

## МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПРОГРАМ

Імре ЛАКАТОШ

Copyright © 2007

Якщо розглянути найзначніші послїдовностї теорїй, що мали місце в історїї науки, то очевидно, що вони характеризуються безперервностю, котра пов'язує їх елементи в єдине ціле. Ця безперервність є не що інше, як розвиток деякої *дослїдницької програми*, яка може бути започаткована найабстрактнішими твердженнями. Програма охоплює методологічні правила: частина з них – це правила, що вказують на те, яких шляхів дослїдження потрібно уникати (негативна евристика), інша частина – це правила, що передбачають те, які шляхи треба обирати і як ними рухатися (позитивна евристика)<sup>1</sup>.

Навіть наука як така може розглядатися як *гігантська дослїдницька програма*, що наслідує основне евристичне правило Поппера: “висувай гіпотези, які мають більший емпіричний зміст, ніж у попередників”. Такі методологічні правила, як помітив К. Поппер, можуть формулюватися як метафізичні принципи<sup>2</sup>. Наприклад, загальне правило анти-конвенціоналістів, за яким дослїдник не повинен допускати виключень, може бути записано як метафізичний принцип: “Природа не терпить винятків”. Ось чому Воткінс називав такі правила “впливовою метафізикою”<sup>3</sup>.

Але перш за все мене цікавить не наука в цілому, а окремі дослїдницькі програми, такі, наприклад, як “картезіанська метафізика”. Ця метафізика або механічна картина універсуму, згідно з якою всесвіт – це величезний часовий механізм (і система вихорів), у якому поштовх є єдиною причиною руху, функціонувала як могутній евристичний принцип. Вона гальмувала розробку наукових теорїй (подібних ньютонівській теорїї дальнодіяння у її “есенціалістському” варіанті), які були несумісні з нею, виступаючи як негативна евристика. Проте, з іншого боку, вона стимулювала роз-

робку допоміжних гіпотез, які рятують її від явних суперечностей з даними (на зразок еліпсів Кеплера), постаючи як позитивна евристика.<sup>4</sup>

### НЕГАТИВНА ЕВРИСТИКА: “ТВЕРДЕ ЯДРО” ПРОГРАМИ

В усіх дослїдницьких програмах є “тверде ядро”. Негативна евристика забороняє використовувати *modus tollens*, коли йдеться про твердження, задіяні у “тверде ядро”. Натомість треба напружувати нашу винахідливість, щоб прояснювати, розвивати ті, що вже є, або ж висувати нові “допоміжні гіпотези”, які утворюють *захисний пояс* навкруги цього ядра; *modus tollens* своїм вістрям прямує саме на ці гіпотези. Захисний пояс повинен витримати головний удар з боку перевірок, захищаючи таким чином скостеніле ядро; він змушений пристосовуватися, перебудовуватися чи навіть повністю замінюватися, якщо того вимагають інтереси оборони. Якщо все це дає прогресивний зсув проблем, то дослїдницька програма може вважатися успішною. Вона неуспішна, якщо це приводить до регресивного зсуву проблем.

Класичний приклад успішної дослїдницької програми – теорія тяжіння І. Ньютона. Мабуть, це найуспішніша з усіх коли-небудь існуючих дослїдницьких програм. Коли вона виникла вперше, навколо неї був океан “аномалій” (якщо бажано, “контрприкладів”), і вона увійшла в суперечність з теорїями, що підтверджували ці аномалії. Але, проявивши дивовижну винахідливість і блискучу дотепність, ньютоніанці перетворили один контрприклад за іншим у підкріплювальні аргументи. І робили вони це головним чином шляхом скинення тих базових “споглядальних” теорїй, на підґрунті яких встановлювалися ці “спростовуючі” дані. Вони “кожне нове утруднення

перетворювали на нову перемогу своєї програми”<sup>5</sup>.

Негативна евристика ньютонівської програми забороняла застосовувати *modus tollens* до трьох ньютонівських законів динаміки і до його закону тяжіння. Через методологічний розв’язок прихильників цієї програми це “ядро” було незаперечним: вважалося, що аномалії повинні спричинювати лише зміни “захисного пояса” допоміжних гіпотез і граничних умов<sup>6</sup>.

Раніше ми розглянули схематизований “мікроприклад” ньютонівського прогресивного зсуву проблем<sup>7</sup>. Його аналіз показує, що кожний вдалий хід у цій грі дозволяє передбачати нові факти, збільшує емпіричний зміст. Перед нами приклад *стійко прогресивного теоретичного зсуву*. Далі, кожне передбачення в кінцевому підсумку підтверджується; хоча могло б видатися, що у трьох останніх випадках вони відразу ж “спростовувалися”<sup>8</sup>. Якщо в наявності “теоретичного прогресу” (у вказаному тут значенні) можна переконатися негайно, то з “емпіричним прогресом” справа складніша. Працюючи в рамках дослідницької програми, ми можемо впасти у відчай від дуже довгої серії “спростувань”, перш ніж якісь дотепні і, головне, вдалі допоміжні гіпотези, що дозволяють збільшити емпіричний зміст, не перетворять – *заднім числом* – низку поразок в історію гучних перемог. Це робиться або переоцінкою деяких “помилкових фактів”, або введенням нових допоміжних гіпотез. Потрібно, щоб кожний наступний крок дослідницької програми прямував до збільшення змісту, іншими словами, сприяв *послідовно прогресивному теоретичному зсуву проблем*. Крім того, треба, щоб, принаймні, час від часу це збільшення змісту підкріплювалося ретроспективно; програма у цілому має розглядатися як *дискретно прогресивний емпіричний зсув*. Це не значить, що кожний крок на цьому шляху повинен *безпосередньо* вести до *спостережуваного* нового факту. Те значення, у якому тут використаний термін “дискретно”, забезпечує достатньо *розумні* межі, в котрих може залишатися догматична прихильність програми, зіткнувшись з *увялими* “спростуваннями”.

Ідея “негативної евристики” наукової дослідницької програми значною мірою надає раціонального смислу класичному конвенціоналізму. Раціональний розв’язок полягає в тому, щоб не дозволити “спростуванням” переносити помилковість на тверде ядро доти,

поки підкріплений емпіричний зміст захисного пояса допоміжних гіпотез продовжує збільшуватися. Але наш підхід відрізняється від джастифікаціоністського конвенціоналізму Пуанкаре тим, що ми пропонуємо відмовитися від твердого ядра в тому випадку, якщо програма більше не здатна передбачати раніше невідомі факти. Це означає, що, на відміну від конвенціоналізму Пуанкаре, ми допускаємо можливість того, що за певних умов тверде ядро, *як ми його розуміємо*, може руйнуватися. У цьому нам імпонує Дюгем, котрий допускав таку можливість. Але якщо Дюгем бачив тільки *естетичні* причини такого руйнування, то наша оцінка залежить головним чином від логічних та емпіричних критеріїв.

### ПОЗИТИВНА ЕВРИСТИКА: КОНСТРУКЦІЯ “ЗАХИСНОГО ПОЯСА” І ВІДНОСНА АВТОНОМІЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ НАУКИ

Дослідницьким програмам, разом з негативною, властива і позитивна евристика.

Навіть найдинамічніші і послідовно прогресивні дослідницькі програми можуть “переварити” свої “контрприкладі” тільки поступово. Аномалії ніколи повністю не зникають. Але не треба думати, ніби ще не пояснені аномалії – “головоломки”, як їх назвав би Т. Кун, – беруться навмання, в довільному порядку, без якого-небудь обдуманого плану. Цей план зазвичай складається в кабінеті теоретика, незалежно від *відомих* аномалій. Лише небагато теоретиків, котрі працюють у рамках дослідницької програми, надають великої ваги “спростуванням”. Вони ведуть далекоглядну дослідницьку політику, яка дає змогу передбачати такі “спростування”. Ця політика, або програма досліджень, тією чи іншою мірою передбачається *позитивною евристикою* дослідницької програми. Якщо негативна евристика визначає “тверде ядро” програми, яке, за висновком її прихильників, вважається “неспростовним”, то позитивна евристика утворюється з низки доказів, більш-менш зрозумілих, і припущень, більш-менш вірогідних, спрямованих на те, щоб змінювати і розвивати “спростовні варіанти” дослідницької програми, і водночас модифікувати, уточнювати “спростовний” захисний пояс.

Позитивна евристика виручає науковця від замішання перед океаном аномалій. Саме нею визначається програма, в яку входить система

складніших *моделей* реальності; увага вченого зосереджена на конструюванні моделей, відповідних тим інструкціям, які висловлені у позитивній частині його програми. На відомі “контрприкладі” і наявні дані він просто не звертає уваги<sup>9</sup>.

Ньютон спочатку розробив свою програму для планетарної системи з фіксованим точковим центром – Сонцем і єдиною точковою планетою. Саме у цій моделі був виведений закон зворотного квадрата для еліпса Кеплера. Але така модель заборонялася третім законом динаміки, а тому повинна була поступитися місцем іншій моделі, в якій і Сонце, і планети оберталися навколо загального центру тяжіння. Така зміна мотивувалася зовсім не спостереженнями (не було “даних”, що свідчили б про аномалію), а теоретичним утрудненням у розвитку програми. Потім ним була розроблена програма для більшого числа планет так, немов би існували тільки геліоцентричні й не було б ніяких міжпланетних сил тяжіння. Далі вчений розробив модель, у якій Сонце і планети були вже не точковими масами, а масивними сферами. І для цієї зміни йому *не були потрібні* спостереження якихось аномалій; адже нескінченні значення густини заборонялися, хоча і в неявній формі, базовими принципами теорії, тому планети і Сонце повинні були знайти об’єм. Це спричинило за собою серйозні математичні труднощі, що затримали публікацію “Основа” більш ніж на десять років. Вирішивши цю “головоломку”, він приступив до роботи над моделлю зі “*сферами, що обертаються*” і коливаються. Згодом у модель були введені міжпланетні сили і почата робота над вирішенням задач зі збуреннями орбіт.

З цієї миті погляд Ньютона на факти став більш тривожним. Багато фактів чудово пояснювалися його моделями (якісним чином), але інші не вкладалися у схему пояснення. Саме тоді він почав працювати з моделями *деформованих*, а не суто кулястих планет і т.д.

Ньютон зневажав тих, хто, подібно Р. Гуку, застрявав на першій наївній моделі і не володів ні достатніми здібностями, ні завзятістю, щоб розвинути її в дослідницьку програму, вважаючи, що вже перший варіант її утворює “наукове відкриття”. Сам він утримувався від публікацій доти, поки його програма не дійшла до стану відмінного прогресивного зсуву<sup>10</sup>.

Більшість (якщо не всі) “головоломок” Ньютона, розв’язки яких давали щоразу нову

модель, що приходила на місце попередньої, можна було передбачати ще у рамках першої наївної моделі; немає сумніву, що сам Ньютон і його колеги передбачали їх. Очевидна помилковість першої моделі не могла бути таємницею для Ньютона<sup>11</sup>. Саме цей факт найкраще підтверджує існування позитивної евристики дослідницької програми, тобто наявність “моделей”, за допомогою яких відбувається її розвиток. “*Модель*” – це безліч граничних умов (можливо, разом з деякими “споглядальними” теоріями), про які відомо, що вони повинні бути замінені в ході подальшого розвитку програми. Більш-менш відомо навіть яким способом. Це ще раз вказує на те, яку незначну роль у дослідницькій програмі відіграють “спростування” якої-небудь конкретної моделі; вони повністю передбачувані, а позитивна евристика є стратегією цього передбачення і подальшого “переварювання”. Якщо позитивна евристика чітко визначена, то труднощі програми мають швидше математичний, ніж емпіричний характер<sup>12</sup>.

