

DEZVOLTAREA FIZICII ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Academician **Sveatoslav MOSCALENCO**

Doctor în științe fizico-matematice **Igor PODLESNÎI**

Doctor în științe fizico-matematice **Evghenii DUMANOV**

Valentina BAJIREANU

Institutul de Fizică Aplicată al AȘM

Înainte de cel de-al Doilea Război Mondial putem menționa activitatea astrofizicianului basarabean Nicolae Donici, care a fost pionier al astrofizicii în prima jumătate a sec. XX, fiind bine cunoscut și respectat de specialiști. În anul 1908, el a construit pe cont propriu observatorul astrofizic de la Dubăsarii Vechi, înzestrat cu cel mai modern aparat științific de pe atunci și acreditat internațional. Astronomul vedea fenomenele din natură în strânsă legătură între ele, încerca să le încadreze în canavaua fenomenelor universale, dorea să găsească legătura dintre cutremurele terestre și cele solare.

Nicolae Donici a înțeles că fără o știință avansată nu poate exista un învățământ prosper, că școala trebuie să urmeze știința în toate privințele la distanță mică. Această informație a fost publicată în cartea *Elanul tinereșc și visul cutezător al astrofizicianului Nicolae Donici, cititorul unei citadele științifice la Nistru*, editată în anul 2015 de Biblioteca IDIS „Viitorul” și semnată de doctorul în științe fizico-matematice Ion Holban și Mugur Ioan Grigoriță.

În linie ascendentă, fizica în Republica Moldova a început să se dezvolte după cel de-al Doilea Război Mondial, începând cu anul 1946, când a fost întemeiată Universitatea de Stat din Moldova (USM) și organizate primele institute academice.

În mare parte, fizica moldovenească este centrată

pe domeniul stării condensate și are ca obiect de studiu nanotehnologii bazate pe procesele electronice în microunivers, descrierea și perceperea cărora poate fi făcută numai pe baza mecanicii cuantice. Ideile principale ale mecanicii cuantice sunt existența cuantelor de energie în procesele de interacțiune, idee formulată de Planck, și dualismul unda-particulă, idee formulată de de Broglie. Una din consecințele uimitoare ale acestor particularități s-a dovedit a fi interdependența a doi fotoni, fiecare cu polarizare circulară, însă cu polarizarea totală zero care se păstrează chiar și atunci când fotonii sunt despărțiți și duși prin ghiduri optice la distanțe de kilometri unul de altul. Pe această proprietate se bazează criptografia cuantică.

Datorită proprietăților undulare, electronul, dacă are de parcurs un drum din punctul S în punctul O, se mișcă nu numai pe o traiectorie, ci concomitent pe toate traiectoriile posibile. Se adună amplitudinile după toate traiectoriile posibile, după cum a stabilit Feynman (figura 1). Vorbind la figurat, dacă electronul ar fi președintele AȘM, atunci din ușa de intrare în bloc și până la cabinetul său el ar trece concomitent prin toate etajele, coridoarele, birourile și, ajungând la masa sa de lucru, ar fi avut informația despre tot ce se face în întreaga instituție. De aici se vede eficiența uimitoare a proceselor cuantice în microunivers și posibilitățile extraor-

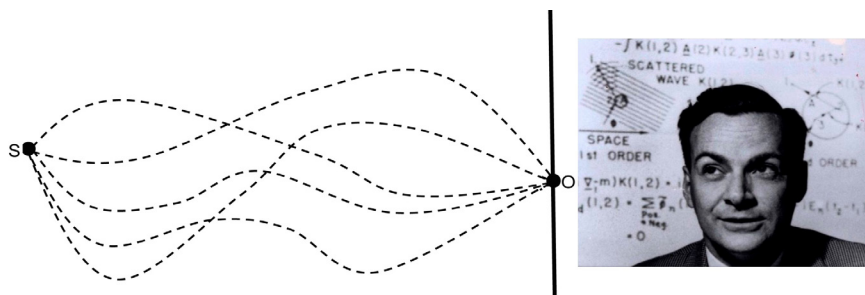


Figura 1. Mișcarea electronului concomitent pe multe traiectorii alternative descrisă de Richard Feynman

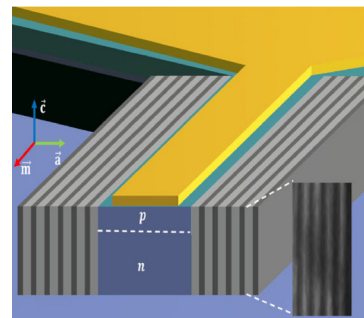


Figura 2. Laserul polaritonic

* Rubrica inserează un set de articole scrise în baza prelegerilor susținute la 16 iunie 2016, în cadrul Conferinței științifice „Academia de Științe a Moldovei: Evoluție, instituționalizare, personalități (1946–2016)”. Conferința a fost dedicată aniversărilor a 70-a de la crearea primelor instituții de cercetare și a 55-a de la fondarea Academiei de Științe a Moldovei.

