

- *История и философия на химията* •
- *History and Philosophy of Chemistry* •

## ЗА НАУЧНОТО ТВОРЧЕСТВО И ЗА ОСОБЕНОСТИТЕ НА НАНОНАУКАТА

**Б. В. ТОШЕВ**

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

---

**Резюме.** Научните списания маркират развитието на световния научен процес. Затова в тази статия най-напред подробно е разгледано как се документира научната дейност. Философията на науката е разгледана в два варианта: 1) нормалната наука и нейните парадигми по Кун и 2) изследователските програми и тяхната структура по Лакатош. Тези общи представи са приложени към съвременното развитие на нанонауката. Нанонауката, разгледана като изследователска програма, показва поне две особености: 1) възможност за прехвърляне на мост между природните и обществените науки, което досега не е ставало в достатъчна степен и 2) възможност за съществуване на светове с размерност различна от 3, с което може би се открива възможност за намиране на връзка между наука и религия. Накрая се поставя въпрос дали житейските изпитания намаляват креативните възможности на изследователя. Историята на науката дава достатъчно аргументи, че отговорът на този въпрос трябва да бъде отрицателен.

---

### **Документиране на научната дейност**

Научните списания маркират развитието на световния научен процес. Системата на научните списания е изградена в две нива. Първото ниво

включва първичните литературни източници (primary research journals), които имат по-ограничен кръг тясно специализирана аудитория, и научни списания (scholarly journals) с по-общ профил, ангажиращи по-широк научен и дори обществен интерес. Това първо ниво с двете си групи е включено в едно второ ниво на вторичните литературни източници (secondary journals), което формира световната система за реферирание, индексирание и оценяване. Тази система включва около 70 000 научни списания, от които около 7000 са обект на оценка по определени наукометрични показатели в Института за научна информация (ISI), създаден от Garfield [1]. Списания, които не са включени в световната система за реферирание, индексирание и оценяване, се преценяват като маргинални [2] и публикуването в тях не е препоръчително.

Всеки, който се занимава с научна дейност, трябва да публикува своите оригинални научни резултати [3]. Несъмнено личността на един творец се проявява най-добре в неговите публикации. Затова всеки изследовател трябва да разполага с внимателно съставен списък на публикациите си с техните пълни библиографски данни. Необходима добавка към този списък е пълен комплект от отпечатащи/копия на въпросните публикации. В тези материали публикациите се подреждат хронологично в реда на тяхното появяване в литературата. Не е необходимо групирането на тези съчинения в някакви тематични групи, освен ако условията на някакъв конкурс не изискват това, когато освен хронологичният списък се правят и тематични списъци. В такива списъци не трябва да проличава моментна самооценка на качеството на публикациите с обособяване на групи от публикации с пониско качество и дори изпускане на някои публикации, които с времето изглеждат на автора вече неуместни или злепоставящи. Истинско достойнство имат само пълните хронологични списъци, защото чрез тях се проследява творческата кариера на твореца, еволюцията на неговите идеи, изчерпването или обогатяването на творческия му потенциал. Въпросните списъци трябва да съдържат следните данни: имената на авторите, пълните заглавия, общоприетите съкращения на научните списания (за препоръчване в курсив), номер на тома (с получерни цифри), начална страница (все по-често началната и крайната страница, разделени с тире), годината на издаване в малки скоби. Заглавията на книгите се дават курсивно, след което се отбелязва издателството, градът, където то се намира, и годината на издаване на книгата. Добре е също да се отбележи броят страници на книгата и нейният ISBN (International Standard Book Number) шифър, който узаконява това печатно издание. Същото се прави и при участие в сборници, където преди заглавието на сборника (в курсив) трябва да се посочат имената на неговите редактори. При първото появяване на дадено списание добре е да се посочи и неговият ISSN (International Standard Serial

Number) шифър, който също е важна библиографска податка. В тези списъци всички публикации се появяват на езика, на който са публикувани. Ако заглавието е на един език, а авторът иска да включи и неговия превод на друг език, това става, като преведеното заглавие в средни скоби се постави веднага след оригиналното заглавие. Добро правило е авторът още в началото на научната си кариера да избере името и неговата транскрипция на латиница, под което оттук нататък той ще се появява в литературата. Промяната на това име с времето създава големи неудобства, защото във вторичните литературни указатели такъв автор ще се появява на различни места.