“Позитивна евристика” дослідницької програми також може бути сформульована як “метафізичний принцип”. Наприклад, ньютонівську програму можна висловити в такій формулі: “Планети – дзиги, що обертаються, приблизно сферичної форми, притягуються одна до одної”. Цьому принципу ніхто і ніколи в точності не слідував: планети володіють не *одними тільки* гравітаційними властивостями, у них наявні, наприклад, електромагнітні характеристики, що впливають на рух. Тому позитивна евристика є, взагалі кажучи, більш гнучкою, ніж негативна. Більше того, час від часу трапляється, що, коли дослідницька програма вступає в регресивну фазу, то маленька революція або *творчий поштовх* у її позитивній евристиці може знову посунути її у бік прогресивного зсуву<sup>13</sup>. Отож краще відділити “тверде ядро” від більш гнучких метафізичних принципів, що виражають позитивну евристику.

Наші міркування показують, що позитивна евристика відіграє першу скрипку в розвитку дослідницької програми при майже повному ігноруванні “спростувань”; може навіть виникнути враження, що якраз “верифікації”, а не спростування створюють точки зіткнення з реальністю<sup>14</sup>. Хоча треба зауважити, що будь-яка “верифікація” n+1 варіанту програми є спростуванням n-го варіанту, але ж не можна заперечувати, що окремі невдачі подальших варіантів завжди можна передбачати. Саме

“верифікації” підтримують продовження роботи програми, не зважаючи на непокірні приклади.

Ми можемо оцінювати дослідницькі програми навіть після їх “елімінації” за їх евристичною силою: скільки нових фактів вони дають, наскільки велика їх здатність “пояснити спростування у процесі зростання”?<sup>15</sup>. (Ми можемо також оцінити їх за тими стимулами, які вони дають математиці. Дійсні труднощі науковців-теоретиків виникають швидше з *математичних труднощів* програми, ніж з аномалій. Велич ньютонівської програми значною мірою визначається тим, що ньютоніанці розвинули класичне числення нескінченно малих величин, що було вирішальною передумовою її успіху.)

Таким чином, методологія наукових дослідницьких програм пояснює *відносну автономію теоретичної науки*: історичний факт, раціональне пояснення якому не зміг дати ранній фальсифікаціонізм. Те, які проблеми підлягають раціональному вибору вчених, котрі працюють у рамках могутніх дослідницьких програм, залежить здебільшого від позитивної евристики програм, ніж від психологічно неприємних, але технічно неминучих аномалій. Аномалії реєструються, але потім про них прагнуть забути, в надії, що прийде час і вони перетворяться на підкріплення програми. Підвищена чутливість до аномалій властива тільки тим ученим, хто займається вправами в атмосфері спроб і помилок або працює в регресивній фазі дослідницької програми, коли позитивна евристика вичерпала свої ресурси. (Все це, звичайно, повинно звучати дико для наївного фальсифікаціоніста, котрий вважає, що раз теорія “спростована” експериментом (тобто вищою для нього інстанцією), то було б нераціонально, й до того ж і безсвісно, розвивати її надалі, а треба замінити стару поки що неспростованою новою теорією.)

### ДВІ ІЛЮСТРАЦІЇ: ПРАУТ І БОР

Діалектику позитивної і негативної евристики в дослідницькій програмі краще всього показати на прикладах. Тому я змалюю деякі аспекти двох дослідницьких програм, що домоглися вражаючих успіхів: програми Праута, в основі якої була ідея про те, що всі атоми складаються з атомів водню, і програми Бора з її основною ідеєю про те, що світлове випромінювання проводиться електроном, який пе-

рестрибує з однієї внутрішньоатомної орбіти на іншу.

(Пристаючи до написання історичного нарису, треба, вважаю, дотримуватися наступної процедури: 1) провести раціональну реконструкцію даної події; 2) спробувати зіставити цю раціональну реконструкцію з дійсною історією, щоб піддати критиці як раціональну реконструкцію – за недолік історичності, – так і дійсну історію – за недолік раціональності. Тому всякому історичному дослідженню повинно передувати евристичне опрацювання: історія науки без філософії науки сліпа. Але у цій статті я не можу дозволити собі детально зупинитися на другій стадії цієї процедури.)

#### а) Праут: дослідницька програма, що прогресує в океані аномалій

У анонімній статті 1815 року Праут висунув твердження про те, що атомна вага всіх чистих хімічних елементів є цілими числами. Він дуже добре знав про величезну кількість аномалій, але говорив, що ці аномалії виникають тому, що зазвичай уживані хімічні речовини *не були достатньо чистими*. Іншими словами, відповідна “експериментальна техніка” того часу була ненадійною; у прийнятій нами термінології можна було б сказати, що сучасні Прауту “спостережувальні теорії”, на підставі яких встановлювалися значення істинності базових засновків його теорії, були помилковими<sup>16</sup>. Ось чому прихильники теорії Прауту були вимушені зайнятися вельми нелегкою справою – показати неспроможність теорій, виступаючих засновками для контрприкладів. Для цього було потрібно не мало й не багато – революціонізувати визнану того часу аналітичну хімію, щоб на новій основі змінити експериментальну техніку, за допомогою якої виділялися чисті хімічні елементи<sup>17</sup>.

Теорія Праута, сутнісно спростовувала одну за іншою теорії, що раніше застосовувалися в очищенні хімічних речовин. Але при цьому деякі хіміки, не витримуючи напруження, відмовлялися від нової дослідницької програми, перші успіхи якої ще ніяк не можна було назвати вирішальною перемогою. Наприклад, Стас, доведений до відчаю певними упертими, непіддатливими поясненням, фактами, в 1860 році дійшов висновку, що теорія Праута позбавлена “яких-небудь підстав”<sup>18</sup>. Водночас інші хіміки знаходилися під великим вра-

женням від успіхів теорії і не впадали у розпач від того, що успіх був неповним. Так, скажімо, Маріньяк негайно парирував висновки Стаса: “Хоча експерименти п. Стаса відрізняються цілком задовільною точністю, все ж немає доказів проти того, що відмінності, наявні між його результатами і наслідками, із закону Праута можуть бути пояснені недосконалістю експериментальних методів”<sup>19</sup>. Як зауважив Крукс у 1886 році, “немало хіміків з бездоганною репутацією вірили у те, що тут (у теорії Праута) істина затулена деякими залишковими або побічними явищами, котрі досі не вдалося елімінувати”<sup>20</sup>. Це означало, що у “спостережувальних теоріях”, на яких ґрунтувалася “експериментальна техніка” хімічного очищення і за допомогою яких обчислювалася атомна вага, повинні були мати місце якісь *неявні додаткові* помилкові припущення. На думку Крукса, навіть у 1886 році “певна атомна вага виражалася просто середніми значеннями”<sup>21</sup>. Сам Крукс підійшов до цієї ідеї, надавши їй наукової форми (що забезпечувала збільшення змісту): він запропонував нові конкретні теорії “фракціонування”, нового “розподіляючого Демона”<sup>22</sup>. Але, на жаль, ці нові “спостережувальні теорії” були такими ж помилковими, скільки й сміливими, і, будучи не в змозі передбачати які-небудь нові факти, вони були еліміновані з (раціонально реконструйованої) історії науки.

Наступним поколінням хіміків удалося знайти вельми істотне приховане припущення, що вводило в оману дослідників: воно полягало в тому, що два хімічно чистих елементи й можуть бути розділені тільки *хімічними* методами. Ідея про те, що два різних хімічно чистих елементи здатні поводитися однаково в усіх *хімічних* реакціях, але можуть бути розділені *фізичними* методами, вимагала зміни, “розширення” поняття “чистий елемент”, що спричиняло за собою і понятійне “розширення”, а відтак і розширення самої дослідницької програми<sup>23</sup>. Цей революційний, надзвичайно творчий, зсув був здійснений тільки школою Резерфорда<sup>24</sup>; лише “після багатьох видозмін і найпереконливіших спростувань ця гіпотеза, так блискуче висунута Праутом, едінбурзьким фізиком у 1815 році, через сто років стала наріжним каменем сучасних теорій будови атомів”<sup>25</sup>. Проте цей творчий прорив фактично був тільки побічним результатом прогресу в іншій, достатньо далекій, дослідницькій програмі; самі ж прихильники Праута,

не маючи цього *зовнішнього* стимулу, навіть не намагалися, наприклад, побудувати могутні центрифуги – механізми для розділення елементів.

(Коли “спостережувальні” або “інтерпретативні” теорії врешті-решт елімінуються, то “точні” вимірювання, що проводилися на підставі непридатних понятійних каркасів, виглядають – заднім числом – швидше забавними. Содді висміював “експериментальну точність”, якщо вона є самоціллю: “Є щось трагічне, якщо не трагікомічне, в долі видатної плеяди хіміків ХІХ століття, справедливо звеличуваних сучасниками за найвищу майстерність і досконалість точних наукових вимірювань. З такими труднощами здобути результати, що стали справою їхнього життя, принаймні на сьогодні, видаються такими ж значущими і цікавими як, наприклад, підрахунок середньої ваги в колекції пляшок, одні з яких повні, а інші – більш-менш порожні”.)<sup>26</sup>

Підкреслимо, що у форматі методології дослідницьких програм, запропонованої тут, ніколи не було раціональних причин, за яких могла б бути *елімінована* програма Праута. Ця програма дала чудовий прогресивний зсув, хоча і стикалася із серйозними перешкодами<sup>27</sup>. Цей епізод показує, як дослідницька програма може кинути виклик обсяжному масиву визнаного наукового знання; вона подібна рослині, висадженій у несприятливий ґрунт, який потім поступово перетворює і підпорядковує її собі.

Історія програми Праута також дуже добре показує, як прогрес науки гальмується джастифікаціонізмом і наївним фальсифікаціонізмом. (Обидві ці концепції були на озброєнні тих, хто виступав проти атомної теорії в ХІХ столітті.) Дослідження цього специфічного впливу поганої методології науки може стати благодатним завданням історика науки.

### **б) Бор: дослідницька програма, що прогресує на суперечливих засадах**

Короткий нарис дослідницької програми Бора (ранньої квантової фізики) послужить подальшою ілюстрацією і розширенням нашої тези<sup>28</sup>.

Оповідання про дослідницьку програму Бора повинно охоплювати: 1) виклад вихідної проблеми; 2) вказівку на негативну і позитивну евристики; 3) проблеми, які передбачалося розв’язати у процесі її розвитку; 4) опис

моменту, з якого почалася її регресія (своєрідної “точки насичення”); 5) програму, котра прийшла їй на зміну.

Засаднича проблема являла собою загадку: яким чином атоми Резерфорда (тобто найдрібніші планетарні системи з електронами, що обертаються навколо позитивних ядер) можуть залишатися стійкими; річ у тім, що, згідно з добре підкріпленою теорією електромагнетизму Максвелла–Лоренца, такі системи повинні колапсувати. Проте теорія Резерфорда також була добре підкріплена. Ідея Бора полягала в тому, щоб не звертати уваги на суперечність і свідомо розвинути дослідницьку програму, “спростовні” версії якої несумісні з теорією Максвелла–Лоренца<sup>29</sup>. Він запропонував п’ять постулатів, що стали *твердим ядром* його програми:

“1) Випускання (або поглинання) енергії відбувається не безперервно, як це приймається у традиційній електродинаміці, а тільки під час переходу системи з одного “стаціонарного” стану в інший.

2) Динамічна рівновага системи у стаціонарних станах визначається звичними законами механіки, тоді як для переходу системи між різними стаціонарними станами ці закони недійсні.

3) Випускаюче під час переходу системи з одного стаціонарного стану в інший випромінювання монохроматично, а співвідношення між його частотою  $\nu$  і загальною кількістю випроміненої енергії  $E$  пояснюється рівністю  $E = h\nu$ , де  $h$  – постійна Планка.

4) Різні стаціонарні стани простої системи, що складається з позитивного ядра і електрона, що обертається навколо, визначаються з умови, що відношення між загальною енергією, випущеною при утворенні даної конфігурації, і числом обертів електронів є цілим кратним  $h/2$ . Припущення про те, що орбіта електрона кругова, рівнозначне вимозі, щоб момент імпульсу ядра електрона, що обертається навколо, був би цілим кратним  $h/2\pi$ .