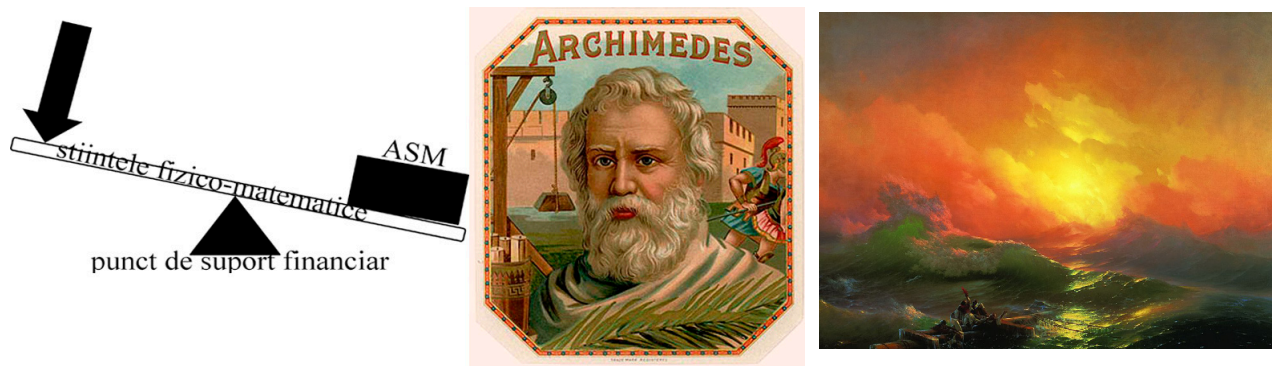


Figura 3. În ultimii 10 ani rolul fizicii în AȘM a fost diminuat. E o greșeală strategică care trebuie corectată.

dinare ale nanotehnologiilor în comparație cu procesele din macrounivers bazate pe mecanica lui Newton. Iată de ce, în structuri semiconductoare minuscule de mărimea diodei pot fi organizate procese cum ar fi, de exemplu, laserul polaritonic și poate fi observată chiar și la temperaturi de cameră suprafluiditatea polaritonilor excitonici în microcavități (figura 2). La realizarea acestei performanțe uimitoare a fizicii contemporane au contribuit și fizicienii moldoveni. Să luăm aminte că pentru a observa suprafluiditatea heliului lichid avem nevoie de încăperi, containere, frigider, echipament complicat.

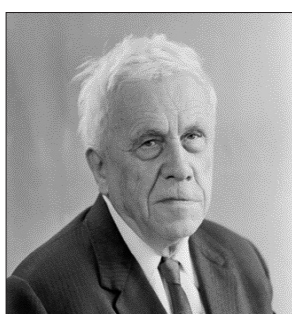
Din această scurtă introducere rezultă două concluzii. Prima este necesitatea studierii mecanicii cuantice în universități în formatul 4+2, nu 3+2, după cum se face astăzi la Universitatea de Stat din Moldova, introducând cursuri fundamentale de mecanică cuantică. Și a doua concluzie este de a folosi mecanica cuantică în toate științele naturale care au de a face cu nanoteh-

nologii și procese în microunivers. Este necesară restabilirea rolului primordial al științelor fizico-matematice care este pârghia principală în a ridica nivelul tuturor științelor naturale. Parafrazând cunoscutul aforism al lui Arhimede – „Dați-mi un punct de sprijin și eu voi ridica pământul” –, putem spune că dacă ar fi un punct de sprijin financiar, științele fizico-matematice ar ridica nivelul științific și în Academie, și în țară (figura 3).

După cum am spus, activitatea fizicienilor noștri este concentrată într-un domeniu actual cu mari perspective pentru prezentul și viitorul științific cultural și economic al Republicii Moldova. Însă trebuie să ne dăm seama că activitatea științifică în acest domeniu în care sunt concentrate eforturile celor mai performante laboratoare, instituții și centre științifice din lume este conjugată cu o competiție aprigă, cu necesitatea de a lua în considerare un val enorm de informație, de a satisface cerințele înalte față de rezultatul științific. Orice rezultat obținut se supune verificărilor, completărilor, contrapu-



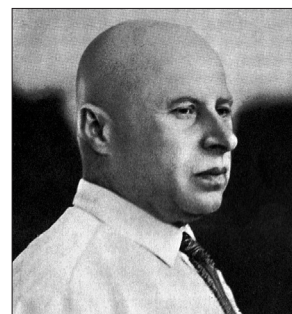
Acad. J. I. Alferov



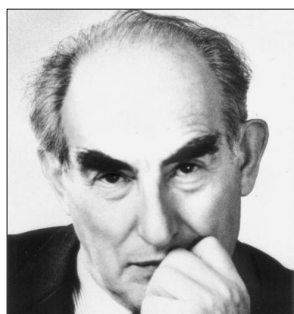
Acad. N. V. Belov



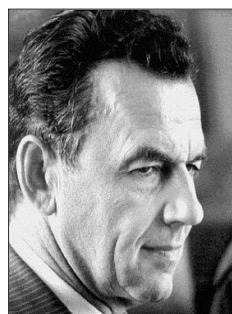
Acad. N. N. Bogoliubov



Acad. A. S. Davidov



Acad. V. L. Ghinzburg



Acad. R. V. Hohlov



Acad. L. V. Keldiș



Acad. A. M. Prohorov

Figura 4. Galeria de somități în știință care au contribuit esențial la dezvoltarea fizicii în Republica Moldova

