

SECȚIA DE ȘTIINȚE FIZICE ȘI INGINEREȘTI

*Acad. Valeriu Canțer,
academician coordonator*

The paper reviews the more important results obtained by science community in physics and engineering during 2007 year. A brief summary of physical investigations covering the main achievements in the areas: physics and technology of materials and structures; physics of condensed matter and processes in nanostructures; theoretical physics; device physics, is presented. The achievements in: electrotechnology and surface engineering; machines design and electrotechnics; equipments for renewable energy are revealed in the summary of engineering investigations. The most significant results related to seismology and geology are reflected in the last part of the paper.

Cercetările din domeniile științelor ingineresti, terestre și fizice au fost și în anul 2007 printre arile investigațiilor de anvergură ale comunității academice din țară, urmărind obiectivele majore de avansare în cunoaștere și generare de inovări tehnologice și ingineresti pentru asigurarea suportului științific în dezvoltarea industrială, informațională și energetică a țării.

Secția de Științe Fizice și Inginerești și-a desfășurat activitatea de cercetare și inovare în anul 2007 pe 4 direcții prioritare, cadrul de cercetare fiind structurat în 73 teme instituționale, 6 proiecte de transfer tehnologic, 4 Programe de stat cu 34 proiecte, 17 proiecte de colaborare A.Ș.M. - Fondul Cercetărilor Fundamentale din Rusia, 37 granturi internaționale. Investigațiile legate de profilul științelor fizice au cuprins domeniile: fizica stării condensate și ingineria materialelor; fizica teoretică; nanotehnologii și nanostructuri pentru electronică și fonică. Cercetările axate pe profilul științelor tehnice și terestre au inclus: procesele termofizice și prelucrarea electro-fizico-chimică a suprafețelor; dezvoltarea de produse ingineresti, materiale și tehnologii în construcția de mașini, electrotehnică; metode și tehnologii de eficientizare a sistemelor

energetice; procesele seismice și argumentarea științifică a protecției antiseismice; evaluarea și valorificarea eficientă a resurselor subterane.

Rezultatele științifice au fost publicate în 1189 lucrări științifice, 17 monografii, inclusiv în peste 340 articole din reviste internaționale recenzate, au fost prezentate circa 400 comunicări la conferințe internaționale, s-au obținut 81 de brevete. Secția și Institutele au organizat 15 Conferințe și Simpozioane științifice, a participat la elaborarea și promovarea: legii energiei regenerabile; strategiilor energeticii și inovării; programelor de dezvoltare a electronicii și valorificare a surselor regenerabile.

În domeniul științelor fizice, în mod tradițional, o contribuție esențială în colecția rezultatelor de valoare ale Institutelor și Facultăților afiliate Secției este legată de *fizica și tehnologia materialelor și structurilor*. În acest sens, nu a fost excepție și anul ce a trecut. Astfel, pe aria dată de investigații se pot menționa următoarele realizări importante.

1. Pentru prima dată prin metodele ingineriei cristalografice și chimiei supramoleculare **au fost propuse și realizate co-cristalele poli-componente farmaceutice**, formate în baza preparatelor anti-tuberculoză binecunoscute (isoniazid) și a diferitor acizi di-carbonici. Astfel, s-a demonstrat, că principiile ingineriei cristalelor pot fi utilizate cu succes în designul dirijat al cristalelor farmaceutice multi-componente noi cu acțiune biomedicală substanțial îmbunătățită. (IFA).

2. Prin dezvoltarea procedeeleor de tratament fotoelectrochimic **s-a propus în premieră o metodă de sporire de peste zeci de ori a rezistenței față de radiație ionizantă** a straturilor epitaxiale GaN. Acestea din urmă, sub acțiunea tratamentului, se structurează sub formă de nanocristale piramidale, care și duc la dispersarea radiației. (UTM, IFA).

3. În baza metodei de sinteză ligand cu utilizarea diferitor componente organice **s-au elaborat primele trasee tehnologice de nanostructurare a semiconductorilor cu bandă interzisă îngustă PbTe și PbSnTe** la scara zecilor de nanometri. S-a demonstrat că dimensiunile nanocristalitelor pot fi modificate substanțial prin durata timpului de sinteză-nanostructurare și conjugare cu diferite componente organice, iar primele cercetări ale caracteristicilor optice au demonstrat influența cardinală a nanostructurării asupra lor. (IETI).

