

ASCENSIUNEA NANOTEHNOLOGIILOR ÎN MOLDOVA

*Membru corespondent al AȘM
Ion TIGHINEANU*

DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGIES IN MOLDOVA

Some features related to the development of nanotechnologies in the world and in the Republic of Moldova are highlighted. It is shown that over the last ten years the researchers from Moldova succeeded to win important international grants including grants under the 7th European Framework Programme which enabled one to build key segments of the nanotechnological infrastructure. As a result of consolidated efforts, Moldovan researchers published scientific papers in monographs and top-rank international journals, some of the obtained data being highly appreciated by international sites such as NanoTechWeb.org (Great Britain), MaterialsViews.com (Germany) etc. Besides, a number of technological breakthroughs have been highlighted on Cover of international journals. Success stories are related to the development of concrete device structures realized under contracts with international companies.

Invitat la conferința internațională SPIE în San Jose din SUA, în ianuarie 2009, după prezentarea unui referat, am fost întrebat de colegii americani cum reușim să dezvoltăm nanotehnologiile într-o țară atât de mică precum Republica Moldova. Răspunsul a fost inopinat pentru colegi, purtând și un accent ironic. Le-am spus că „SUA este o țară mare cu un potențial enorm, ce asigură dezvoltarea progresului tehnic pe toate planurile, până și pe cel al megatehnologiilor. Republica Moldova însă are spațiu doar... pentru dezvoltarea nanotehnologiilor”.

Mai în glumă, mai în serios constatăm totuși că avem un drum lung de urcat. Tehnologiile la scara nanometrică sunt considerate ca fiind mijloace operaționale de vârf. Pentru a le dezvolta, deci, urmează să dispunem și de o bază tehnologică performantă, și de potențial științific pe potrivă.

Nanotehnologiile penetrează astăzi toate domeniile activității umane: economică, cosmică, ocrotirea sănătății, cercetarea – ca metodă de studiu, inclusiv și în cultură. Există deja și un ansamblu de muzică roc, denumirea căruia conține sintagma „Nano-Teh”. Iar cunoscuții muzicieni de la Disco-teca „Avaria” (Rusia) recent au lansat clipul „Nano-Tehno”. În China, oamenii de știință au elaborat un

difuzor minuscul în baza nanotuburilor de carbon care, utilizând efectul termoacustic, ar putea să revoluționeze domeniul de difuzare a muzicii.

Potențialul uimitor al nanotehnologiilor a fost prezis cu mulți ani în urmă. În 1959, savantul american R. Feynman, în cadrul unei lecții publice, a declarat: „There is plenty of room at the bottom!” („Există un spațiu enorm la nivelul atomilor!”). Surprinzător este faptul că această frază istorică a fost pronunțată tocmai atunci când erau lansați primii sateliți ai Pământului, când omenirea era entuziasmată de oportunitatea cuceririi unui spațiu fără hotare – cel cosmic.

Termenul „nanotechnology” a fost utilizat pentru prima dată în 1974 de profesorul japonez N. Taniguchi. În 1981 a fost deja inventat microscopul de tunelare, iar peste cinci ani – microscopul de forțe atomice, ambele aparate demonstrând ulterior capacitatea de a vizualiza molecule și chiar atomi. Primul laborator de nanotehnologii a fost creat în 1993 în SUA, și peste 7 ani președintele Bill Clinton a lansat primul program în nanotehnologii cu genericul „Noua Inițiativă Nanotehnologică”. În 2002, odată cu lansarea Programului Cadru 6, nanotehnologiile au devenit o direcție prioritară de cercetare-inovare și în comunitatea europeană.

Întâmplător sau nu, dar anul nașterii nanotehnologiilor în Republica Moldova poate fi considerat același, 2002, când au fost procurate primele aparate moderne: microscopul electronic cu baleaj și microscopul de forțe atomice. Aceste două aparate au fost achiziționate de Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelelor (CNSTM), creat în cadrul Universității Tehnice a Moldovei cu sprijinul unui grant câștigat prin concurs de la CRDF-MRDA.