nerilor în alte laboratoare. Or, este confirmat, precizat, ori e respins și numai ceea ce a rezistat tuturor acestor verificări rămâne în tezaurul fizicii contemporane. Și e firesc, pentru că legitățile naturii sunt unice pentru toți.

Putem spune că cercetătorul științific se simte ai-doma naufragațiilor de pe tabloul lui I. Aivazovskii *Al nouălea val*, unde torța aprinsă simbolizează ideea sau rezultatul științific supus încercărilor sub presiunea valului enorm de informație și e bine când rămân măcar bărnele din construcția inițială a rezultatului științific scontat. Posibil că acest tablou simbolizează starea de azi a științei fizice moldovenești, a multor subdiviziuni din AȘM. Să sperăm că zarea aurie din spatele celui de-al nouălea val ne va aduce un viitor mai bun.

Fizicienii din Republica Moldova, majoritatea dintre ei fiind absolvenți ai universităților din țară, au reușit în scurt timp să se încadreze în procesul de cercetare la frontiera științei, să se familiarizeze cu rezultatele științifice de ultimă oră datorită ajutorului generos din partea Academiei de Științe a fostei URSS, datorită doctoraturii și stagiilor la Institutul Fizico-Tehnic „A. F. Ioffe” din Leningrad, la Universitatea de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova, în Institutul de Fizică „P.N. Lebedev” din Moscova, la Institutul Unit de Cercetări Nucleare (IUCN) din Dubna, la Institutul de Fizică Teoretică „N.N. Bogoliubov” din Kiev și altele. Să ne amintim de sprijinul acordat de personalitățile eminente, cum ar fi academicienii J. I. Alferov, N. V. Belov, N. N. Bogoliubov, A. S. Davîdov, V. L. Ghinzburg, R. V. Hohlov, L. V. Keldîș, A. M. Prohorov (figura 4, foto în ordine alfabetică). Academicienii Jores I. Alferov, Vitalii L. Ghinzburg și Alexandr M. Prohorov, sunt laureați ai premiului Nobel și împreună cu academicianul Leonid V. Keldîș sunt membri de onoare ai AȘM.

REGIMENTUL NEMURITOR AL FIZICIENILOR DIN MOLDOVA

Informația, expusă în acest compartiment, este consacrată rezultatelor principale ale fizicienilor moldoveni pe parcursul ultimilor 70 de ani și rezumă în mare măsură datele vaste și multilaterale, acumulate și publicate de acad. Mircea Bologa în revista *Электронная обработка материалов*, editată de Institutul de Fizică Aplicată (IFA) al AȘM, în 2013 (Ref. 1). Ne-am folosit, de asemenea, de informația din ediția specială a Universității Tehnice a Moldovei din 2014 (Ref. 2) și din referințele (Ref. 3-5).

I. O direcție magistrală a științei moldovenești este fizica semiconductorilor. Aceasta își ia începutul de la catedra organizată în USM de prof. univ. Mihail V. Kot, cu timpul specializată în domeniul semiconductorilor binari, ternari și cuaternari. Prof. univ. Mihail V. Kot are merite în elaborarea tehnologiilor de obține-

re a straturilor de semiconductori, a heterojuncțiilor metal-dielectric-semiconductor, metal-semiconductor, semiconductor-dielectric semiconductor în baza compușilor II-VI și III-V. Timp de 14 ani prof. univ. M.V. Kot a condus departamentul de fizică experimentală în cadrul USM. A inițiat sintetizarea și cercetarea straturilor subțiri ale semiconductorilor binari de tip II-VI și III-V. Aceste cercetări erau printre primele în URSS și, posibil, în lume. A pregătit 300 de specialiști, 20 dintre discipolii săi au devenit doctori habilitat, inclusiv șase academicieni: A. Andrieș, E. Arușanov, M. Bologa, D. Ghițu, S. Rădăușanu, A. Simașchevici și m. c. I. Geru [3, 4]. Eforturile academicienilor Sergiu I. Rădăușanu, Alexei V. Simașchevici, Ernest K. Arușanov, Leonid L. Culiuc, membrilor corespondenți Teodor Șișianu, Valentin V. Sobolev, profesorilor universitari Ion Andronic, Eugeniu Gheorghîță, Dmitrii Nedeoglo, Lev M. Panasiuc, Nicolae Sirbu, Valeriu Mușinschii, Mihael Caraman, Victor Șontea, Petru Gașin, Petru Gaugaș, Dormidont Șerban, doctorilor habilitați în științe fizico-matematice Vladimir Țurcan, Vasile Jitari, doctorului habilitat în științe tehnice Emil Rusu, doctorilor în științe fizico-matematice Alexandr Nateprov, Victor Tazlavan, Andrei Țurcan și altora au contribuit la faptul că fizica semiconductorilor a devenit ramura principală a fizicii din Republica Moldova și continuă să se dezvolte în USM, UTM, Universitatea din Tiraspol, Universitatea „Alec Russo” din Bălți, IFA, Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii (IIEEN) „Dumitru Ghițu” al AȘM [3,4].

