Labbé C.* Publish or perish: an incitement to fraudulence // EuroScientist. — 2014. — April 30.
14. *Alberts B.* Impact factor distortions // Science. — 2013. — V. 340, N 6134. — P. 787.
15. *Lawrence P.A.* Men, women, and ghosts in science // PLoS Biol. — 2006. — V. 4, N 1. — P. e19.
16. *Jun Hongo.* The Rise and Fall of Haruko Obokata in 2014 // The Wall Street Journal. — 2014. — Dec. 19.
17. *Frood A.* From fraudsters to fudgers: research integrity is on trial // EuroScientist. — 2014. — April 30.
18. *Deer B.* Secrets of the MMR scare. How the vaccine crisis was meant to make money // BMJ. — 2011. — N 342. — P. c5258.
19. *Byrne G.* The abuse of Science // EuroScientist. — 2014. — April 16.
20. *Ворсобиш В.* Академия мракобесия // РИА Новости. — 2010. — 29 января.
21. *Jens Degett.* Science Communication: putting the cart before the horse // EuroScientist. — 2014. — April 30.
22. *Louët S.* Gaming the system: who is responsible? // EuroScientist. — 2014. — April 30.
23. *López-Corredoira M.* Have we reached the twilight of the fundamental science era? // EuroScientist. — 2014. — April 30.
24. *Einstein A.* On the Method of Theoretical Physics // Philosophy of Science. — 1934. — V. 1, N 2. — P. 163–169.
25. *Theodoulou F.* Science and the media // Biochemist e-volution. — 2010. — V. 32, N 1. — P. 3.
26. *Campbell P.* Escape from the impact factor // Ethics in science and environmental politics. — 2008. — N 8. — P. 5–7.
27. *Madisch I.* Open Science — more than sharing // EuroScientist. — 2014. — Feb. 26.
28. *Соколова М.Е.* Развитие научно-сетевых Рунета: от телекоммуникационных сетей до технологий Веб 2.0 // Информационные Ресурсы России. — 2011. — № 3. — С. 16–20.
29. *ResearcherID.* — <http://en.wikipedia.org/wiki/ResearcherID>.
30. *Shaw C.* Elsevier buys Mendeley: your reaction // The Guardian. — 2013. — April 10.
31. *Chawla D.* Nature publisher to merge // Science. — 2015. — Jan. 15.
32. *Kaiser J.* Gates Foundation to require immediate free access for journal articles // Science. — 2014. — Nov. 21.
33. *Whitfield J.* Online reputation: necessary, but not sufficient // EuroScientist. — 2014. — Feb. 26.
34. *Trescher D.* Digitally-enhanced research has yet to become more collaborative // EuroScientist. — 2014. — Feb. 26.
35. *Sanz F.* Towards increasing citizens' contribution to research // EuroScientist. — 2014. — Feb. 26.
36. *Peters H.* Scientists' dreams: a society supporting science and respecting its autonomy // EuroScientist. — 2013. — Oct. 10.
37. *Socolow R., Pielke R.* When politicians distort science // Bull. At. Sci. — 2011. — Oct. 20.
38. *Perutz M.F.* I wish I'd made you angry earlier: essays on science, scientists, and humanity. — N. Y., 2003. — 460 p.