Subsemnatul a antrenat în cercetare la Centrul nominalizat și primii cercetători tineri – Veaceslav Popa, Eduard Monaico, Lilian Sîrbu, Olesea Volciuc, care la momentul respectiv erau studenți ai Facultății de Calculatoare, Informatică și Microelectronică. Dotați și instruiți, aceștia, pe parcurs, au obținut mai multe granturi (CRDF-MRDA, NATO, BMBF, DAAD), au vizitat laboratoare în Occident pe perioade extinse, acumulând o bună experiență în cercetare și aducând ca urmare o contribuție aparte la consolidarea și dezvoltarea CNSTM. Totodată, ei au susținut cu brio tezele de doctorat, au devenit laureați ai Premiului de Stat pentru tineret în domeniul științei și tehnicii. E îmbucurător că trei din cei patru cercetători actualmente continuă să activeze în Republica Moldova, doi din ei fiind și posesori ai bursei „Alexander von Humboldt” din Germania (dr. V. Popa și dr. V. Monaico). E de menționat că,

la nivel național, pe parcursul ultimului deceniu au fost susținute cu succes circa zece teze de doctor în științe având tangență directă sau indirectă cu nanotehnologiile. La finele anului 2011, cercetătorul Universității Tehnice din Moldova Oleg Lupan a susținut și prima teză de doctor habilitat în acest domeniu.

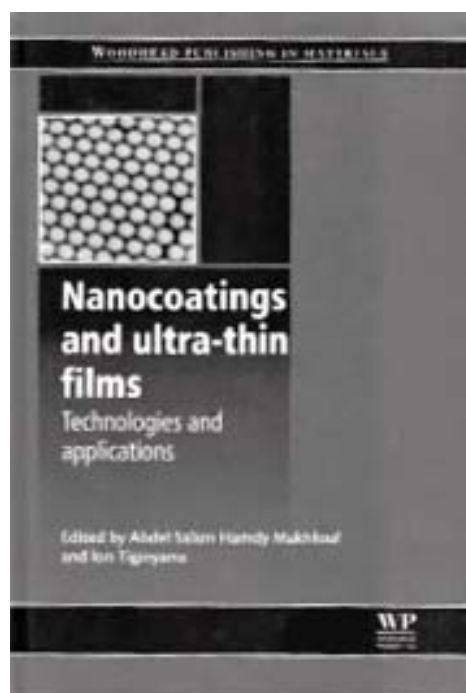
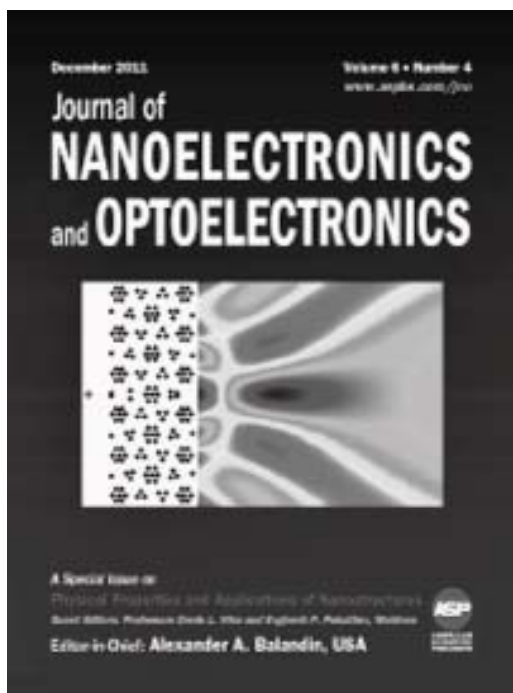
În 2004 a fost lansat primul Program de Stat în materie de nanotehnologii sub conducerea acad. Valeriu Canțer. În 2008 a urmat al doilea Program, care este coordonat de subsemnat. Concomitent a fost inițiat procesul de creare a infrastructurii nanotehnologice. Astfel, Institutul de Fizică Aplicată este dotat cu utilaj performant pentru creșterea dotelor cuantice, echipamentul constituind o donație a Universității din Kiel (Germania). Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii (IEEN) „D. Ghițu” al AȘM a achiziționat un microscop de forțe atomice, precum și utilaj de creștere a straturilor subțiri prin magnetron sputtering și de caracterizare a lor prin metoda dispersării micro-Raman. Ca rezultat, aici este creat Laboratorul de Nanotehnologii, înzestrat cu utilaj modern de producere a nanotemplatelor semiconductoare. Unități de utilaj performant au achiziționat, de asemenea, Institutul de Cercetări Științifice „ELIRI”, UTM, USM. Recent la UTM, în cadrul Centrului Național de Studiu și Testare a Materialelor, la care deja ne-am referit, a fost dat în exploatare complexul litografic ce servește drept bază pentru elaborarea elementelor de dispozitiv, succesul datorându-se și donației de utilaj din partea Universității Tehnice din Darmstadt (Germania).