În AȘM și în Institutul de Fizică Aplicată, cercetările în aceasta direcție au fost inițiate și organizate de acad. Sergiu Rădăușanu, fiind continuate de succesorii săi, academicienii Ernest Arușanov, Leonid Culiuc și Alexei Simașchevici, asistați de câteva generații de colaboratori. Astfel, studiind semiconductorii ternari de tip Zn (In, Ga)₂C₄ și Cd (In, Ga)₂C₄, au fost evidențiate fenomenele de politipie structurală, de memorie optică, de generare a luminii coerente laser. Au fost sintetizați semiconductorii magnetici. A fost descoperit un grup nou de materiale semiconductoare cu structură de șpinel de tip CdCr₂Sn₄ cu proprietăți fotomagnetice. Au fost sintetizate structuri de tip Zn₂In₂S₅ necesare pentru dispozitivele fotoelectrice, compuși ternari pe baza calcogenizilor de molibden. Au fost sintetizați și studiați semiconductorii de tip Cu(In, Ga)₃Se₅ cu eficacitate înaltă la transformarea energiei solare în cea electrică. Cercetările experimentale au fost suplimentate cu cele teoretice ale structurii benzilor energetice proprii și celor create de impurități, cum ar fi cazul cristalului αZnAl₂Sn:V³⁺. Au fost calculate dependențele spectrale ale indicilor de refracție, ale coeficienților de absorbție și reflexie într-un interval larg de energii 0,8-4,5 ev. Au

fost studiate experimental spectrele de fotoluminescență, de împrăștiere Raman ale cristalelor cuaternare de tip $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. În cristalele binare de tip $A^{\text{II}}B^{\text{V}}$ au fost depistate oscilațiile Șubnikov-de-Haas, rezonanța ciclotronică, oscilațiile magneto-fotonice, împrăștierea combinată Raman și altele.

Sub conducerea acad. Alexei V. Simașchevici, cu participarea prof. univ. Dormidont Șerban și a dr. în științe fizico-matematice Leonid Bruc au fost elaborate celule solare de transformare a energiei solare în cea electrică pe baza structurilor cu barieră electronică de tip metal-dielectric-semiconductor. În acest scop a fost elaborată o metodă de sedimentare pe o placă de siliciu a straturilor de tip SnO_2 și $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ străvezii în partea vizibilă și infraroșie apropiată a spectrului radiației solare și, în același timp, bune conductoare de electricitate. Eficacitatea transformărilor fotoelectrice unifaciale a ajuns la 15,8%, iar a celor bifaciale până la 23%. Cristalele antiferomagnetice frustrate de tip spinel ZnCr_2Se_4 sintetizate de dr. hab. în științe fizico-matematice Vladimir V. Țurcan în Laboratorul de Fizică a Semiconductoarelor au dat dovadă de o proprietate magnetică și termodinamică neobișnuită, cum este multiferoiditatea, care se datorează apariției polarizării dielectrice induse de orânduirea spinilor. Această proprietate se folosește în sistemele cu memorie.

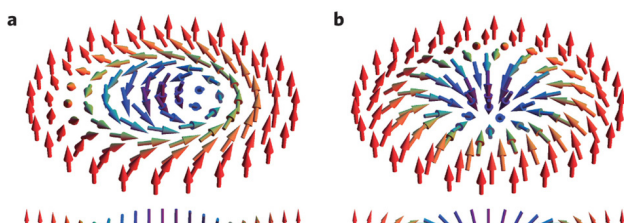


Figura 5. Rețele skirmionice de tip Bloch (a) și de tip Neel (b)

Rețeaua skirmionică este un aranjament periodic din vârtejuri din electroni cu spini. Astfel de rețele au fost recent depistate în diferite cristale magnetice, majoritatea cărora cu structură chirală (adică cu suciri ale unui plan cristalin față de altul). Ele se numesc rețele de tip Bloch. În lucrările teoretice de pionierat ale lui Bogdanov, Iablonskii și Hubert a fost indicată posibilitatea de a obține rețele skirmionice și în cristale magnetice fără chiralitate, însă polare, adică fără centru de inversie cu simetrie C_m . Un astfel de cristal magnetic de tip GaV_4S_8 cu simetrie romboedrică C_{3v} a fost sintetizat în IFA de dr. hab. în științe fizico-matematice Vladimir V. Țurcan și studiat în Centrul pentru corelații electronice și magnetism din Universitatea din Augsburg, Germania, ceea ce a condus la descoperirea unui nou tip de rețea skirmionică de tip Neel în care spinii se rotesc în plan radial, spre deosebire de cazul Bloch în care spinii se rotesc în plan tangențial (figura 5).