Altă arie de investigații a fizicii din țară, unde este concentrat un potențial semnificativ de cercetare, este legată de *fizica stării condensate și fizica*

proceselor în nanostructuri cu corp solid. Dintre rezultatele performante din acest domeniu vom evidenția pe cele ce urmează:

1. În compusul semiconductor ternar $ZnCr_2Se_4$ cu structura cristalină spinel și configurația necolineară a spinilor **au fost descoperite efectele neordinare de dilatare termică negativă și magneto-stricțiune colosală.** Originea fizică a efectelor este legată de frustrațiile puternice ale spinilor, care apar în urma competiției interacțiunilor de schimb fero- și anti-feromagnetice indirecte prin liganzi, ultimele influențând puternic gradele de libertate structurale. (IFA)

2. Prin studii complexe ale oscilațiilor cuantice ale magnetorezistenței nanofirelor de bismut cu diametre de zeci de nanometri în câmpuri până la 15 T, în premieră s-a observat **efectul de cuantificare a fluxului magnetic cu perioada $hc/2e$.** Injumătățirea perioadei de cuantificare față de efectul clasic de cuantificare (descoperit acum treizeci de ani de cercetătorii din Moldova) este condiționată de despicarea stărilor electronice după spin și, ca rezultat, electronul cu spinul orientat revine la starea inițială după două rotații complete. (IETI)

3. Pentru prima dată **în bicristale nesupraconductoare de Bi și aliaje Bi-Sb au fost identificate stări supraconductoare la interfața bicristalelor.** La frontiera bicristalelor cu un unghi mare de dezorientare a cristalitelor au fost detectate două faze supraconductoare, iar în cele cu un unghi mic de dezorientare s-a identificat doar o singură fază supraconductoare. Acest rezultat demonstrează că interfațarea chiar și în baza unui material duce la efecte neordinare. (IETI)

4. S-a dezvoltat **conceptul de inginerie fononică** pentru nanostructuri semiconductoare multistrat, bazat pe dirijarea controlată a fluxurilor de sarcină și termice prin utilizarea învelișurilor din materiale adecvate. În nanostructuri multistrat plane de grosimea canalului conductiv s-a identificat **efectul de oscilații a mărimii mobilității electronilor.** (USM)

Tezaurul realizărilor performante ale Secției s-a completat în anul 2007 și cu un șir de rezultate, care țin **de domeniul fizicii teoretice.** Iată care sunt cele mai reprezentative:

1. S-a propus **un concept nou al supra-chimiei coerente a undelor de materie în starea a patra a ei – condensatul Bose-Einstein de atomi și molecule.** S-a demonstrat că, în dependență de condițiile inițiale, reacția de legare a atomilor în molecule și dezintegrare a acestora poate fi atât periodică, cât și aperiodică (ireversibilă). (IFA)

2. Prin stabilirea corelației dintre structura electronică și funcționalitatea magnetică a moleculelor

și lanțurilor unidimensionale cu ioni de metale cu momentele orbitale nestinse **s-a identificat o modalitate nouă în designul nanomagneților** cu temperaturi înalte de blocare – elemente de perspectivă în calitate de purtători de informație cu densitate supraînaltă. (IFA)

3. **În premieră, s-a elaborat teoria proprietăților termodinamice ale sistemelor de tip MgB₂** cu densitate redusă a purtătorilor de sarcină, care descrie adecvat datele experimentale. (IFA)

4. În materialele și nanostructurile semiconductoare s-a identificat **un mecanism nou de interacție spin-orbitală prin cuplajul interbandă,** indus de deplasările atomilor (polarizarea electrică sau fononii optici). Prin dezvoltarea Hamiltonianelor de tip Luttinger și Dirac în baza metodei electronilor strânși legați s-au evidențiat efecte noi ale electronicii de spin (spintronicii), condiționate de interacțiunea spin-orbitală indusă. (IETI)

Un pilon important în cercetările Secției îl constituie investigațiile cu caracter ingineresc. Printre acestea deja de mai mulți ani cercetătorii din Moldova dezvoltă cu succes **domeniile electrotehnologiilor și tehnologiilor de prelucrare ale suprafețelor.** Din rezultatele de valoare ale domeniului din anul 2007 merită să fie menționate următoarele:

1. **S-a propus metoda electroactivării** pentru prelucrarea produselor lactate secundare, ce realizează electrofracționarea componentelor de o importanță biologică și medicinală majoră. Tehnologia propusă asigură extragerea proteinei și inversarea lactozei în lactuloză. (IFA)

2. **În premieră, s-au obținut materialele cu acoperiri din aliaje de tip nou Co-W, solicitate în procesele industriale.** S-a stabilit că caracteristicile tribologice ale suprafețelor din aliaje Co-W, obținute în condiții de impuls, sunt **mai performante** decât ale materialului clasic TiN. (IFA)

3. Pentru traseele tehnologice din industria vinului s-a realizat **echipamentul aferent și tehnologia-pilot de dispersare nanometrică a bentonitei prin metodele cavitaționale.** S-a demonstrat că utilizarea tehnologiei date duce la o îmbunătățire radicală a procesării produselor vinicole și **la o reducere de aproape 10 ori a consumului de bentonită.** (IFA)

În aria profilului ingineresc de cercetare a Secției se reliefează proeminent investigațiile din **domeniul construcției de mașini, electrotehnicii și elaborării echipamentelor aferente surselor regenerabile de energie.** Printre performanțele domeniului din acest an se înscriu și cele prezentate în continuare:

1. S-au elaborat bazele teoretice și s-au efectuat

modelările de optimizare **ale proceselor de formare și control activ al preciziei de prelucrare a dinților roților dințate în sisteme cu 5 axe**. Softurile elaborate vor permite îmbunătățirea indicilor funcționali ai transmisiilor precesionale cinematice, vor reduce costul lor, vor permite fabricarea industrială a unor mecanisme de acționare performante la nivelul exigențelor mondiale. (UTM)

2. **S-au realizat prototipurile industriale ale mini-hidrocentralei pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor lente în mai multe configurații constructive** (amplasare verticală și orizontală a turbinelor, rotoare cu trei și cinci pale) și **variante funcționale**: pentru pomparea apei (productivitatea $Q=40\text{m}^3/\text{oră}$); pentru producerea energiei electrice (puterea 3-7 KW); pentru producerea energiei electrice și pomparea apei. (UTM)

3. În variante constructive și funcționale noi au fost realizate un șir de subansambluri funcționale ale **mini-hidrocentralei pentru conversia energiei: generator sincron cu magneți permanenți, pompă submersibilă centrifugă, reductor planetar precesional**. (UTM)

4. S-a dezvoltat sistemul de proiectare asistat de calculator cu softurile aferente și s-au elaborat bazele tehnologice de execuție ale subansamblurilor pasive (pale, rotor, pontoane etc.) ale **mini-hidrocentralei**. (UTM)

Din primii ani de dezvoltare a științelor ingineresti din țară s-au constituit și evoluează ascendent cercetările **legate de domeniul energeticii**. Ținând cont de evoluția globală și locală din acest sector, importanța acestor cercetări nu poate fi subestimată. Cercetările din domeniu s-au conturat în anele Secției cu rezultate performante:

1. **S-a elaborat modelul matematic al sistemului extins de indicatori** ai securității energetice structurați în bloc cu interconexiuni funcționale. Schema propusă cu includerea legăturilor indicatorilor ierarhizați ai securității energetice cu indicatorii securității economice și ecologice permite determinarea cantitativă a nivelului securității. (IE)

2. **S-a soluționat problema restabilirii** în timp inversat a proceselor de distribuție a undelor în cablu neuniform cu pierderi, realizându-se modelul matematic, care permite restabilirea formei inițiale a semnalului măsurat la un moment dat de timp pe lungimea cablului. S-a elaborat metoda de majorare a preciziei de diagnosticare a stării tehnice curente a cablului. (IE)

3. Pentru linii electrice cu sarcină activa-reactivă la capătul liniei prima dată au fost obținute **soluțiile exacte ale ecuațiilor Maxwell** în varianta reducerii lor la ecuațiile telegrafistilor. În această bază s-a argumentat posibilitatea **de a majora considerabil puterea activă tranzitată** prin linie (teoretic de până la zeci de ori). (IE)

Tabloul cercetărilor ingineresti ar fi incomplet fără menționarea unor rezultate legate de **electronică, echipamente ingineresti și medicale**. Printre performanțele anului 2007 la acest capitol se înscriu elaborările: **convertor de frecvență și inverter de sudare; dispozitive terapeutice cu microunde și laser terapeutic; coagulatoare electrotermice și cu plasmă; sistem de preîncălzire a motoarelor**. (IETI, UTM)

Ținând cont de amplasarea Republicii Moldova într-o zonă seismică, de formarea sistemului global de prevenire a dezastrelor naturale și de specificul zăcămintelor naturale din țară rămâne solicitat domeniul științelor terestre legat de **dezvoltarea suportului științific și tehnologic în valorificarea și utilizarea eficientă a resurselor naturale subterane, în monitorizarea seismică și elaborarea normelor metodologice în asigurarea securității seismice**. Din gamă largă de rezultate obținute pe acest profil în anul trecut se reliefează:

1. **S-a propus o metodă nouă de evaluare a acțiunii seismice** asupra construcțiilor, bazată pe fenomenul de interacțiune „sol-structură” (ISS). Metoda, care include modelări numerice combinate cu observări seismologice, **are o capacitate înaltă de prognozare** a deformațiilor construcției la cutremur și demonstrează **necesitatea considerării fenomenului ISS în proiectarea antiseismică a clădirilor înalte**. (IGS)

2. **Pentru prima dată, în sud-vestul limitei platformei est-europene** a fost elaborată Harta geologică la suprafața paleozoicului superior. (IGS)

3. În baza analizei materialelor de foraj, geofizice și aerocosmice, **a fost efectuată evaluarea complexă a pericolului de eroziune și alunecări de teren** a reliefului Republicii Moldova și mun. Chișinău. (IGS)

4. **S-a elaborat modelul numeric hidrogeologic** al teritoriului Republicii Moldova. Performanța modelului se reprezintă prin caracteristicile detaliate pentru fiecare strat acvifer cu verificarea și testarea scenariilor digitale ale distribuției nivelului apelor subterane în condiții naturale și model numeric. (IGS)