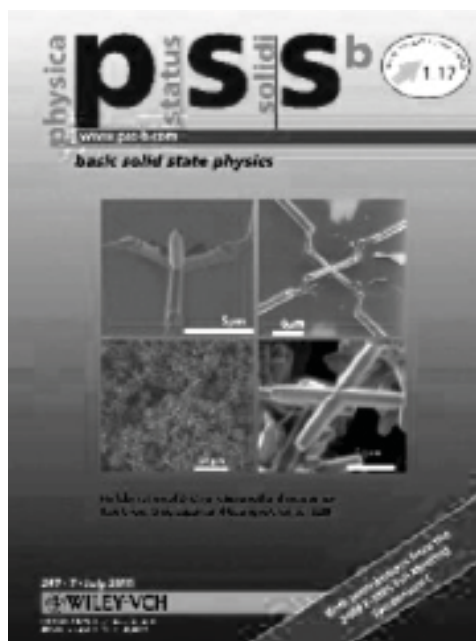
Programele de Stat și infrastructura nanotehno-

logică națională firește că au consolidat comunitatea științifică din domeniu și au avut un impact pozitiv asupra promovării proiectelor multidisciplinare. În acest context, remarcăm o interacțiune eficientă a colaboratorilor IFA și USM (acad. A. Andrieș, m.c. L. Culiuc, prof. M. Revenco etc.), IEEN și Institutul „ELIRI” (dr. hab. Albina Nikolaeva, dr. N. Leporda, dr. E. Badinter etc.), USM și UTM (prof. D. Nedeoglo, dr. E. Monaico, dr. V. Popa etc.), IEEN și Institutul de Microbiologie și Biotehnologie (acad. V. Rudic, dr. A. Nicorici), IFA, IEEN și UTM (acad. V. Canțer, m.c. T. Șișianu, m.c. A. Dicusar, prof. N. Sîrbu, prof. V. Dorogan, prof. V. Șontea, dr. hab. Emil Rusu, dr. hab. V. Ursachi, dr. hab. Oleg Lupan etc.).

Domeniul nanotehnologiilor a promovat o imagine favorabilă Republicii Moldova la scară regională și internațională. Iată doar câteva realizări de proporții.

În 2009 și 2011 au văzut lumina tiparului două volume ale revistei internaționale *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*, editată în SUA, cu lucrări realizate preponderent în țara noastră, editori invitați fiind regretatul membru corespondent Eugen Pocotilov și dr. Denis Nica. În acești ani cercetătorii noștri au reușit să publice peste hotare și primele monografii colective în domeniul nanotehnologiilor: *Nanoscale Phenomena – Fundamentals and Applications* (Springer; editori: H. Hahn, A. Sidorenko, I. Tiginyanu); *Fundamentals of Superconducting Nanoelectronics* (Springer; editor A. Sidorenko); *Nanocoatings and Ultra-Thin Films – Technologies and Applications* (Woodhead Publishing; editori: A.





Makhlouf, I. Tiginyanu). Totodată, savanții moldoveni au publicat lucrări științifice de valoare în astfel de reviste prestigioase ca *Nature Materials* (Impact Factor 29,5); *Advanced Materials* (10,86); *Advanced Functional Materials* (8,49); *Electrochemistry Communications* (4,282); *Applied Physics Letters* (3,82); *Nanotechnology* (3,652) etc.

Este bine cunoscut faptul că cele mai valoroase rezultate și elaborări importante de ultimă oră sunt plasate pe coperta revistelor științifice de specialitate, fiind comentate de experți internaționali. Republica Moldova s-a evidențiat și în acest context – în fiecare an una-două lucrări sunt reproduse pe coperta unor reviste internaționale de prestigiu. Vizibilitatea internațională, la rândul ei, a condus la creșterea numărului de citare a unor lucrări științifice semnate de autori din țara noastră. În conformitate cu baza de date SCOPUS, doar lucrarea m.c. E. Pokatilov, D. Nika ș.a., publicată în *Applied Physics Letters* (a. 2008), a acumulat deja peste 170 de citări. O ascensiune considerabilă, din acest punct de vedere, a înregistrat pe parcursul ultimilor ani și dr. hab. Oleg Lupan de la UTM, fiind practic în permanență în *Top 25 Hottest Articles*, potrivit bazei de date ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>).