În ultimii ani, academicianul Ernest K. Arușanov acordă o atenție deosebită sintetizării și determinării proprietăților fizice ale calcogenurilor ternari, silicidelor, chesteriților și compușilor Hensler în formă de nanocristale care prezintă interes în calitate de materiale pentru fonică, spintronică, fotovoltaică, termoelectricitate și fotoelectrozi. Cercetările se efectuează în colaborare strânsă cu savanții din Europa Occidentală, în special din Germania, Franța și Spania. Granturile obținute din străinătate permit colaboratorilor, și mai cu seamă tinerilor, să efectueze cercetări în universitățile și centrele științifice vest-europene și să-și publice rezultatele științifice în revistele de prestigiu.

Acad. Leonid Culiuc a dezvoltat spectroscopia laser a cristalelor folosind metode originale, cum ar fi generarea armonicii a doua a luminii laser ș. a.

În cadrul USM au fost studiate în continuare mecanismele de transport al electronilor, electroluminescența, influența iradierii materialelor asupra conductibilității, efectele fotovoltaice în baza heterojoncțiunilor formate din compuși semiconductori și în baza siliciului. Au devenit profesori universitari Petru Gașin, Petru Gaugaș, Dormidont Șerban, Dmitrii Nedeoglo și Larisa Bocicariova. Succesor al prof. univ. Mihail V. Kot este actualul acad. Alexei V. Simașchevici, care a condus catedra timp de 28 de ani. Succesorul acad. Alexei V. Simașchevici este prof. univ. Dmitrii Nedeoglo, care a elaborat materiale pentru înregistrarea informației optice cu rezoluție spațială și cu sensibilitate holografică. Prof. univ. Dmitrii Nedeoglo și acad. Ion Tighineanu au elaborat tehnologia de sintetizare a suporturilor semiconductoare cu conductibilitate înaltă, a straturilor poroase nano-tubulare care se întrebunțează în calitate de nano-matrici, de materiale nano-compozite și elemente voltaice. Prof. univ. Lev M. Panasiuc a dezvoltat, în cadrul USM, tehnologiile fototermoplastice de înscriere a informației [3, 4].

II. Acad. Dumitru Ghițu a organizat Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii (IEN) care-i poartă astăzi numele. Împreună cu dr. hab. în științe fizico-matematice Albina A. Nicolaeva și dr. Leonid Konopko au studiat fenomenele de transport galvanice și termomagnetice în mediile anizotrope cu micro și nanofire cu structuri bimetalice, în semiconductorii cu banda energetică interzisă îngustă și în supraconductori. Au fost descoperite efecte dimensionale și fenomenul de cuantificare a torentului magnetic în firele monocristaline de bismut. În cercetările multilaterale au luat parte doctorii habilitați în științe fizico-matematice Pavel Bodiș, Teodor Munteanu, Nicolae Popovici, Anatolii Ivașchenko, doctorii în științe fizico-matematice Elena Condrea, Vasile Dolma, Dragoș Miglei, Stepan Muntean și alții.

Acad. Valeriu Canțer a dezvoltat direcția științifică numită „Fizica materialelor și nanostructurilor neconvenționale și ingineria electronică” și a creat o școală științifică în cadrul căreia au fost susținute 12 teze de doctor și de doctor habilitat. A fost elaborată teoria fenomenologică a fenomenelor galvanomagnetice în cristalele anizotrope și teoria microscopică a fenomenelor cinetice în semimetale în cazul câmpurilor magnetice fără cuantificare Landau. Cercetările experimentale ale fenomenelor de transport în cazul câmpurilor magnetice puternice au adus la descoperirea oscilațiilor cuantice gigantice ale forței electromotrice magnetotermice. A fost elaborată teoria stărilor locale de tip cvazirezonanță și a stărilor de impurități în semimetale. Au fost sintetizate soluții solidificate cu spectru energetic inversat și cu trecerea dublă prin starea fără gap energetic. Au fost observate oscilații în cuantificarea torentului magnetic în starea normală a metalului. Investigarea fenomenelor de ordonare și de coexistență a mai multor faze în rețeaua unui compus și concepția de ierarhizare a acestor ordonări a permis acad. Valeriu Canțer să identifice efectele de inversie ordinară și dublă a spectrelor energetice electronice în aliaje de semiconductori cu simetrie diferită generate de interacțiunea spin-orbită și deformarea elastică și să determine mecanisme noi de geneză a stărilor electronice de interfață. El a lansat ideea de creștere a eficacității termoelectrice prin acțiunea sinergetică a efectelor de câmp electric și de cuantificare dimensională. A propus metoda de concreștere epitaxială a materialelor cu diferență mare a constantelor rețelelor cristaline bazată pe ajustarea domnelor.