5) “Основний” стан будь-якої атомної системи, тобто стан, за якого випромінююча енергія максимальна, визначається з умови, щоб момент імпульсу кожного електрона щодо центру його орбіти дорівнював  $h/2\pi$ <sup>30</sup>.

Ми повинні бачити вирішальну відмінність, що має важливий методологічний сенс між тим конфліктом, у якому опинилися програма Праута і сучасне йому хімічне знання, і конфліктом із сучасною фізикою, в який вступила

програма Бора. Дослідницька програма Праута свого часу “оголосила війну” аналітичній хімії; її позитивна евристика призначена розгромити свого супротивника і витіснити його із займаних позицій. Програма Бора не мала подібної мети. Її позитивна евристика, якою б вона не була, успішною, все ж таки містила у собі суперечність з теорією Максвелла–Лоренца, залишаючи його нерозв’язаним<sup>31</sup>. Щоб зважитися на таке, потрібна була сміливість, причому навіть більша, ніж у Праута; Ейнштейн мучився подібною ідеєю, але вважав її непринятною і відмовився від неї<sup>32</sup>.

Ми бачимо, що *деякі із найзначніших дослідницьких програм в історії науки були прищеплені до попередніх програм, з якими перебували у волаючій суперечності*. Наприклад, астрономія Коперника була “прищеплена” до фізики Аристотеля, програма Бора – до фізики Максвелла. Джастифікаціоніст або наївний фальсифікаціоніст назвуть такі “прищеплення ірраціональними, оскільки не допускають і думки про зростання знання на суперечливій основі. Тому вони звичайно вдаються до прийомів *ad hoc*, на зразок теорії Галілея про кругову інерцію або принципу відповідності, а потім і принципу доповненості Бора, єдиною метою яких є приховання цієї “вади”<sup>33</sup>.

Коли ж паросток прищепленої програми набуде сили, приходить кінець мирному співіснуванню, симбіоз змінюється конкуренцією, і прихильники нової програми намагаються абсолютно витіснити стару.

Дуже можливо, що успіх аналізованої “прищепленої програми” пізніше підштовхнув Бора до думки, що суперечності у засновках дослідницької програми можуть і навіть мають бути зведені у *принцип*, що такі суперечності не повинні надто турбувати дослідника, що до них можна просто звикнути. В 1922 році Н. Бор намагався понизити стандарти наукового критичизму: “Найбільше, чого можна вимагати від теорії (тобто програми), – щоб (встановлювані нею) класифікації могли бути просунуті достатньо далеко, з тим щоб сфера спостережуваного розширювалася завдяки прогнозам нових явищ”<sup>34</sup>.

(Цей вислів Бора нагадує фразу Даламбера, котрий виявив суперечність засновків підрахування нескінченно малих величин: “*Alles en avant et la foi vous viendra*” (“Крокуйте вперед і віра прийде до вас” (*фр.*)) Маргенау помічає: “Можна зрозуміти тих, хто, надихаючись успіхами теорії, закриває очі на

потворність її архітектури; атомна теорія Бора – це башточка у стилі барокко на готичному підґрунті класичної електродинаміки”<sup>35</sup>. Проте насправді ця архітектурна “потворність” ні для кого не була “таємницею”; всі бачили їх, але свідомо ігнорували – хто більшою, хто меншою мірою – поки програма розвивалася прогресивно<sup>36</sup>. З погляду методології дослідницьких програм таке відношення раціональне, але тільки до того моменту, коли стадія прогресу закінчується: після цього апологетика “потворності” стає ірраціональною.)

Треба зауважити, що в 30–40-і роки ХХ століття Бор відмовився від вимоги новизни явищ і був готовий визнати “єдину можливість погоджувати багатоманітний матеріал із сфери атомних явищ, що щоденно накопичувався при дослідженні цієї нової галузі знань”<sup>37</sup>. Це означає, що Бор відступив на позицію “порятунку явищ”, тоді як Ейнштейн саркастично підкреслював, що “немає такої теорії, символи якої хтось не зміг був відповідним чином пов’язати із спостережуваними величинами”<sup>38</sup>.

Однак *несуперечливість* – у точному значенні цього терміна<sup>39</sup> – повинна залишатися найважливішим регулятивним принципом (що перебуває зовні і вище за вимогу прогресивного зсуву проблем); виявлення суперечностей повинно розглядатися як проблема. Причина проста. Якщо мета науки – істина, то наука покликана домагатися несуперечливості; відмовляючись від несуперечливості, наука відмовилася б і від істини. Стверджувати, що “ми повинні стримати нашу вимогливість”<sup>40</sup>, тобто погоджуватися із суперечностями – слабкими чи сильними – значить вдаватися до методологічної вади. З іншого боку, з цього не виходить, що як тільки суперечність – або аномалію – знайдено, то розвиток програми має негайно припинятися; розумний вихід може бути в іншому: влаштувати для даної суперечності тимчасовий карантин за допомогою гіпотез *ad hoc* і довіритися позитивній евристиці програми. Саме так і поступали навіть математики, як свідчать приклади перших варіантів обчислення нескінченно малих і наївної теорії множин<sup>41</sup>.

(З цієї позиції, цікаво наголосити на подвійній ролі, яку “принцип відповідності” Бора відіграв у його програмі. З одного боку, це був важливий евристичний принцип, що сприяв висуненню безлічі нових наукових гіпотез, що дозволяли, своєю чергою, знаходити нові факти, особливо у сфері інтенсивності спектральних ліній<sup>42</sup>. З другого – він

виступав у ролі захисного механізму, що давав змогу “до межі використовувати поняття класичних теорій – механіки та електродинаміки, – не дивлячись на явну суперечність між цими теоріями і квантом дії”<sup>43</sup>, замість того щоб наполягати на невідкладній уніфікації програми. У цій другій ролі принцип відповідності зменшував ступінь проблематичності борівської програми.<sup>44</sup>)

Зрозуміло, що дослідницька програма квантової теорії у цілому була “прищепленою програмою” і тому викликала неприязнь у фізиків з глибоко консервативними поглядами, наприклад, у Планка. Стосовно “прищепленої програми” взагалі можливі дві крайні і рівно нераціональні позиції.

*Консервативна позиція* полягає в тому, що розвиток нової програми повинен бути припинений доти, поки не буде якимось чином усунена суперечність із старою програмою, що зачіпає підвалини обох програм, адже працювати із суперечливими засновками ірраціонально. “Консерватори” спрямовують основні зусилля на усунення суперечності, намагаючись пояснити (апроксимативно) постулати нової програми, виходячи з понять старої програми; вони знаходять ірраціональним розвиток нової програми, поки спроби такої редукції не завершаться успішно. Планк вибрав саме такий шлях. Успіху він не досяг, не дивлячись на десять років важкої праці<sup>45</sup>. Тому зауваження М. Лауе про те, що 14 грудня 1900 року, коли була прочитана знаменита доповідь Планка, треба вважати “днем народження квантової теорії”, не зовсім вірно; цей день був днем народження редукційної програми Планка. Рішення йти вперед, допускаючи хоча б тимчасово суперечність у засновках, було прийнято Ейнштейном у 1905 році, але навіть він завагався, коли в 1913 Бор знову вийшов уперед.

*Анархічна позиція* щодо прищеплених програм полягає в тому, що анархія у засновках зводиться у ранг чесноти, а (слабка) суперечність розуміється або як фундаментальна природна властивість, або як показник прикінцевої обмеженості людського пізнання; така позиція була характерна для окремих послідовників Бора.

*Раціональна позиція* краще всього обстоюна Ньютоном, котрий колись стояв перед проблемами, у відомому сенсі схожими на обговорювану. Картезіанська механіка поштовху, до якої була спочатку прищеплена механіка Ньютона, знаходилася у (слабкій) суперечності з

ньютонівською теорією гравітації. Ньютон працював як над своєю позитивною евристикою (і домагався успіху), так і над редукціоністською програмою (без успіху), за що його критикували і картезіанці, наприклад, Гюйгенс, які вважали нерозумною витратою часу розробку “незбагненої” програми, і деякі учні, котрі, подібно Коутсу, думали, що ця суперечність не є такою вже й серйозною проблемою<sup>46</sup>.

Таким чином, раціональна позиція стосовно “прищеплених” програм полягає в тому, щоб використовувати їх евристичний потенціал, але не упокорюватися з хаосом у засновках, з яких вони виростають. “Стара” (до 1925 року) квантова теорія в основному підкорялася саме такому настановленні. Після 1925 року “нова” квантова теорія перейшла на “анархістську позицію”, а сучасна квантова фізика у її “копенгагенській” інтерпретації стала одним з головних оплотів філософського обскурантизму. В цій *новій* теорії горезвісний “принцип доповнювальності” Бора звів (слабку) суперечність у статус фундаментальної і фактально достовірної характеристики природи і поєднав суб’єктивістський позитивізм з алогічною діалектикою і навіть філософією повсякденної мови до єдиного порочного альянсу. Починаючи з 1925, Н. Бор і його однодумці пішли на нове і безпрецедентне зниження критичних стандартів для наукових теорій. Розум у сучасній фізиці відступив і запанував анархістський культ неймовірного хаосу. А. Ейнштейн був проти: “Філософія заспокоєння Гейзенберга–Бора – або Релігія? – так тонко придумана, що надає віруючому до певного часу м’яку подушку, з якою не так легко злякати його”<sup>47</sup>. Проте, з іншого боку, дуже *високі* стандарти Ейнштейна, мабуть, не дозволили йому створити (або опублікувати?) модель атома, на зразок борівської, і хвильову механіку.

А. Ейнштейну і його прихильникам не вдалося перемогти у цій боротьбі. Сьогоднішні підручники фізики навпереробі твердять щось на зразок наступного: “Квантова та електромагнітно-польова концепції доповнені у значенні Бора. Ця доповнювальність – одне з найбільших досягнень натуральної філософії. Копенгагенська інтерпретація квантової теорії вирішила стародавній конфлікт між корпускулярною і хвильовою теоріями світла. Ця контроверза пронизала всю історію оптики: від Герона з Александрії, котрий указав на

прямолінійність розповсюдження світла і на геометричні властивості процесів віддзеркалення (1 ст. н. е.) до Юнга і Максвелла, які дослідили інтерференцію і хвильові його властивості (XIX ст.). Лише у першій половині XX століття квантова теорія випромінювання, *повно* по-гегелівськи, остаточно розв’язала цю суперечку”<sup>48</sup>.

Тепер повернемося до логіки відкриття *старої* квантової теорії, зокрема, зупинимося докладніше на її *позитивній евристиці*. За задумом Бора, спочатку повинна була увійти до гри теорія атома водню. Його перша модель складалася із ядра-протона та електрона на круговій орбіті; у другій моделі він обчислив емпіричну орбіту електрона у фіксованій площині; далі відмовляється від явно штучних обмежень, пов’язаних з нерухомістю ядра і фіксованістю площини обертання електрона; надалі, він хотів врахувати можливість обертання (спин) електрона<sup>49</sup>; потім сподівався розповсюдити свою програму на структуру складних атомів і молекул, враховуючи дію на них електромагнітних полів, і т. д. Цей задум існував із самого початку; ідея аналогії між будовою атома і планетною системою вже намічала у загальних рисах вельми обнадійливу, хоча тривалу і нелегку, програму досліджень і навіть указувала достатньо ясні принципи, якими ця програма мала керуватися<sup>50</sup>. “В 1913 році здавалося, що тим самим знайдений відповідний ключ до проблеми спектру, і потрібні тільки час і терпіння, щоб розв’язати цю проблему остаточно”<sup>51</sup>.

Знаменита стаття Н. Бора 1913 року була першим кроком у реалізації цієї дослідницької програми. В ній містилася перша модель (позначимо її  $M_1$ ), яка вже була здатна передбачати факти, до цього не передбачувані жодною з попередніх теорій: довжини хвиль спектральних ліній водню (в ультрафіолетовому і дальньому інфрачервоному аспектах). Хоча деякі довжини хвиль водневого спектру були відомі до 1913 року (серії Бальмера (1885) і серії Пашена (1908)), теорія Бора передбачала значно більше, ніж виходило з цих відомих серій. Дослідники незабаром підкріпили цей новий зміст теорії: додаткові борівські серії були відкриті Лайманом (1914), Бреккетом (1922) і Пфундом (1924).