Всеки автор публикува с надеждата, че неговото съчинение ще намери своите читатели. След публикуването на един научен труд най-напред той трябва да се появи във вторичните литературни източници, с което се маркира включването му в световния научен процес. После трябва да дойде оценката и признаването на докладваните резултати чрез цитирането им в първичните литературни източници от други изследователи. С появяването на първия цитат една публикация променя статута си — от *незабелязана и неизползвана* тя става *използвана и оценена*. Има ли гаранции за висока цитируемост? Несъмнено добре е, ако поне един авторите е утвърдено име в науката. Научният интерес към отделните проблематики често е с пулсиращ характер — понякога заглъхва, понякога избухва с нова сила. Изкуството е в това да се публикува тогава, когато интересът към дадена проблематика неудържимо расте с включване в нейното разработване на много изследователи навсякъде по света. Такава преценка обаче предполага особена интуиция, която не е достъпна всекиму. Вместо това често рутината взема връх и работата в изчерпани области продължава, което, разбира се, няма да носи особени плодове.

Ясно е, че всеки изследовател във всеки момент трябва да знае броя и характера на цитатите/отзивите, които неговите трудове са получили. Това несъмнено е важно за неговото самочувствие, но по-важно е, че анализът на тези цитати показва кои са перспективните тенденции в научните изследвания, кои са нерешените въпроси, какво е състоянието на проблема в неговата цялост, от което ще последва решение за продължаване или спиране на работата по него. Изявяването на авторите, работещи по даден проблем, създава едно миниобщество на конкуренция, но и приятелство и взаимопомощ, което е важна предпоставка за успех в работата и добро професионално развитие на всеки негов член. Списъкът на цитатите, който всеки изследовател трябва постоянно да допълва, също е хронологичен в реда на появяване на съответните публикации (журнални статии, статии в сборници, дисертации, книги). Вече е порочно да се говори за цитати на чуждестранни автори и цитати на автори от България (последните често

се преценяват като второ качество), защото изолационизмът на българската наука поне по презумпция приключи, а научните изследвания често са с интернационален характер с участие на колеги от различни страни. Този списък трябва да съдържа следните данни: пълно библиографско описание на цитирания труд (всички автори, заглавие, списание, том, страница, година (за журналните статии); автори, заглавие, издателство, град, година, страници — за книги и сборници; и номера на цитираните трудове по хронологичния списък на публикациите на въпросния учен. В никакъв случай не трябва да се изпуска заглавието на цитиращите публикации, защото те дават ясна представа за тематиката, която има добро развитие. Особено удобно е, ако двата хронологични списъка — на публикациите и на цитатите/отзивите съществуват в електронен вид, което позволява търсене по автори, списания и ключови думи, с което много се улеснява подготовката на следващи научни публикации.

Събирането на непубликувани бележки и писма, изграждането на лични научни архиви с публикации и интервюта (oral history), събирането на снимков материал от общуване с колеги в семейна среда и научни форуми е с неограничена стойност за запазване и документирание на научното наследство. От друга страна, такива архиви дават ясна представа за времето на творческата дейност на техните притежатели и мотивират силно начинаещите изследователи към дела, които ще позволят включването им в световната научна общност.

### **Нормална наука и нейните парадигми**

Несъмнено изследователите са хора на науката. Но що е наука? науката е специфична човешка дейност на събиране и систематизиране на факти, създаване на методи за тяхното получаване и изграждане на теории за тяхното обяснение. Към това трябва да се добави методологията на преподаването — търсене на оптималните пътища за усвояване на научните резултати в процеса на обучението. Тук се включва и изучаването на законите на научното дирене — област, възникнала отдавна, а днес често означавана като история и философия на науката, чийто нови забележителни резултати трябва да бъдат свързани с имената на Popper [4], Kuhn [5] и Lacatos [6].