M. c. Anatolie S. Sidorenco, directorul actual al Institutului de Inginerie Electronică și Nanotehnologii (IEN) „Dumitru Ghițu”, a descoperit și studiat fenomenul de restabilire dublă a supraconductibilității în structurile stratificate „supraconductor-feromagnet” de tip $Nb/Cu_{11}Ni_{59}$. A fost observată experimental dependența nemonotonică a temperaturii critice $T_c(d_F)$ de grosimea stratului feromagnetic d_F , care în cazul dat coincide cu d_{CuNi} . Măsurătorile au fost făcute la diferite grosimi ale stratului supraconductibil de Nb și anume la trei valori ale lui d_{Nb} . Interpretarea datelor experimentale se face pe baza efectului Fulde-Ferell-Larkin-Ovcinikov.

III. Acad. Andrei Andrieș a fondat în Republica Moldova o direcție nouă în fizica stării condensate legată de studierea semiconductoarelor amorfe sticloși, necristalini, necesari pentru înscrierea informației în optoelectronică. Această direcție completează foarte reușit fizica semiconductoarelor cristalini, cercetările în domeniul căreia au fost descrise mai sus.

Acad. Andrei Andrieș, colaboratorii și continu-

atorii săi, prof. univ. Mihai Iovu și dr. în științe fizico-matematice Elena Achimova, au efectuat cercetări fundamentale și aplicative ale materialelor amorfe, necristaline sticloase. S-a început cu creșterea și sintetizarea lor în formă de sticle calcogenice dopate cu elemente metalice și ale pământurilor rare, în formă de compuși As_2S_3 sau straturi subțiri amorfe cu mari suprafețe pentru înregistrarea electrofotografică, fototermoplastică și golografică. Au fost sintetizate structuri planare în formă de ghiduri optice sau nanocompoziți sticloși cu participarea sticlelor sulfice, selenide și germanate. Au fost obținute pelicule subțiri cu nanodimensiuni ale semiconductoarelor calcogenizi sticloși cu o transparență mare într-un spectru larg al undelor solare.

Pentru a înțelege procesele optice electrochimice care au loc sub influența lumini s-au studiat stările locale, distribuirea lor în sisteme, mecanismele de transport și de recombinare ale încărcăturilor electrice. Au fost elaborate modele teoretice noi pentru a descrie și a explica fenomenele optice fotoinduse și acele schimbări fotostructurale care determină fotosensibilitatea materialelor. A fost elaborat un interferometru computerizat și un sistem de dirijare a fascicolului electronic pentru a înscrie hologramele difracționale pe suprafața peliculelor formate din polimeri semiconductori sticloși. În cadrul școlii științifice create de acad. Andrei Andrieș, în diferite perioade de timp au activat doctorii habilitați în științe fizico-matematice Serghei Șutov, Mihai Iovu, Aurel Popescu, Artur Buzdugan, Valentin Ciumaș, doctorii în științe fizico-matematice Elena Achimova, Victor Verlan, Valeriu Bivol, Ion Cojocaru, Andrei A. Simașchevici, I.P. Culeac, Maria Iovu și alții.

Prof. univ. Dumitru Țiuleanu, de la Catedra de Fizică a UTM, conduce Laboratorul de Cercetare a proprietăților fizice ale semiconductoarelor necristalini. În cadrul acestuia au fost efectuate investigații fundamentale și aplicative în domeniul fizicii stării necristaline a corpului solid în sisteme binare, ternare și cuaternare.

A fost realizată experimental tranziția monotonă a structurii sticlei calcogenice de la configurația trigonală la cea tetraedrică, în paralel fiind cercetată variația proprietăților fizice, inclusiv a spectrului energetic al electronilor. Pentru prima dată a fost descoperit fenomenul transformărilor chimice electrostimulate la interfața sticlei semiconductoare calcogenice cu metalele, ceea ce duce la variația proprietăților fizice ale joncțiunilor metal-sticlă calcogenică. Acest fapt este utilizat la înscrierea informației optice.

Un alt fenomen asemănător este deformația electrostimulată a suprafeței joncțiunii care poate fi dirija-

tă prin acțiunea factorilor externi.

M.c. Teodor Șișianu a fondat la UTM, în anii 1965–1966, o școală științifică în domeniul microelectronicii în cadrul Catedrei Microelectronică și inginerie biomedicală. Astfel, au fost organizate centre și laboratoare de cercetări științifice în care au activat m. c. Sergiu Dimitrachi, profesorii universitari Nicolae Sîrbu, Viorel Trofim, Victor Șontea, Sergiu Șișianu, doctorii conferențieri N. Armencea, T. Chițul, N. Negrescul și alții.