Оскільки серії Бальмера і Пашена були відомі до 1913 року, то окремі історики бачать у цьому приклад беконівського “індуктивного сходження”: 1) хаос спектральних ліній; 2) “емпі-



ричний закон” (Бальмер), 3) теоретичне пояснення (Бор). Це сильно нагадує три “поверхи” Вевелла. Але прогрес науки напевно був би сповільнений, якщо покладатися на метод спроб і помилок дотепного шкільного вчителя, що набив оскому: магістраль наукової абстрагуючої думки, продовжена сміливими умоглядами Планка, Резерфорда, Ейнштейна і Бора, дедуктивним чином привела б до результатів Бальмера як до перевірочних пропозицій щодо їх теорій, обходячись без так званого “першопрохідництва” Бальмера. Раціональна реконструкція історії науки не обіцяє авторам “наївних припущень” гідної винагороди за їхні муки<sup>52</sup>.

Насправді проблема Бора полягала не в тому, щоб пояснити серії Бальмера і Пашена, а в тому, щоб з’ясувати парадоксальну стійкість атома Резерфорда. Більш того, Бор навіть не знав про ці формули до того, як була написана перша версія його статті<sup>53</sup>.

Не весь новий зміст першої борівської моделі  $M_1$  знайшов підкріплення. Наприклад,  $M_1$  претендувала на прогноз усіх спектральних ліній водню. Проте були одержані експериментальні свідчення про такі водневі серії, яких не могло бути у борівській  $M_1$ . Це були аномальні ультрафіолетові серії Пікерінга-Фаулера.

Пікерінг знайшов ці серії в 1896 році у спектрі зірки Корми. Фаулер, після того, як перший член серій був підтверджений, також спостереженнями під час сонячного затемнення в 1898 році, одержав усю серію в експериментах з розрядною трубкою, що містила суміш водню і гелію. Звичайно, можна було припустити, що лінії-монстри не мали нічого загального з воднем, оскільки і Сонце, і зірка  $\xi$  Корми вміщують безліч газів, а розрядна трубка утримує також гелій. І справді серія не могла бути одержана в трубці з чистим воднем. Але “експериментальна техніка” Пікерінга і Фаулера, за допомогою якої була фальсифікована гіпотеза Бальмера, мала достатньо розумну, хоча ніколи спеціально не перевірену, теоретичну засаду: а) їх серії мали те ж число сходження, що й у серії Бальмера, і, отже, могли вважатися водневими серіями: б) Фаулер дав прийнятне пояснення, чому гелій не повинен враховуватися при утворенні цих серій<sup>54</sup>.

Проте результати “авторитетних експериментаторів” не справили на Бора особливого враження. Він не сумнівався у “точності експериментів” або “здійснюваності їхніх

спостережень”; під сумнів була поставлена “спостережувальна теорія”. І, справді, Бор запропонував альтернативу. Спочатку він розробив нову модель ( $M_2$ ) своєї дослідницької програми: іонізований атом гелію, ядро якого мало заряд, рівний подвоєному заряду протона, з єдиним електроном на орбіті. Ця модель передбачала ультрафіолетові серії у спектрі іонізованого гелію, що співпадали із серіями Пікерінга-Фаулера. Це була вже теорія, що опонувала. Потім він запропонував “вирішальний експеримент”: передбачив, що серії Фаулера можуть бути одержані – і навіть з більш сильними лініями – у розрядній трубці із сумішшю хлору і гелію. Більш того, Бор пояснив експериментаторам, навіть не поглянувши на їхні прилади, каталітичну роль водню в експерименті Фаулера і хлору у запропонованому ним самим експерименті<sup>55</sup>. І він мав рацію<sup>56</sup>. Таким чином перша очевидна поразка дослідницької програми Бора була перетворена на славу перемогу.

Однак ця перемога незабаром була заперечена. Фаулер визнав, що його серії відносилися не до водню, а до гелію. Але він помітив, що “приборкання монстра” (*monster-adjustments*)<sup>57</sup> не можна визнати дійсним: довжини хвиль у серіях Фаулера значно відрізнялися від значень, передбачених  $M_2$  Бора. Отже, ці серії, хоча не суперечили  $M_1$ , спростовували  $M_2$ , але оскільки  $M_1$  і  $M_2$  тісно пов’язані між собою, то це спростовує і  $M_1$ <sup>58</sup>.

Бор відкинув аргументи Фаулера: та й зрозуміло, адже він ніколи не відносився до  $M_2$  з повною серйозністю. Передбачені ним значення ґрунтувалися на грубих підрахунках, в основу яких було покладено обертання електрона навколо нерухомого ядра: зрозуміло, що насправді електрон обертається навколо загального центру тяжіння, зрозуміло, як завжди, коли розв’язується проблема двох тіл, треба замінити зредуковану масу:

$$m_e = m_e / [1 + (m_e / m_n)]^{59}$$

Це була вже модифікована модель Бора –  $M_3$ . І Фаулер повинен був визнати, що Бор знову має рацію<sup>60</sup>.

Явне спростування  $M_2$  перетворилося на перемогу  $M_3$ ; стало ясно, що  $M_2$  і  $M_3$  могли бути розроблені у рамках дослідницької програми Бора, як і  $M_{17}$  або  $M_{20}$ , без яких би то не було стимулів з боку спостереження або експерименту. Саме у цей час Ейнштейн сказав про теорію Бора: “Це одне з найбільших відкриттів”<sup>61</sup>.

Розвиток дослідницької програми Бора потім йшов як за наперед наміченим планом. Наступним кроком було обчислення еліптичних орбіт. Це було зроблено Зоммерфельдом у 1915 році з тим несподіваним результатом, що зростання кількості стаціонарних (можливих) орбіт не вело до збільшення числа можливих енергетичних рівнів, так що, імовірно, не було можливості провести вирішальний експеримент, який би забезпечив вибір між еліптичною і круговою теоріями. Проте електрони оберталися навколо ядра з дуже великою швидкістю, отож, відповідно до механіки Ейнштейна, їх прискорення спричинювало помітну зміну маси. І справді, обчислюючи такі релятивістські поправки, Зоммерфельд одержав новий порядок енергетичних рівнів і “тонку структуру” спектра.

Перехід на нову релятивістську модель потребував значно більшої математичної витонченості і таланту, ніж розробка декількох перших моделей. Досягнення Зоммерфельда носило головним чином математичний характер.

За іронією долі дублети водневого спектра вже були відкриті Майкельсоном у 1891 році<sup>62</sup>. Мозлі відразу ж після першої публікації Бора помітив, що “гіпотеза Бора не може пояснити появу другої, більш слабкої лінії, що знаходиться в кожному спектрі”<sup>63</sup>. Це також не засмутило Бора, адже він був переконаний, що позитивна евристика його дослідницької програми повинна рано чи пізно пояснити і навіть виправити спостереження Майкельсона<sup>64</sup>. Так і відбулося. Звичайно, теорія Зоммерфельда була несумісна з першими моделями Бора; більш тонкі експерименти – з виправленими старими спостереженнями – дали вирішальні докази на користь борівської програми. Багато недоліків перших моделей Бора були перетворені Зоммерфельдом і його мюнхенською школою у перемоги цієї дослідницької програми.

Цікаво, що так само, як і Ейнштейн на тлі вражаючого прогресу квантової фізики в 1913 році зупинився у нерішучості, Бор пригальмував у 1916: і так само, як раніше Бор перехопив ініціативу в Ейнштейна, тепер Зоммерфельд перехопив ініціативу у самого Бора. Відмінність між атмосферою копенгагенської школи Бора і мюнхенської школи Зоммерфельда була очевидною: “В Мюнхені використовувалися більш конкретні і тому більш зрозумілі формулювання; там були досягнуті великі успіхи у систематизації спектрів й у вживанні векторної

моделі. Але в Копенгагені вважали, що адекватна мова для нових явищ ще не знайдена, були стримані щодо дуже певних формулювань, висловлювалися обережніше і більш загально – тому їх було набагато важче зрозуміти”<sup>65</sup>. Все це показує, як наявність прогресивного зсуву забезпечує довір’я – і раціональність – стосовно дослідницької програми із суперечністю у її засновках. М. Борн у статті, присвяченій пам’яті М. Планка, дає переконливий опис цього процесу: “Зрозуміло, що саме по собі введення кванта дії ще не означало виникнення *істинної* квантової теорії... Труднощі, котрі викликають через уведення кванта дії в загальновизнану класичну теорію, були прояснені із самого початку. З часом вони не зменшувалися, а зростали; хоча у процесі досліджень деякі з них долалися, в теорії все одно зяяли проломи, що не могли не турбувати самокритичних теоретиків. В основу теорії Бора лягла гіпотеза, яка поза сумнівом була б знехтувана будь-яким фізиком попереднього покоління. З тим що деякі внутрішньоатомні квантовані (тобто виділені квантовим принципом) орбіти відіграють особливу роль, ще можна змиритися; важче було погодитися з тим, що електрони, рухаючись із прискоренням за криволінійними траєкторіями, не випромінюють енергію. Але допущення, що точно певна частота випромінюваного кванта світлової енергії повинна відрізнятися від частоти випромінювання електрона, в очах теоретика, вихованого в класичній школі, мала вигляд неймовірного монстра. Між тим обчислення [а точніше сказати, *прогресивні зсуви проблем*] вирішують усе, і столи починають вертатися. Якщо спочатку це нагадувало дотепний прийом, за допомогою якого новий і дивний елемент з якнайменшим тертям підганявся під існуючу систему загальноприйнятих уявлень, то згодом *загарбник, освоївши чужу територію, став виганяти з неї колишніх мешканців*; тепер уже очевидно, що стара система тріснула по швах, і питання тільки в тому, які шви і якою мірою ще можна зберегти”<sup>66</sup>.

Важливим уроком аналізу дослідницьких програм є той факт, що лише небагато експериментів мають дійсне значення для їх розвитку. Перевірки і “спростування” звичайно дають фізику-теоретику такі тривіальні евристичні підказки, що великомасштабні перевірки або дуже велика суєта навколо вже одержаних даних часто бувають лише втратою часу. Щоб зрозуміти, що теорія потребує заміни

здебільшого не потрібні ніякі спростування; позитивна евристика сама веде вперед, прокладаючи собі дорогу. До того ж, вдаватися до жорстких “спростовних інтерпретацій”, коли йдеться про зовсім юну програму, – це небезпечна методологічна черствість. Перші варіанти такої програми можуть застосовуватися тільки до “ідеальних”, неіснуючих об’єктів; потрібні десятиріччя теоретичної роботи, щоб одержати перші нові факти, і ще більше часу, щоб виникли такі варіанти дослідницької програми, перевірка яких могла б дати *справді цікаві* результати, коли спростування вже не можуть бути передбачені самою ж програмою.

Діалектика дослідницьких програм тому зовсім не зводиться до чергування умоглядних припущень та емпіричних спростувань. Типи відносин між процесом розвитку програми і процесами емпіричних перевірок можуть бути найрізноманітнішими; який з них здійснюється – питання конкретно-історичне. Вкажемо на три найтиповіших випадки.

1) Нехай кожний з наступних один за одним варіантів  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  успішно передбачають одні факти і не можуть передбачити інші, інакше кажучи, кожний з цих варіантів має як підкріплення, *так і спростування*. Потім пропонується  $H_4$ , що передбачає деякі нові факти, але при цьому витримує найсуворіші перевірки. Ми маємо прогресивний зсув проблем і до того ж благовидне чергування припущень і спростувань у розумінні Поппера<sup>67</sup>. Можна розчулюватися цим класичним прикладом, коли теоретична та експериментальна роботи крокують поряд, рука в руку.