По Kuhn [5] *нормална наука* означава изследване, което се опира на едно или няколко по-стари научни постижения, които в течение на дълъг период от време се приемат от научната колегия за основа на бъдеща научна дейност. Тези основополагащи научни резултати, които са по-скоро метатеоретично единство, основано на онтологични и гносеологични идеализации и твърдения, разпространени в дадено научно общество, Kuhn определя като *парадигми*. Такива парадигми имат две важни особености

— дълговечност в условията на остра конкуренция на научните идеи и *отвореност*, което ще рече възможност за намиране чрез тях и в тях на нови научни резултати. Огромна е армията на изследователите, които разработват и обогатяват световната *нормална наука*. Малко са хората, които имат съществен принос в създаването и усъвършенстването на нейните парадигми. Това обаче не е основание за подценяване на първите и надценяване на вторите, защото и едните и другите имат равен принос в човешкия прогрес.

### **Изследователските програми и тяхната структура**

Според Lacatos [6] научни резултати се получават при реализацията на определена *изследователска програма*. Всяка изследователска програма се изгражда върху едно *твърдо ядро*, което е съвкупност от взаимосвързани предпоставки и допускания. Това ядро носи някои от белезите на парадигмите на Kuhn. Около твърдото ядро задължително се изгражда *предпазен пояс*, който има за цел да осигури защита на твърдото ядро от възможни съмнения или противоречия, породени от сблъсъка на тези основни представи с действителността и новите факти. Допуска се в рамките на една изследователска програма предпазният пояс да се модифицира и дори изцяло да се подменя, за да се осигури здравина на избраното твърдо ядро. Това обаче не може да се повтаря често, защото такава процедура ще постави под съмнение ефективността на избраната изследователска програма. Допуска се също при деструктивни промени в твърдото ядро замяната на изследователската програма с друга, по-ефективна. Всъщност предпазният пояс има два основни елемента — *положителна евристика* и *отрицателна евристика*. Положителната евристика чертае процедурите, които водят до получаване на новите научни резултати. При превес на положителната евристика над отрицателната изследователската програма е в етапа на *прогресивното си развитие*. В този етап има активно стимулиране на издигането на хипотези, които разширяват емпиричната и теоретичната база на твърдото ядро. *Отрицателната евристика* демпферира възможните отрицателни последствия от сблъсъка на теоретичните представи с опита и предлага адаптивни мерки чрез спомагателни хипотези, с които се предпазва твърдото ядро от разрушаване. Превес на отрицателната евристика над положителната означава, че изследователската програма е навлязла в етапа на *изроденото си развитие*, когато положителният елемент на предпазния пояс бързо губи евристичната си мощ, белег за което е увеличаването на хипотезите *ad hoc*, които обясняват частни случаи, но нямат отношение към предмета на изследователската програма в неговата цялост. В целия период на развитие на изследователската програма тече процес на *фалшификация* — това е научна процедура за установя-

ване на неверността на хипотези или теории чрез непрекъснатото им подлагане на проверки в експериментален или теоретичен план.