IV. Acad. Ion Tighineanu, cu susținerea financiară din partea fundațiilor CRDF-MRDA și Alexander von Humboldt din Germania, a inițiat în Republica Moldova dezvoltarea nanotehnologiilor nelitografice, creând o bază științifică materială care a îmbrăcat forma unui Centru Național de Studiu și Testare a Materialelor pe lângă Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), înzestrat cu utilaj tehnologic și microscopie electronice moderne. Concomitent, a fost fondată o școală științifică exponenții căreia sunt dr. hab. în științe fizico-matematice Veaceslav Ursachi, precum și doctorii în științe Veaceslav Popa, Eduard Monaico, Olesia Volciuc, Lili-an Sîrbu, Mihai Enachi ș. a.

Prin urmare, a fost elaborată concepția nanostructurării dirijate a materialelor semiconductoare care constă în înscrierea directă a unei sarcini negative pe suprafața compusului semiconductor cu ajutorul unui fascicul focalizat de ioni. Iradierea schimbă local proprietățile semiconductorului și împreună cu prelucrarea electrochimică ulterioară creează condiții pentru nanostructurare și autoorganizare. Pentru a elabora structuri periodice poroase tridimensionale fără utilizarea măștilor litografice a fost aplicată modularea în timp a potențialului electric. În cadrul realizării proiectelor naționale și internaționale au fost elaborate nanotuburi, nanofire și nanodoturi, membrane ultrasubțiri, inclusiv membrane nanostructurate, nanocompoziți creați din polimeri și compuși poroși, rețele ordonate din nanotuburi metalice cu învelișuri semiconductoare, lentile concave de tip „ochiul peștelui”, dispozitive

de tip memristor, aerogeluri carbonice ornamentate cu nanodoturi semiconductoare pentru aplicații optoelectronice, fotonice, biomedicale și altele. Un exemplu elocvent de elaborare nanotehnologică cu mari perspective pentru utilizare în biomedicină este micro-motorul constituit din nanotuburi de TiO_2 care, datorită efectului colectiv, demonstrează capacitatea de a transporta particule sub acțiunea radiației UV. Nanotehnologiile elaborate de acad. Ion Tighineanu și echipa sa au fost apreciate în repetate rânduri de prestigiosul portal NanoTechWeb.org din Marea Britanie, unele dintre ele fiind plasate pe copertele revistelor științifice internaționale din domeniu (figura 6).

V. Activitatea acad. Tadeuș Malinovskii și m. c. Ion Diaconu, continuată de doctorii în științe fizico-matematice Iurie A. Simonov și Victor A. Kravțov, a fost concentrată în cadrul Laboratorului Metodele fizice de cercetare a corpului solid și se referă la metodele cristalografice și electronografice de determinare a structurii cristalelor, a materialelor nanoporoase, carcaselor metalografice, a clusterilor polimerici, sistemelor polinucleare cu nanodimensiuni, sistemelor din chimia supramoleculară. Toate aceste cercetări ale corelațiilor existente dintre structură și proprietățile fizico-chimice sau biologice ale materialelor formează o direcție a științei contemporane care poate fi numită ingineria cristalelor. Au fost dezvoltate principiile ei pentru determinarea designului preparatelor cu multe componente, carcaselor metaloorganice ale materialelor nanoporoase, sistemelor polinucleare cu nanodimensiuni. Cercetările au fost realizate cu participarea doctorilor în științe fizico-matematice Pavlina Buroș, Iurii Ciuracov, Gheorghe Chiose, Lilia Croitoru, Marina Fonari, Mark Mazus, Piotr Petrenko, Galina Volodina. Acest compartiment al științei fizice autohtone completează și este necesar pentru dezvoltarea cu succes a altor compartimente descrise în acest articol.

Vom menționa generalizarea și dezvoltarea metodelor de descifrare a structurii cristaline de către dr. hab. în științe fizico-matematice Victor N. Biiușkin, care a introdus funcția dublă a lui Patterson, precum și performanța uimitoare a dr. în științe fizico-matematice Iu. A. Simonov care a pregătit 14 doctori în științe, el însuși neavând timp să-și prezinte materialele pentru a obține gradul științific de doctor habilitat.

O altă direcție științifică menită să completeze studiul multilateral al cristalelor și altor materiale a fost fondată, organizată și dezvoltată de prof. univ. Iulia S. Boiarskaia și continuată în prezent de doctorii habilitați în științe fizico-matematice Daria Z. Grabco și Raisa P. Jitaru și de dr. în științe fizico-matematice Olga Șișimaca. Acesta este unicul laborator în Republica Moldova care studiază proprietățile