2) У другому випадку ми маємо справу з якимось самотнім Бором (можливо, навіть без передування йому Бальмера), який послідовно розробляє  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ , але такий самокритичний, що публікує тільки  $H_4$ . Потім цей останній варіант піддається перевірці, і дані його підтверджують першу (і єдину) опубліковану гіпотезу. Тоді теоретик, котрий має справу тільки з дошкою і папером, виявляється вочевидь тим, хто йде далеко попереду експериментатора; отож перед нами період відносної автономії теоретичного прогресу.

3) Тепер уявимо, що всі емпіричні дані, про які мовилося, вже відомі у той час, коли висувуються  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  і  $H_4$ . Тоді вся ця послідовність теоретичних моделей не постає як прогресивний зсув проблем, і тому, хоча зібрані дані підкріплюють його теорії, учений

повинен працювати над новими гіпотезами, щоб довести наукову значущість своєї програми<sup>68</sup>. Так може вийти або через те, що більш рання дослідницька програма, виклик якої кинутий тією програмою, яка реалізується у послідовності  $H_1, \dots, H_4$  вже започаткувала всі ці факти, або через те, що уряд відпустив дуже багато грошей на експерименти з колекціонування спектральних ліній і всі робочі коні науки орють саме це поле. Щоправда, другий випадок украй маловірогідний, бо, як сказав би Каллен, “кількість помилкових фактів, що заповнюють світ, нескінченно перевищує мізерну кількість помилкових теорій”<sup>69</sup>; у більшості випадків, коли дослідницька програма вступає в конфлікт з відомими фактами, теоретики бачитимуть причину цього в “експериментальній техніці”, вважатимуть недосконалими “спостережувальні теорії”, що перебувають у її підґрунті: тоді доводиться виправляти дані, одержані експериментаторами, здобуваючи таким чином *нові факти*<sup>70</sup>.

Після цього методологічного відступу повернемося знову до програми Бора. Коли була вперше сформульована її позитивна евристика, то не всі напрямки розвитку цієї програми можна було передбачати і планувати. А коли з’явилися деякі несподівані тріщини в дотепних моделях Зоммерфельда (не були одержані окремі передбачені спектральні лінії), то Паулі запропонував глибоку допоміжну гіпотезу (“принцип виключення”), з допомогою якої не тільки були закриті прогалини теорії, а й доданий новий вигляд періодичній системі елементів і передбачені раніше невідомі факти.

В мої наміри не входить розгорнений виклад того, як розвивалася програма Бора. Але ретельний аналіз її історії – справді золоте дно для методології: її дивовижно швидкий прогрес – на суперечливих засновках! – приголомшує, її краса, оригінальність та емпіричний успіх її допоміжних гіпотез, що висувалися блискучими і навіть геніальними ученими, безпрецедентні в історії фізики. Іноді черговий варіант програми вимагав тільки незначного удосконалення (наприклад, заміни маси на масу, що зменшується). Іноді, проте, для отримання наступного варіанту була потрібна нова витончена математика (скажімо, математичний апарат, уживаний під час розв’язування задач з багатьма тілами) чи нові дотепні фізичні допоміжні гіпотези. Додаткова математика або фізика черпалися або з наявного знання (щонайперше, з теорії від-

носності), або винаходилися наново (наприклад, принцип заборони Паулі). В останньому випадку мав місце “креативний зсув” у позитивній евристиці.

Однак навіть ця велика програма підійшла до межі, за якою її евристична могутність вичерпалася. Гіпотези *ad hoc* множилися і не змінювалися тими поясненнями, котрі примножують зміст. Наприклад, борівська теорія молекулярного (сумісного) спектра передбачала доречність наступної формули для двоатомних молекул:

$$V = \frac{h}{8\pi^2 I} [(m+1)^2 - m^2].$$

Але ця формула була спростована. Прихильники теорії замінили  $m^2$  на  $m(m+1)$ , це допомогло пояснити факти, але було явним прийомом *ad hoc*. Потім прийшла черга проблеми нез’ясованих дублетів у спектрі лугу. Ланде пояснив їх у 1924 році, ввівши *ad hoc* “релятивістське правило розщеплення”, Гаудсміт та Уленбек – у 1925 за допомогою зупину електрона. Пояснення Ланде було *ad hoc*, а пояснення Гаудсміта та Уленбека, крім того, ще і несумісне із спеціальною теорією відносності: “периферійна швидкість” електрона у багато разів перевищувала швидкість світла, а сам електрон заповнював увесь об’єм атома<sup>72</sup>. Була потрібна божевільна сміливість для такого припущення (Кроніг дійшов до цієї ідеї раніше, але утримався від її публікації, вважаючи гіпотезу неймовірною і неприйнятною<sup>73</sup>).

Воднораз нерозсудлива сміливість, що виявлялася у висуненні диких і неприборканих фантазій як наукові гіпотези, не приносила відчутних плодів. Програма запізнювалася за відкриттями “фактів”. Неприборкани аномалії заповнили поле дослідження. Накопичуючи безплідні суперечності й примножуючи кількість гіпотез *ad hoc*, програма вступила у регресивну фазу: вона почала, за улюбленим висловом Поппера “втрачати свій емпіричний характер”<sup>74</sup>.

Крім того, багато проблем, подібних до тих, які виникали в теорії збурень, мабуть, навіть не могли чекати свого розв’язку в її рамках. Незабаром виникла суперницька дослідницька програма – хвильова механіка. Вона не тільки пояснила квантові умови Планка і Бора вже у своєму першому варіанті (де Бройль, 1924 рік), а й вела до хвилюючих думку відкриттів нових фактів (експерименти Девіссона і Джермера). У подальших витонченіших

варіантах нею запропонований розв’язок проблем, що були недосяжними для дослідників програми Бора, а також пояснила всі ті факти, заради яких у борівській програмі (у її пізніших варіантах) висувалися гіпотези *ad hoc*, і зробила це з допомогою теорій, що задовольняли найвищим методологічним критеріям. Хвильова механіка незабаром обігнала, підпорядкувала собі і потім витіснила програму Бора.

Стаття де Бройля вийшла у той час, коли програма Бора вже регресувала. Але це було простим збігом. Задумаємося: що відбулося б, якби де Бройль написав й опублікував свою статтю в 1914 році, а не в 1924?

### ВИМОГА БЕЗПЕРЕРВНОГО ЗРОСТАННЯ

*Немає нічого такого, що можна б було назвати вирішальними експериментами, принаймні, якщо розуміти під ними такі експерименти, які здатні негайно заперечувати дослідницьку програму. Насправді, коли одна дослідницька програма терпить поразку і її витісняє інша, можна – уважно вдивляючись у минуле – назвати експеримент вирішальним, якщо вдається побачити в ньому ефектний підтверджуючий приклад на користь програми, що перемогла, й очевидний доказ провалу тієї програми, яка вже переможена (додавши цьому те значення, що даний приклад ніколи не міг бути “прогресивно пояснений” або просто “пояснений” у рамках переможеної програми). Але самі науковці, звичайно, не завжди правильно оцінюють евристичні ситуації. Зопалу вчений може стверджувати, що його експеримент розгромив програму, а частина наукового співтовариства – теж зопалу – може погодитися з його твердженням. Однак якщо вчений з “переможеного” табору кілька років опісля пропонує наукове пояснення нібито “вирішального експерименту” в межах нібито розгромленої програми (або у відповідності з нею), почесний титул може бути знятий і тоді “вирішальний експеримент” перетвориться з поразки програми в її нову перемогу.*

Тут прикладів скільки завгодно. В XVII столітті проводилися безліч експериментів, які, як свідчать дані історико-соціологічного аналізу, сприймалися у багатьох випадках як “вирішальні” свідчення проти галілеєвського закону вільного падіння і ньютонівської теорії тяжіння. В XIX сторіччі було декілька

“вирішальних експериментів”, заснованих на вимірюваннях швидкості світла; які “спростували” корпускулярну теорію, але потім виявилися помилковими у контексті теорії відносності. Ці “вирішальні експерименти” були згодом викреслені з джастифікаціоністських підручників як приклади ганебної короткозорості або претензійної заздрості. (Недавно вони знову з’явилися в окремих нових підручниках, цього разу з тим, щоб ілюструвати неминучу ірраціональність наукових статей.) Проте у тих випадках, коли уявні “вирішальні експерименти” проводилися насправді набагато пізніше за те, як були розгромлені програми, історики звинувачували тих, хто чинив опір їм, в обмеженості, підозрілості або неприпустимому підлабузництві стосовно тих, кому ці програми були зобов’язані своїм народженням. Модні сьогодні “соціологи пізнання” – або “психологи пізнання” – хотіли б пояснити подібні положення винятково у соціальних чи психологічних термінах, тоді як вони здебільшого пояснюються принципами раціональності. Типовий приклад – пояснення опозиції Ейнштейна до принципу доповнювальності Бора тим, що “в 1926 році (?) Ейнштейну було сорок сім років. Цей вік може бути розквітом життя, але не визначальним для фізика”<sup>75</sup>.

Враховуючи сказане раніше, ідея скоростиглої раціональності видається утопічною. Вона, проте, є відмітною ознакою більшості напрямків в епістемології. Джастифікаціоністам хотілося б, щоб наукові теорії були доказово обґрунтовані ще перш, ніж вони публікуються; пробабілісти покладають надії на якийсь механізм, який міг би, ґрунтуючись на дослідних даних, негайно визначити цінність (ступінь підтвердження) теорії; наївні фальсифікаціоністи вірили, що принаймні елімінація теорії – це миттєвий результат ухваленого експериментом вироку<sup>76</sup>. Я, сподіваюся, показав, що *всі ці теорії скоростиглої раціональності – і миттєвого навчання – помилкові*. У цьому розділі на прикладах доказано, що раціональність працює набагато повільніше, ніж прийнято думати, і до того ж може помилятися. Сова Мінерви вилітає лише опівночі. Сподіваюся також, що мені вдалося довести наступне: *безперервність у науці, завзятість у боротьбі за виживання деяких теорій, виправданість догматизму – все це можна пояснити тільки в тому випадку, якщо наука розуміється як поле боротьби*

дослідницьких програм, а не окремих теорій. Небагато що можна зрозуміти у розвитку науки, якщо тримати за взірць наукового знання яку-небудь ізольовану теорію ніби “Всі лебеді білі”, що живе сама собою, не відносячись до певної великої дослідницької програми. *Мій підхід припускає новий критерій демаркації між “зрілою наукою”, що складається з дослідницьких програм, і “незрілою наукою”, що утворюється із затягнутого зразка спроб і помилок*. Наприклад, ми маємо гіпотезу, потім одержуємо її спростування і рятуємо її за допомогою допоміжної гіпотези, що не становить *ad hoc*, причому в тому сенсі, про який мовилося вище. Вона спроможна передбачати нові факти, частина яких може навіть одержати підтвердження<sup>77</sup>. Такий “прогрес” досягається і за допомогою сегментної, довільної серії розрізнених теорій. Для хорошого науковця такий сурогат прогресу не є задовільним; можливо, він навіть відкине його як не науковий у повному розумінні. Він назве такі допоміжні гіпотези просто “формальними”, “довільними”, “емпіричними”, “напівемпіричними” або “навіть *ad hoc*”<sup>78</sup>.

*Зріла наука складається з дослідницьких програм, якими передбачаються не тільки раніше невідомі факти, але, що надважливо, прогноуються також нові допоміжні теорії. Зріла наука, на відміну від скучної послідовності спроб і помилок, володіє “евристичною могутністю”*. Пригадаємо, що позитивна евристика потужної програми із самого початку задає загальну схему запобіжного пояса: *ця евристична сила породжує автономію теоретичної науки*.