Cu regularitatea de aproximativ un an, o lucrare științifică efectuată totalmente sau parțial în Republica Moldova este apreciată pe site-urile specializate internaționale, cum ar fi *NanoTechWeb.org* (Marea Britanie), *MaterialsViews.com* (Germania), *SPIE Newsroom* etc. Informațiile din aceste prestigioase medii științifice sunt preluate de multe portaluri și agenții internaționale, ducând astfel faima țării noastre departe de frontierele ei. În această

ordine de idei, menționăm elaborarea membranelor ultrasubțiri de nitru de galiu, preluată de la *NanoTechWeb.org* (<http://nanotechweb.org/cws/article/tech/44967>) de multe site-uri internaționale și naționale, inclusiv de UNIMEDIA. La promovarea imaginii țării noastre contribuie mult și revista „Электронная обработка материалов” (redactorșef acad. Mircea Bologa), reeditată în Occident în engleză cu titlul „Surface Engineering and Applied Electrochemistry” și diseminată la scară internațională de editura „Springer”. Menționăm că această revistă este prima de la noi, apreciată cu factor de impact (0,4).

Toate aceste succese, desigur, se datorează mai multor generații de savanți, care pe parcursul a zeci de ani au creat școli științifice în țara noastră cu cercetători capabili astăzi, la rândul lor, să dezvolte noi domenii de cercetare. Printre savanții notorii care au avut sau au tangențe cu știința materialelor îi menționăm pe academicienii Sergiu Rădăuțanu, Dumitru Ghițu, Tadeuș Malinovschi, Andrei Andrieș, Mircea Bologa, Sveatoslav Moscalenco, Vsevolod Moscalenco, Alexei Simașchevici, Ernest Arușanov, pe membrii corespondenți Eugen Pokatilov, Teodor Șișianu etc. Patru dintre aceste mari personalități ale științei moldovenești astăzi spre regret nu mai sunt în viață.

Dezvoltarea nanotehnologiilor necesită investiții semnificative, în primul rând, pentru achiziționarea utilajului performant. În condițiile finanțării austere de la buget, au fost întreprinse eforturi considerabile privind atragerea surselor extrabugetare de subvenționare, în particular prin proiecte internaționale. În ultimul deceniu majoritatea granturi-

lor au venit de la CRDF-MRDA, INTAS, STCU, BMBF, Programele Cadru UE. Cele mai consistente granturi obținute recent prin programul UE PC7 corespund proiectelor MOLD-ERA și MOLD-NANONET, ambele fiind din domeniul nanotehnologiilor. Prin aceste proiecte ne-am propus să creăm noi capacități în Republica Moldova în sfera tehnologiilor avansate, achiziționând utilaj performant, pregătind cadre tinere, organizând cursuri teoretice și training-uri practice, susținând mobilitatea și însușirea artei de pregătire a propunerilor de proiecte pentru programele europene.

Proiectele sunt realizate de consorții constituite din 5-6 parteneri din diverse țări, instituția coordonatoare în ambele cazuri fiind din Republica Moldova (IEEN pentru MOLD-ERA și Institutul „ELIRI” pentru MOLD-NANONET). În cadrul primului proiect, bunăoară, constituim fundamentul pentru cercetări științifice multidisciplinare în domeniul Nano-Bio.

Savanții moldoveni se impun și prin organizarea forumurilor internaționale cu invitarea experților străini. A devenit deja tradiție organizarea manifestărilor științifice „International Conference on Materials Science and Condensed Matter Physics”, „International Conference on Microelectronics and

Computer Science”, „International Conference on Telecommunications, Electronics and Informatics”, precum și Simpozionul NANO, finanțat de Fundația „Alexander von Humboldt”. În iulie 2011 și-a luat startul forumul multidisciplinar „International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering”.

După cum vedem, chiar și în condițiile vârstei „fragede” a nanotehnologilor din Republica Moldova, acest domeniu se impune nu numai prin promovarea imaginii țării noastre, pregătirea cadrelor tinere, ci și prin atragerea surselor financiare. Pe lângă importante granturi europene, parvin și contractele economice cu companii internaționale, Institutul „ELIRI”, reușind să realizeze mai multe în această activitate. Nu începe îndoială că milionul de nanofire, integrat aici într-o microfibră optică, va aduce Republicii Moldova multe milioane în diverse valute forte. Un exemplu demn de urmat și pentru alte instituții din sfera cercetării și inovării. Cu certitudine, dezvoltarea în continuare a domeniului nanotehnologiilor va contribui la promovarea și ascensiunea unei culturi tehnologice avansate în societate și la prosperarea țării noastre.



Maria Saca-Răcilă. *Doina*. Tapiserie, 1990