### **За някои особености на нанонауката**

Несъмнено съвременната *нанонаука* носи белезите на една определена изследователска програма, анализът на която би разкрил нейните особености в сравнение с описаните досега във философската литература други изследователски програми. Историческите корени на нанонауката би трябвало да се потърсят в развитието на европейската колоидна химия от началото на XX век. Колоидната химия е наука за диспергираното вещество. Размерът на частиците в такива системи често е между 1 и 100 nm. При такива размери от наноскалата [7] веществото губи много от свойствата на обемните фази. Това е свързано с обстоятелството, че размерите на частиците, ако не в трите направления, поне в едно от тях стават съизмерими или по-малки от радиусите на корелация на някакво физическо или химическо свойство (дължината на свободния пробег, размера на зародиша на новата фаза и пр.) и това се отразява в чувствителност на свойствата на обекта от неговия размер. Разбира се, има разлика между състояние и структура. Състоянието на системата следва термодинамичния формализъм, който може да бъде преформулиран с отчитане на ефектите на размерността (например с представата за *разклинящо налягане*). Действието на далечнодействащите сили на взаимодействие в междуфазовите контактни зони може да се манифестира с термодинамичните величини „линейно напрежение“ и „точков омега потенциал“ [8]. Към условията за механично равновесие в такива сложни капилярни системи трябва да се добавят и условията за устойчивост на тези равновесия. Нанообектите дори при едно състояние, например псевдотечно, могат да се проявяват в различни структури. Тук разнообразието е много голямо и то предполага различни, често неочаквани, технически, медицински и други приложения. Бързото развитие на нанонауката в последното десетилетие в голяма степен се базира на този факт. При това обаче възникват социални проблеми, които досега на са били обект на достатъчно внимание. Преди всичко това е необходимостта от идентификация на етичните и социалните проблеми, породени от сегашното и бъдещото развитие на нанотехнологиите, както и проблемите на законовото регулиране на това развитие. Дали всичко, което се прави в лабораториите, ще бъде в дългосрочен план от полза за обществото. Връзката между наноизследователите и генетиците и кибернетиците също не е за подценяване. Такъв род въпроси имат и своите образователни измерения — новите поколения изследователи имат нужда от по-обща образователна парадигма, която се гради върху непостигнатата досега амалгама между природните и обществените науки. Включването в твърдото

ядро на нанонауката, разглеждана като изследователска програма по Lacatos, на елементи на природните науки и на обществените науки и намирането на нужната спойка между тях е нов елемент в развитието на науката, който никога досега не е бил реализиран в достатъчна степен, въпреки че подобна необходимост се почувства при развитието на ядрената физика, разглеждана като друга изследователска програма. Ако това се случи, евристичната мощ на науката изобщо ще нарасне до неподозирани размери.

Нанонауката дава надежда и за едно друго обещаващо развитие с фундаментална основа. Известно е, че две едномерни фази не могат да съществуват в равновесие. Ето най-общото доказателство за невъзможност едномерните фазови преходи [9]: Равновесната стойност на омега потенциала (свободната енергия) на хетерогенна линейна система с две линейни фази с обща дължина  $L$  с линейно напрежение  $\kappa$ , разделени с точкова фаза с точков омега потенциал  $\Omega^p$ , е

$$\Omega = \kappa L + \Omega^p \quad (1)$$

Ако допуснем, че системата е изградена от  $n$  на брой редуващи се сегменти, всички с линейно напрежение  $\kappa$ , отделени с точкови фази с точков омега потенциал  $\Omega^p$ , тогава (1) се преписва като

$$\Omega = \kappa L + n\Omega^p \quad (2)$$

т.е.

$$\partial\Omega / \partial n = \Omega^p \quad (3)$$

Следователно, ако  $\Omega^p < 0$ , линейните сегменти спонтанно ще намаляват своите дължини и в крайна сметка системата ще се окаже изградена само от точкови фази. Ако  $\Omega^p > 0$ , системата ще намалява свободната си енергия с намаляване на  $n$  и ще има минимална стойност при  $n = 0$ , което означава, че линейната хетерогенна система се е превърнала в линейна хомогенна система. Така и в двата случая на положителен и отрицателен точков омега потенциал линейният фазов преход се оказва невъзможен (моделен частен извод на тази теорема е даден по-рано от Ландау [10]). Двумерните и тримерните фазови преходи са известни, но дали фазови преходи от по-висок порядък са разрешени. Ако няма такава забрана, тогава дали тримерният свят не е интерфейс на съществуващи фази с по-висока размерност. Такъв въпрос вече е поставен [11]. В такъв случай нанообектите навярно са демонстрация на светове с размерност, различна от три. Такъв род въпроси могат да доведат до създаване на нова научна парадигма и нова „нормална“ наука по терминологията на Куин и на твърдо ядро на нова изследователска програма по терминологията на Lacatos и това ще бъде първото в историята на науката прехвърляне на мост между науката и

религията, което несъмнено ще има грандиозни последствия.