У цій вимозі безперервного зростання закладена моя раціональна реконструкція широко поширеної вимоги “єдності” або “краси” науки. Вона дає змогу побачити слабкість двох – імовірно вельми різних – видів теоретичної роботи. По-перше, слабкість програм, які, подібно до марксизму чи фройдизму, звичайно є “єдиними”, пропонують грандіозний план, за яким певного типу допоміжні теорії створюються для того, щоб поглинати аномалії, але які насправді завжди винаходять свої допоміжні теорії услід одним фактам, не передбачаючи в той же час інших. (Які нові факти передбачив марксизм, скажімо, починаючи з 1917 року?) По-друге, вона б’є по пригладжених, не потребуючих уяви скучних серіях “емпіричних” підтасовок, які так часто зустрічаються, скажімо, в сучасній соціальній

психології. Такого роду підтасовки здатні за допомогою так званої “статистичної техніки” зробити можливими деякі “нові” прогнози і навіть наволхувати кілька неочікуваних груп істини. Але в такому теоретизуванні немає ніякої об’єднувальної ідеї, ніякої евристичної сили, ніякої безперервності. З них не можна створити дослідницьку програму, і в цілому вони даремні<sup>79</sup>.

Моє розуміння наукової раціональності, хоча і засноване на концепції Поппера, все ж відходить від деяких його загальних ідей. До певної міри я приєднуюся як до конвенціоналістської позиції Леруа стосовно теорій, так і до конвенціоналізму Поппера щодо базових пропозицій. З цього погляду (і, як я показав, математики<sup>80</sup>), поступають зовсім не ірраціонально, коли намагаються не помічати контр-прикладів, або, як вони переважно їх називають, “непокірні” чи “непояснені” приклади, і розглядають проблеми у тій послідовності, яку диктує позитивна евристика їх програми, розробляють і застосовують свої теорії, не зважаючи ні на що<sup>81</sup>. Всупереч фальсифікаціоністській моралі Поппера, науковці нерідко і цілком *раціонально* стверджують, що “експериментальні результати ненадійні або ж розбіжності, які, мовляв, існують між даною теорією та експериментальними результатами, знаходяться на поверхні явищ і зникнуть при подальшому розвитку нашого пізнання”<sup>82</sup>. І поступаючи так, вони можуть зовсім не йти “врозріз із тією критичною настановою, котра... повинна характеризувати вченого”<sup>83</sup>. Зрозуміло, що Поппер має рацію, підкреслюючи, що “догматична позиція вірності одного разу прийнятій теорії до останньої можливості має важливе значення. Без неї ми ніколи не змогли б розібратися у змісті теорії – ми відмовилися б від неї перш, ніж знайшли всю її силу, і, як наслідок, жодна теорія не могла б зіграти свою роль упорядкування світу, підготовки нас до майбутніх подій або залучення нашої уваги до речей, які ми інакше ніколи не мали б нагоди спостерігати”<sup>84</sup>. Таким чином, “догматизм” “нормальної науки” не заважає зростанню, якщо він поєднується із попперіанським за духом розрізненням хорошої, прогресивної нормальної науки, і поганої, регресивної нормальної науки; а також, якщо ми приймаємо *зобов’язання* елімінувати – за певних об’єктивних умов – деякі дослідницькі програми.

Догматична установка науки, якою пояснюються її стабільні періоди, взята Куном як

головна особливість “нормальної науки”<sup>85</sup>. Концептуальний каркас, у рамках якого Кун намагається пояснити безперервність наукового розвитку, запозичений із соціальної психології; я ж віддаю перевагу нормативному підходу в епістемології. Я дивлюся на безперервність науки крізь “попперівські окуляри”. Тому там, де Кун бачить “парадигми”, я бачу *ще* і раціональні “дослідницькі програми”.

## ПРИМІТКИ

<sup>1</sup> Можна б було сказати, що позитивна і негативна евристики дають разом зразкове (неявне) визначення “концептуального каркаса” (а відтак і мови). Тому, якщо історія науки розуміється як історія дослідницьких програм, а не теорій, то у цьому набуває певного смислу твердження про те, що історія науки – це історія концептуальних каркасів або мов науки.

<sup>2</sup> Див.: Popper K. *The Logic Scientific Discovery*. – L., 1959. sec. 11, 70. Тут слово “метафізичний” уживається як технічний термін наївного фальсифікаціонізму: вислів є “метафізичним”, якщо він не має “потенційних фальсифікаторів”.

<sup>3</sup> Див.: Watkins J. *Influential and Confirmable Metaphysics // Mind*, 1958. – V. 67. – P. 344–365. Воткінс попереджає, що “логічний розрив між пропозиціями і розпорядженнями в метафізико-методологічній сфері виявляє себе вже в тому, що той же самий учений, котрий відкидає метафізичне учення як таке, може слідувати йому ж, якщо воно виражено у формі приписних висловів” (р. 356–357).

<sup>4</sup> Про цю “картезіанську дослідницьку програму” див.: Popper K. *Philosophy and Physics // Ani del XII Congresso Internazionale di Filosofia*. – V. 2. – 1960. – P. 50.: Welkins i. *Op. cit.* – P. 350–351.

<sup>5</sup> Див.: Laplace P. *Exposition du Systeme du Monde*. – 1796. – livre 4, ch. ii.

<sup>6</sup> Насправді тверде ядро програми, зазвичай, не виникає у повному бойовому спорядженні, подібно до Афіни з голови Зевса. Воно виробляється поступово у довгому підготовчому процесі спроб і помилок. Але тут ми не обговорюватимемо цей процес.

<sup>7</sup> *Реальні* приклади наведені в: Lakatos I. *Changing Logic of Scientific Discovery*. – L., 1973.

<sup>8</sup> Таке “спростування” щоразу успішно відхилялося за допомогою “прихованих лем”; тобто таких лем, які виникають з обмеження *ceteris paribus* [за інших рівних умов. – Перекл.].

<sup>9</sup> Якщо вчений (або математик) володіє позитивною евристикою, то він відмовляється бути втягнутим у спостереження. Він “лежатиме на кушетці, закривши очі і забувши про дані”. Див.: Лакатос І. *Докази і спростування*. – М., 1967. – С. 98 і далі (рос. мовою). У цій роботі я здійснив докладний аналіз однієї з таких програм. Звичайно, цей учений між іншим ставить

Природі недурні питання: йому подобається, коли Природа відповідає “ТАК”, але нітрохи не засмучується, коли вона заперечує “НІ”.

<sup>10</sup> Р. Райхенбах, слідом за Кеджорі, дає інше пояснення затримки Ньютоном публікації його “Вступу”: “На своє розчарування, він знайшов, що спостереження не узгоджуються з його результатами обчислень. Замість того щоб запропонувати теорію, скільки б не була вона чудова, не зважаючи на факти, він вважав за краще покласти її у стіл, де його рукопис і пролежав так довго. Лише приблизно двадцять років опісля, після нових вимірювань кола землі, зроблених французькою експедицією, Ньютон зрозумів, що геометричні дані, які він використовував, перевіряючи свою теорію, були неправильними, і що нові дані узгоджуються з його теоретичними підрахунками. І лише після цього він опублікував свій закон... Ця історія з Ньютоном – одна з найяскравіших ілюстрацій методу сучасної науки” (Reichenbach H. *The Rise Scientific Philosophy*. – 1951. – Р. 101–102.). П. Фейєрабенд піддав критиці опис Райхенбаха, але не дав альтернативного пояснення (Fejerabend P. *Reply to Criticisrn* // *Boston Studies in Philosophy Science*. – V. 2. – 1965. – Р. 223–261).

<sup>11</sup> Більш докладно про дослідницьку програму Ньютона див.: Lakatos I. *The Changing Logic...* Op. cit.

<sup>12</sup> Див.: Truesdell. *The Program toward Rediscovering the Rational Mechanics in the Age of Reason* // *Archive of the History Exact Sciences*. – 1960. – V. 1. – Р. 3–36.

<sup>13</sup> Типовими прикладами таких творчих поштовхів є внесок Содді у програму Праута або Паулі у програму Бора (стару квантову теорію).

<sup>14</sup> “Верифікація” є підкріплення додаткового вмісту у програмі, що розвивається. Але, зрозуміло, “верифікація” не верифікує програму, вона тільки показує її евристичну силу.

<sup>15</sup> Див.: Лакатос І. Докази і спростування. – С. 131–137 (рос. мовою). На жаль, у цій роботі я не провів ясного методологічного розрізнення між теоріями і дослідницькими програмами, і це погіршило зображення дослідницької програми в неформальній, квазі-емпіричній математиці.

<sup>16</sup> На жаль, все це швидше раціональна реконструкція, ніж дійсна історія. Праут відкидав існування яких би то не було аномалій. Наприклад, він стверджує, що атомна вага хлору в точності рівна 36.

<sup>17</sup> Праут віддавав собі звіт у деяких основних методологічних особливостях його програми. Ось декілька перших рядків із його роботи 1815 року: “Автор адресує свою працю публіці з найбільшою боязкістю. Але він вірить, що значення цієї праці буде оцінено належним чином, а також, що знайдуться ті, хто спробує досліджувати підняту в ньому проблему, перш ніж відкинути висновки автора або згодитися з ними. Навіть якщо буде доведена їх помилковість, це дослідження могло б виявити ще невідомі факти або краще встановити вже знайомі; але якщо висновки автора знайдуть підтвердження, то нове і принадне

світло пролилося б на всю хімічну науку” (Prout W. *On the Relation between Specific Gravities Bodies In their Gaseous State and the Weights of heir Atoms* // *Annals Philosophy*. – 1815. – V. 6.).

<sup>18</sup> Дж. К. Максвел прийняв сторону Стаса, адже вважав неможливим допущення двох видів водню: “якби певні молекули були трохи масивніші, ніж інші, то ми мали б нагоду розділяти молекули з різними масами, бо тоді одні молекули були б дещо щільніші інших. А оскільки цього зробити не можна, тому треба визнати, що всі вони подібні одна на одну” (Maxwell I. *C. Theory of Heat*, 1871).

<sup>19</sup> Див.: Mafignac. *Commentary on Stas' Researches on the mutual Relations of Atomic Weights*. reor. in *Prout's Hypothesis / Alembic Club Reprints*. – 1860. – Р. 48–58.

<sup>20</sup> Див.: Crookes W. *Presidential Adress to the Chemistry Section of the British Association* // *Report of British Assoc*. – 1886. – Р. 558–576.

<sup>21</sup> Там само.

<sup>22</sup> Там само. – Р. 491.

<sup>23</sup> Див.: Лакатос І. Докази і спростування. – С. 22–60 (рос. мовою).

<sup>24</sup> Цей зсув був передбачений у чудовій роботі Крукса (Crookes W. *Report at the Annual General Meetsng* // *J. Of the Chem. Society*. – 1888. – V. 53. – Р. 487–504), де він зауважив, що розв’язок слід шукати в новому розрізненні “фізичного” і “хімічного”. Але це передбачення залишилося умоглядним; тільки Резерфорду і Содді вдалося перетворити його на огрядну наукову теорію.

<sup>25</sup> Див.: Soddy F. *Interprelation Atom*, 1932. – Р. 50.

<sup>26</sup> Там само.

<sup>27</sup> Ці перешкоди спонукали багато кого з учених відкласти на невизначений термін або навіть відмовитися від досліджень у рамках програми і приєднатися до інших програм, позитивна евристика яких водночас давала змогу досягати явно легших успіхів: не можна зрозуміти *цілком* історію науки, не звертаючись до “психології натовпу”.

<sup>28</sup> Історик науки скаже, що це швидше карикатура, ніж дійсний нарис історії; але я все ж таки сподіваюся, що він послужить своїй меті. Дещо в ньому треба розуміти не з щіпкою, а з цілою жменею солі.

<sup>29</sup> У цьому, звичайно, ще один аргумент проти тези Уїздома про те, що метафізичні теорії можуть бути спростовані, якщо вони суперечать добре підкріпленним науковим теоріям (Див.: Wisdom I. *The Refutability of “Irrefutable” Laws* // *The British Journal for the Philosophy Science*. – 1963. – V. 13. – Р. 303–306).

<sup>30</sup> Бор Н. Про будову атомів і молекул // Бор Н. *Вибрані наукові праці*. – М., 1970. – С. 147–148 (рос. мовою).

<sup>31</sup> Н. Бор у цей час вважав, що теорія Максвелла-Лоренца повинна в майбутньому бути замінена (теорія протона, запропонована Ейнштейном, вже показала, що це потрібно).

<sup>32</sup> Див.: Hevesy. *Letter to Rutherford*, 14.10.1913. Цит. за: Bohr N. *On the Constitution of Atoms and Molecules*.

– 1963. – Р. XLII.

<sup>33</sup> У нашій методології такі захисні загати *ad hoc* не обов'язкові; але, з іншого боку, від них немає шкоди доти, поки зберігається ясне розуміння того, що вони знаменують собою проблеми, а не їх розв'язки.

<sup>34</sup> Bohr N. The Structure of the Atom. Mabel Lecture, 1922.

<sup>35</sup> Margenau H. The Nature of Physical Reality. – 1950. – Р. 311.

<sup>36</sup> Зоммерфельд, наприклад, ігнорував більшою мірою, ніж Бор.

<sup>37</sup> Bohr N. Discussion with Eirstein on Epistemological Problems in Atomic Physics / Albert Einslein. Philosopher-Scientist. – 1949. – V. I. – Р. 206.

<sup>38</sup> Цит., за: Schrodinger E. Might perhaps Energy be merely a Statistical Concept? // II Nuovo Cimento. – 1958. – V. 9. – Р. 170.

<sup>39</sup> Два вислови утворюють суперечність, якщо їх кон'юнкція не має моделі, тобто не існує інтерпретації їх дескриптивних термінів, за якої ця кон'юнкція істинна. У звичних міркуваннях терміни використовуються значно ширше, ніж у формальному дискурсі; окремі дескриптивні терміни одержують фіксовану інтерпретацію. У цьому неформальному значенні два вислови можуть бути (слабо) суперечливими при стандартній інтерпретації деяких смислоутворювальних термінів, хоча формально, при нефіксованій інтерпретації, вони можуть бути сумісними. Наприклад, перші теорії спину електрона були несумісні із спеціальною теорією відносності, якщо поняття “спин” одержувало стандартну (“сильну”) інтерпретацію і тому розглядалося як нерозширений термін; але суперечність зникла, якщо “спин” трактувався як неінтерпретований дескриптивний термін. Не варто поспішати із стандартними інтерпретаціями термінів, тому що вихолощення значень може привести до безплідності позитивної евристики програми (проте іноді саме стандартизація значень може виявитися прогресивною). Про демаркацію між розширюваними і нерозширюваними (дескриптивними і логічними) термінами в неформальному міркуванні див.: Лакатос І. Докази і спростування. – С. 144 (рос. мовою).

<sup>40</sup> Bohr N. The Structure Atom, останній параграф.

<sup>41</sup> Наївні фальсифікаціоністи готові побачити у подібному лібералізмі мало не *злочин проти розуму*. Їхній головний аргумент звучить приблизно так: “Якщо ми станемо допускати суперечності, то повинні будемо порвати зі всяким видом наукової діяльності; це буде рівносильно повному розпаду науки. Сказане легко підкріпити, довівши, що *якщо допущено два суперечливі вислови*, то з потреби *допустимі які завгодно вислови*. Насправді, логічно ми маємо право виводити з пари суперечливих висловів узагалі будь-який вислів... Теорія, яка охоплює суперечність, тому й абсолютно даремна саме як теорії (Поппер К. Що таке діалектика? Діалектика та її критики. – М., 1986. – С. 35, 38, рос. мовою). Справедливості ради треба зауважити, що тут Поппер виступає проти гегелівської

діалектики, в якій суперечність оголошується *гідністю*, і він винятково правий, указуючи на небезпеку цього. Але Поппер ніколи не аналізував приклади емпірично (чи не-емпірично) прогресивного знання, що впокоюється на суперечливих засновках; у 24-ому розділі його “Логіки” прямо мовиться про несуперечливість як про вимогу до наукової теорії, що недопускає ніяких винятків.

<sup>42</sup> Див.: Kramers. Das Korrespondenzprinzip und der Schalenbau des Atoms // Die Naturwissenschaften. – 1923. – V. 2. – S. 550–559.

<sup>43</sup> Бор Н. Атомна фізика і людське пізнання. – М., 1959. – С. 18 (рос. мовою).

<sup>44</sup> М. Борн у своєму живому описі принципу відповідності також указує на подвійність його оцінок: “Мистецтво вгадування правильних формул, що відхиляються від класичних, але переходять у них у смислового полі принципу відповідності, було значно вдосконалено” (Борн М. Статистична інтерпретація квантової механіки // Борн М. Фізика у житті мого покоління. – М., 1963. – С. 304, рос. мовою).

<sup>45</sup> Захоплюючи історію цього довгого ланцюга бентежувальних помилок див.: Whittaker E. History of Theories of Aether and Electricity. – V. 2. – 1953. – Р. 103–104. Сам Планк дає драматичний опис цих років: “Мої марні спроби якось увести квант дії в класичну теорію продовжувалися протягом низки років і коштували мені немалої праці. Дехто з моїх колег убачали в цьому своєрідну трагедію” (Планк М. Наукова автобіографія // Планк М. Вибрані наукові твори. – М., 1975. – С. 661, рос. мовою).

<sup>46</sup> Див.: Lakatos I. The Changing Logic of Scientific Discovery. Звичайно, редукціоністська програма може вважатися науковою, якщо тільки вона пояснює більше того, що залишається за рамками пояснення: інакше, редукція науковою не є (пор. Pepper K. A realist View Logic, Physics and History // Physics, Logic and History, 1969). Якщо редукція не забезпечує приросту нового емпіричного змісту (тобто нових фактів), то вона постає як регресивний зсув проблем, як суто лінгвістична вправа. Яскравим прикладом такої власне лінгвістичної редукції є зусилля картезіанців укріпити свою метафізику так, щоб ньютонівська гравітація могла тлумачитися на її підставі.

<sup>47</sup> Ейнштейн А. Лист до Шредінгера від 31.5.1928. / Шредінгер Е. Нові ідеї у фізиці. – М., 1978. – С. 238 (рос. мовою). У гурті критиків копенгагенського “анархізму” треба назвати, окрім Ейнштейна, Поппера, Ландо, Шредінгера, Маргенау, Блохинцева, Бома, Фенне і Яноші. Аргументи на захист копенгагенівської інтерпретації див.: Гейзенберг. В. Развитие интерпретации квантовой теории // Н. Бор і розвиток фізики. – М., 1958. – С. 91–106 (рос. мовою); влучна критика недавно здійснена Поппером (Pepper K. Quantum Mechanics Without (The Observer // Quantum Theory and Reality. – Berlin, 1967). Пол Фейєрабенд використовував деякі суперечності і коливання Бора, щоб апологетично фальсифікувати борівську філософію ( В Feyerabend P. On a Recent Critique of Complementarity // Phil. of



Science. – 1968-9. – V. 35. – P. 309–331; V. 36. – P. 82–105). Він подав у кривому дзеркалі критику Бора з боку Поппера, Панді, Маргенау, затушував опозицію Ейнштейна, а головне, здається, зовсім забув, що в окремих своїх ранніх статтях він з цього питання займав навіть більш попперіанську позицію, ніж сам Поппер.

<sup>48</sup> Power. Introductory Quantum Electrodynamics. – 1964. – P. 31. Вираз “повністю” тут треба розуміти буквально. Ось ще приклад: “Припущення, що який-небудь елемент основ квантової теорії може бути помилковим – абсурдне... Неприйнятне також аргументування, згідно з яким наукові результати завжди скороминущі. Це швидше відноситься до філософських концепцій сучасної фізики, оскільки ще багато чим незрозуміло, як глибоко відкриття квантової фізики впливають на всю епістемологію... Умови спостереження у квантовій фізиці переконують у тому, що звична мова є важливим джерелом визначеності фізичного опису” (Nature. –1969. – V. 222. – P.1034–1035).

<sup>49</sup> Це раціональна реконструкція. Насправді Бор визнав що можливість тільки в 1926 році (Bohr N. Letter to “Nature”. – 1926. – V. 117. – P. 264).

<sup>50</sup> Крім цієї аналогії, у позитивній евристиці Бора була й інша фундаментальна ідея – “принцип відповідності”. Це було намічено ним ще у 1913 році: див. другу частину 5-го постулату; але розвинена вона була пізніше, коли стала використовуватися як провідний принцип при розв’язуванні деяких проблем, що виникли у подальших, більш тонких моделях (таких, як інтенсивність і стан поляризації). Характерною особливістю цієї другої частини позитивної евристики було те, що Бор не надавав їй метафізичного значення: на його думку, це було тимчасове правило, яким треба було користуватися доти, поки класична теорія електромагнетизму (і, можливо, механіка) не будуть замінені.

<sup>51</sup> Див.: Davison C. J. The Discovery of Electron Waves. Nobel Lecture. –1937. Подібну ейфорію випробовував Маклорен у 1748 році щодо програми Ньютона: ньютонівська філософія, – писав він, – “заснована на експерименті і доказі, не може упасти, допоки розум або природа речей залишаться незмінними... [Ньютон] залишив потомкам зробити не так вже багато: спостерігати небесні тіла та обчислювати їх шлях за його формулами” (MacLaurin. Account of Sir Isaac Newton’s Philosophical Discoveries. – 1748. – P. 81).

<sup>52</sup> “Наївна здогадка” тут - це спеціальний термін, значення якого пояснюється в моїй роботі “Докази і спростування”. Ситуативне дослідження і докладну критику міфу про “індуктивний базис” науки (природознавства чи математики) див. розділ 7, й особливо с. 97–106. Там я показав, що “наївна здогадка” Декарта та Ейлера про те, що для всіх багатогранників справедлива формула  $V - E + F = 2$ , була невірною і надлишкова у контексті подальшого розвитку математики; як інші приклади можна пригадати, що спроби Бойля і його послідовників установити співвідношення  $PV = RT$  виявилися іррелевантними для подальших теоретичних розробок (за винятком деяких експеримен-

тальних настановлень), так само як три закони Кеплера могли бути зайвими для ньютонівської теорії тяжіння.

<sup>53</sup> Див.: Джеммер М. Еволюція понять квантової механіки. – М., 1985. – С. 86 (рос. мовою).

<sup>54</sup> Див.: Fowler W. A. Observations of the Principal and Other Series of lines in the Spectrum Hydrogen // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1913. – V. 73. – P. 62–71. Між іншим “спостережувальна” теорія Фаулера була заснована на теоретичних дослідженнях Рідберга, які, “за відсутності строгого експериментального доказу, він розглядає як виправдання його експериментальних результатів”. Нікольсон усього через три місяці посилається на результати Фаулера як на “лабораторне підтвердження теоретичних висновків Рідберга” (Nickolson. A Possible Extension of the Spectrum of Hydrogen // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. –1913. – V. 73. – P. 382–385). Мені здається, що цей невеликий епізод добре ілюструє мою приказку: більшість науковців має таке ж уявлення про те, що таке наука, як риби – про гідродинаміку.

У доповіді на 93-х щорічних загальних зборах Королівського Астрономічного Товариства “експериментально-лабораторні спостереження” нових “водневих ліній, яким віддано так багато зусиль фізиків” характеризувалося як “досягнення величезної значущості” і “тріумф добре організованої експериментальної роботи”.

<sup>55</sup> Див.: Bohr N. Letter to Rutherford, 6.3.1913 // Bohr N. On the Constitution of Atoms and Molecules. – 1963.

<sup>56</sup> Див.: Evans M. The Spectra of Helium and Hydrogen // Nature. – 1913. – V. 92. – P. 5.

<sup>57</sup> “Приборкання монстра” – перетворення контр-прикладу в приклад на підставі деякої нової теорії. Див.: Лакатос І. Докази і спростування. – С. 33 (рос. мовою). Але “монстр” Бора був емпірично прогресивним: він передбачав новий факт – появу лінії 4686 у трубці без водню.

<sup>58</sup> Див.: Fowler W.A. The Spectra of Helium and Hydrogen // Nature. – 1913. – V. 92. – P. 232.

<sup>59</sup> Див.: Бор Н. Вибрані наукові праці. – М., 1970. – С. 149–151 (рос. мовою). І цей “монстр” був також “прогресивним”. Бор передбачив, що спостереження Фаулера мають бути злегка неточні, а “постійна” Рідберга повинна мати більш тонку структуру.