### Заклучение

В скорошна лекция ме попитаха дали неблагоприятните битови условия и житейските изпитания не намаляват креативните възможности на хората на науката. Историята на науката дава отрицателен отговор на такъв въпрос. Добър пример за това е Имре Лакатош, чийто резултати във философията на науката често бяха цитирани тук. Имре Лакатош е роден през 1923 г. в Будапеща и до връзките на Унгария с Третия Райх неговата фамилия е Липшиц. После той е трябвало да промени фамилиното си име на Молнар (мелничар). С установяването на комунистическия режим Молнар е станал Лакатош (дърводелец). После Лакатош е преподавал философия на математиката в Московския университет и е бил заместник-министър на висшето образование в Руската съветска федеративна република. През 1947 г., обвинен в ревизионизъм, е изпратен на лагер, откъдето е освободен след смъртта на Сталин. Очаквайки нов арест, Лакатош е успял да напусне СССР през 1956 г. След две години престой в Австрия Лакатош е емигрирал в Англия, най-напред в Кембридж и после в Лондон, където е починал през 1974 г., едва 52-годишен. И въпреки тези изключителни житейски трудности в своя не дълъг живот Имре Лакатош е успял да получи забележителни научни резултати.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тошев, Б.В. Научните списания и техният импакт фактор. *Наука*. 14(5), 28 (2004).
2. Dumleavy, P. *Publishing Your Research in Authoring a PhD: How to Plan, Draft, Write, and Finish a Doctoral Thesis or Dissertation*. Palgrave Macmillan, N.Y., 2003.
3. Тошев, Б.В. Publish or Perish, Publish Yet Again Perish (Публикувай или загиваш, публикуваш и пак загиваш): Правила за успешна научна публикация. *Химия*. 13, 163 (2004).
4. Popper, K. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson. N.Y., 1959; 14<sup>th</sup> English Edition, Routledge, 1977.
5. Kuhn, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago Univ. Press, Chicago, 1962.
6. Lacatos, I. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In: Lacatos, I., A. Musgrave (Eds.) *Criticism and Growth of Knowledge*. Cambridge, 1970, pp. 91-195.
7. Baird, D., A. Nordmann, J. Schummer. *Discovering the Nanoscale*. IOS

Press, Amsterdam, 2004.

8. Тошев, Б.В. *Приложение на омега потенциала в теорията на капиллярността*. Дисертация за научната степен „доктор на химическите науки“, С., 1993.

9. Toshev, B.V. Linear Thermodynamics: On the Impossibility of the Co-existence of Two Linear Phases. *Eur. J. Phys.* **16**, 177 (1995).

10. Landau, L.D., E.M. Lifshitz. *Statistical Physics. Part 1*. Pergamon, Oxford, 1980.

11. Zwiebach, B. *A First Course in String Theory*. Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

## ON THE SCIENTIFIC CREATIVITY AND FOR SOME PARTICULARITIES OF NANOSCIENCE

**Summary.** The scholarly journals mark the development of the world scientific process. Firstly, the ways of documenting of the scientific activity are considered in details. The Philosophy of Science is presented in its two main versions: i) the *normal science* and its *paradigms* after Kuhn; ii) the *research programmes* and their structure after Lacatos. These contemporary ideas are applied to the modern development of the nanoscience. When considering the nanoscience as a Lacatos' research programme its two particularities could be revealed: i) a possibility to link both hard science and soft science; ii) a possibility to look for a relationship between science and religion. At the end of the paper an argument from the History of Science is given to prove that the difficulties of life do not decrease the creation abilities of the people of science.

✉ **Professor B.V. Toshev,**  
Department of Physical Chemistry & Chemistry Education,  
1 James Bourchier Blvd., 1164 Sofia, BULGARIA  
toshev@chem.uni-sofia.bg