<sup>60</sup> Див.: Fowler W. A. Op. cit. Але Фаулер особливо підкреслював, що програма Бора ще не пояснила спектр ліній не-іонізованого, звичного гелію. Незабаром він усе ж таки відкинув свій скепсис і приєднався до дослідницької програми Бора (Fowler W. A. Series Lines in Spark Spectra // Proc. of the Royal Soc. of London (A). – 1914. – V. 90. – P. 426–430).

<sup>61</sup> Див.: Nevesy. Op. cit. “Коли я розповів йому про спектр Фаулера, величезні очі Ейнштейна стали ще більші, і він сказав мені: “Тоді це одне з найбільших відкриттів”.

<sup>62</sup> Див.: Michelson M. On the Application Interference Methods to Spectroscopic Measurements, I-II // Philosophical Magazine. Ser. 3. – 1891-2. – V. 31. – P. 338–346; V.

34. – Р. 280–299, особливо с. 287–289. Майкельсон навіть не згадує про результати Бальмера.

<sup>63</sup> Див.: Mosely G. Letter to Nature // Nature. – 1914. – V. 92. – Р. 554.

<sup>64</sup> Див.: Sommerfeld A. Zur Quantentheorie der Spectralinien // Annalen der Physik. – 1916. – V. 51. – Р. 68.

<sup>65</sup> Див.: Hund. Göttingen, Copenhagen, Leipzig im Rückblick // Werner Heisenberg und die Physik unserer Zeit. – 1961. Це детально обговорювалося Фейєрабендом (Fejerabend P. On a Recent Critique... op. cit. – Р. 83–871). Але критика Фейєрабенда дуже тенденційна. Його головна мета – обіграти методологічний анархізм Бора і довести, що Бор виступав проти копенгагенської інтерпретації нової (після 1925 року) квантової програми. Тому, з одного боку, Фейєрабенд перебільшує розчарування Бора суперечністю із старою (до 1925 р.) квантовою програмою, а з другого – надає занадто великого значення тому, що Зоммерфельд був менш стурбований проблемою суперечності у засновках старої програми, ніж сам Бор.

<sup>66</sup> Див.: Born M. Max Karl Ernst Ludwig Plank // Obituary Notices Fellows of the Royal Society. – 1948. – V. 6. – Р. 180.

<sup>67</sup> У цих трьох прикладах ми залишаємо осторонь складнощі, пов'язані, наприклад, з успішною апеляцією проти вироку експериментаторів.

<sup>68</sup> Це підтверджує те, що однакові теорії і в точності ті ж дані, якщо їх піддати раціональній реконструкції у різних тимчасових вимірах, можуть утворювати або прогресивний, або регресивний зсуви проблем. Див.: Lakatos I. Changes in the Problem Inductive Logic // The Problem of Inductive Logic. – 1968. – Р. 387.

<sup>69</sup> Див.: McCulloch. The Principles of Political Economy: With a Sketch of the Rise and Progress of the Science. – 1825. – Р. 21.

<sup>70</sup> До речі, маніакальне захоплення збором даних – і дуже великою точністю – не дозволяє сформулювати навіть наївні “емпіричні” гіпотези, на зразок гіпотези Бальмера. Знай Бальмер про тонку структуру спектру за Майкельсоном, чи прийшов би він до своєї формули? Знай Тіхо Браге більш точні дані астрономічних спостережень, чи був би сформульований еліптичний закон Кеплера? Те ж саме стосується і першої наївної версії універсального закону газів і т.д. Згодка Декарта-Ейлера про багатогранники, швидше за все, ніколи не могла б виникнути, якби не брак даних; див.: Лакатос І. Докази і спростування. – С. 117–118 (рос. мовою).

<sup>71</sup> “У період між публікацією великої трилогії Бора 1913 року і виходом на сцену хвильової механіки з'явилося безліч робіт, що розвивали ідеї Бора до рівня грандіозної теорії атомних явищ. Це були колективні зусилля, а імена фізиків, котрі здійснили свій внесок у цю роботу, утворюють блискучу плеяду: Бор, Борн, Кляйн, Росселенд, Крамерс, Паулі, Зоммерфельд, Планк, Ейнштейн, Епштейн, Дебай, Шварцшильд, Уілсон...” (Ter Haar. The Old Quantum Theory. – 1967. – Р. 43.

<sup>72</sup> Див.: Unlenbeck G., Goadswit, Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezüglich des inneren Verhaltens jedes einzelnen Electrons // Die Naturwissenschaften. – 1925. – V. 13. – Р. 953–954.

<sup>73</sup> Див.: Джеммер М. Цит. За твором. – С. 154–155.

<sup>74</sup> Живий опис цієї регресивної фази програми Бора див.: Margenau H. Op. cit. – Р. 311–313. Коли програма знаходиться у регресивній фазі, то її головні стимули надходять від позитивної евристики; аномалії здебільшого ігноруються. У регресивній фазі евристична могутність програми вичерпується. За відсутності опозиційної програми ця ситуація заломлюється у психології вчених надзвичайною надчуттєвістю до аномалій і відчуттям “кризи” в осмисленні Куна.

<sup>75</sup> Bernstein. A Comprehensible World: On Modern Science and its Origins. – 1961. – Р. 129. Щоб оцінити, які елементи опозиційних проблемних зсувів прогресивні і які регресивні, потрібно розуміти ті ідеї, котрі в них фігурують. Але соціологія пізнання часто є зручною ширмою, за якою ховається неучтво: більшість соціологів пізнання не розуміють, і навіть не хочуть розуміти ці ідеї; вони спостерігають соціально-психологічні зразки поведінки. Поппер часто розповідав про одного “соціального психолога”, д-ра Х, який вивчав поведінку групи науковців. Він прийшов на семінар фізиків, щоб займатися дослідженнями із психології науки. Тому він спостерігав “виникнення лідера”, “створення кругового ефекту” в одних випадках і “захисну реакцію” в інших, виводив кореляції між віком, статтю та агресивністю поведінки й т.п. (Д-р Х заявляв, що володіє витонченою технікою сучасної статистики, вживаної при вивченні невеликих груп). Насамкінець його зосередженого оповідання Поппер запитав: “А яка проблема обговорювалася в досліджуваній Вами групі?” Д-р Х був здивований таким запитанням: “Про що Ви запитуєте? Я не прислухався до того, про що вони говорили! І яке це має значення для психології пізнання?”

<sup>76</sup> Зрозуміло, що наївні фальсифікаціоністи все ж відводять певний час на “вирок експерименту”, адже останній повинен повторюватися і критично аналізуватися. Але як тільки дискусія приходить до завершення, й експерти знаходять спільну мову, і “базисні пропозиції” вважаються прийнятими, і вирішено, яка спеціальна теорія потрапляє під їх удар – наївний фальсифікаціоніст більше не переживає співчуття до тих, хто продовжує “ухилитися”.

<sup>77</sup> Раніше (Lakatos I. Changes in the Problem of Inductive Logic. Op. cit) я розрізняв, наслідуючи Поппера, два критерії “підгонки”. Я називав *ad hoc1* теорії, що не мають надмірного змісту порівняно зі своїми попередницями (або суперницями), тобто не передбачали ніяких нових фактів; я називав *ad hoc2* теорії, що передбачали нові факти, але при цьому повністю помилялися: жоден з таких прогнозів не одержував підкріплення.

<sup>78</sup> Формула випромінювання Планка (як вона наведена в: Plank M. Liber eine Verbesserung der Wienschen

Spektraigleichung // Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. – 1900. – V. 2. – P. 237–245) є хорошим прикладом. Такі гіпотези, які не є ні *ad hoc1*, ані *ad hoc2*, але все ж незадовільні у значенні, позначеному тут, можна назвати гіпотезами *ad hoc3*. Ці три (всі з принизливим відтінком) значення *ad hoc* можуть бути з успіхом поміщені в “Оксфордський словник англійської мови”. Цікаво відзначити, що терміни “емпірична” і “формальна” однаково синонімічні *ad hoc3*. Міль у своїй блискучій роботі (Meehl. Theory Testing in Psychology and Physics: a Methodological Paradox // Phil. of Science. – 1967. – V. 34. – P. 103–115) зауважує, що в сучасній психології – особливо у соціальній – нібито багато “дослідницьких програм” утворюються із низки таких прийомів *ad hoc3*.

<sup>79</sup> Прочитавши згадану роботу Міля, а також: Lykken. Statistical Significance in Psychological Research // Psychological Bulletin. – 1968. – V. 70. – P. 151–159, можна б було здивуватися тому, що роль статистичної техніки у соціальних науках головним чином визначається тим, що вона дає апарат для фальшивих підкріплень і тим самим видимість “наукового прогресу”, тоді як насправді за цим не стоїть нічого, окрім псевдоінтелектуального сміття. Міль пише, що “у фізичних науках звичним результатом поліпшення експериментальних умов, приладів або зростання кількості даних є підвищення труднощів “спостережувального бар’єра”, який окрема фізична теорія повинна здолати, водночас у психології і в деяких так званих поведінкових науках звичний результат подібного поліпшення експериментальної точності полягає в тому, що знижується бар’єр, через який теорія повинна перескочити”. Або, як пише Ліккен, “статистична значущість (у психології) є, між іншим, якнайменше важливим атрибутом хорошого експерименту, адже не посідає місця достатньої умови для того, щоб стверджувати, що теорія задовільно підкріплена, що сенсододільні емпіричні факти точно встановлені, і що експериментальний звіт має бути опублікований”. Я думаю, що велика частина теоретизування, про яке пишуть Міль і Ліккен, є *ad hoc3*. Отже, методологія дослідницьких програм могла б допомогти нам сформулювати закони, які стали б на шляху річищ інтелектуальної муті, котра загрожує затопити наше культурне довкілля ще раніше, ніж індустріальні

відходи й автомобільні гази зіпсують фізичне середовище нашого існування.

<sup>80</sup> Див.: Лактос І. Докази і спростування (рос. мовою).

<sup>81</sup> Таким чином, зникає методологічна асиметрія між універсальними й одиничними пропозиціями. Можна було б прийняти конвенцію: у рамках “твердого ядра” ми вирішуємо “приймати” універсальні, а в рамках “емпіричного базису” – одиничні пропозиції. Логічна асиметрія між універсальними та одиничними пропозиціями відіграє фатальну роль тільки для індуктивіста-догматика, котрий бажає брати уроки тільки біля міцно встановленого досвіду і логіки. Конвенціоналіст, звичайно ж, може “допустити” таку логічну асиметрію, при цьому він не зобов’язаний (хоча може) бути індуктивістом. Він “допускає” окремі універсальні пропозиції, але не тому, що вони дедукуються (або виводяться індуктивно) з одиничних.

<sup>82</sup> Поппер К. Логіка і зростання наукового знання. – М., 1983. – С. 74.

<sup>83</sup> Там само.

<sup>84</sup> Поппер К. Що таке діалектика? (рос. мовою).

Цит. за твором, с. 28. Схоже зауваження див. у: Поппер К. Логіка і зростання... с. 264. Але ці зауваження, мабуть, суперечать іншим його ж зауваженням у “Логіці наукового відкриття”, які ми приводили вище, і тому їх можна зрозуміти як ознаки того, що Поппер поступово усвідомлював незліквудовну аномалію у своїй же дослідницькій програмі.

<sup>85</sup> Насправді мій критерій демаркації між зрілою і незрілою наукою можна тлумачити як переробку у стилі Поппера ідеї Куна про “нормальність” як примітну характеристику (зрілої) науки; він також посилює моє колишне аргументування, спрямоване проти розгляду фальсифікаційних пропозицій як найбільш наукових. Ця демаркація між зрілою і незрілою наукою вже міститься в “Доказах і спростуваннях”, де я назвав першу “дедуктивною здогадкою”, а другу “наївністю спроб і помилок”.

Надійшла до редакції 2.01.2007.

Переклад з англійської  
та російської Анатолія Фурмана