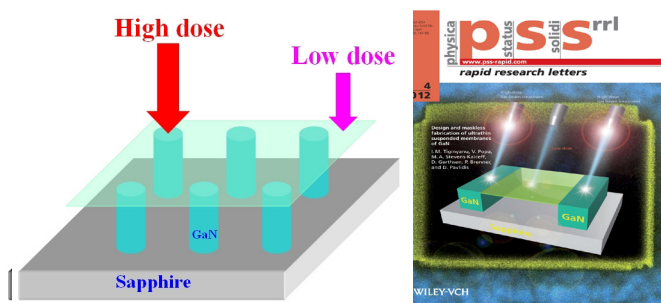


Figura 6. Nanotehnologiile elaborate de acad. I. Tighineanu și echipa sa pe copertele revistelor internaționale

mecanice, dislocaționale ale cristalelor și ale altor materiale. Cu aportul doctorilor habilitați Daria Z. Grabco și Raisa P. Jitaru, a doctorilor în științe fizico-matematice Margarita Valicovskaia, Moisei Kaț, Svetlana Șutova, Natalia Palistrant, Maria Dîntu, a colaboratorilor Maria Medânschi și Elena Purici au fost acumulate date multilaterale privind structura dislocațională a amprentelor formate în timpul indentării. Interpretarea lor teoretică a permis profesoarei Iulia S. Boiarskaia să elaboreze modelul curgerii plastice a materialului în procesul de indentare a cristalelor luând în considerare geometria planurilor de alunecare și de coeziune. A fost lansată concepția despre deformații lente cu acumulare și impulsive și descoperit fenomenul deformației prelungite care continuă în aceeași direcție după scoaterea indenturii. A fost introdusă noțiunea de pseudomobilitate a dislocațiilor.

M. c. Valentin V. Sobolev a organizat Laboratorul de Optică a cristalelor la temperaturi joase studiind spectrele lor energetice proprii, tranzițiile cuantice inter-bandă și spectrele lor excitonice.

VI. M. c. Iurie E. Perlin a fondat Catedra de Fizică teoretică a USM. A elaborat teoria formei liniilor de luminiscentă ale impurităților în cristale, inclusiv lățimea lor spectrală, deplasarea lor în funcție de temperatură și despicierea lor sub influența efectului Stark. A descris teoretic procesele de transfer ale excitărilor electronice între centrele de activare care aduc la pomparea nivelelor energetice generatoare de lumină laser, precum și ale tranzițiilor de relaxare între centre în prezența radiației de înaltă densitate. În componența Catedrei de Fizică teoretică au activat profesorii universitari Evghenii Pokatilov, Ghenadii Șmeliov, Vladimir Fomin, doctorii în științe fizico-matematice Viorel Enachi, Simion Ghifeisman, Lidia Harcenko, Sofia Klokișner, Serghei Klimin, Sergiu Balaban, Serghei Boldarev, Vladimir Vibornov, Iulia Malcoci, Marina Zencenco, Elena Prepelița, Irina Belinscaia, Elena Kiseliova. Până în anul 1961 au lucrat la catedră doctorii în științe fizico-matematice Vsevolod Moscalenco și Iulia Boiarskaia. Au predat cursuri speciale în perioada anilor 1980–1994 profesorii universitari Piotr Hadji, Sveatoslav Moscalenco și Boris Țukerblat.

M. c. Boris S. Țukerblat, prof. univ. Sofia I. Klokișner, doctorii habilitați în științe fizico-matematice Andrei Pali și Serghei Ostrovskii, precum și doctorii în științe fizico-matematice Oleg Reu și Mariana Roman au elaborat modele microscopice ale stărilor cooperative ale cristalelor cu unități structurale în formă de clasteri luând în considerare interacțiunea electronilor din învelișurile exterioare cu fononii acustici și tranzițiile electronilor între ionii metalici. Au fost descrise stările electronice ale magneților monomoleculari și de un singur lanț, sisteme-

le cu stări electronice labile care manifestă crossoverul de spin, tranziții de spin induse de transferul de sarcină, tautomerismul valent, efectul fotocromic, ordonarea structurală și de sarcină, valența mixtă. S-au studiat efectele Jahn-Teller și pseudo-Jahn-Teller în sistemele magnetice. O contribuție semnificativă a fost adusă la dezvoltarea spectroscopiei centrelor de impurități în cristalele dopate. Activitatea științifică a acestui colectiv este reflectată în revistele de profil fizico-chimic de calitate înaltă.

M. c. Evghenii Pokatilov, membrul de onoare al AȘM prof. univ. Vladimir M. Fomin și Laboratorul Fizică și ingineria nanomaterialelor și sinergetica „prof. Evghenii Pokatilov”, întemeiat în 1988 și care poartă numele fondatorului său, au organizat o activitate prodigioasă și multilaterală continuată cu succes de dr. hab. în științe fizico-matematice Denis L. Nica și colaboratorii săi.

La început de cale, m.c. Evghenii P. Pokatilov, împreună cu actualul prof. univ., dr. hab. în științe fizico-matematice Alexandr A. Kliukanov și doctorii în științe fizico-matematice Mihail Rusanov și Kazbek Kabisov au dezvoltat teoria piezopolaronilor în cristalele de volum. M. c. Evghenii P. Pokatilov, în strânsă colaborare cu profesorul american A. Balandin și actualul șef al Catedrei de Fizică teoretică, dr. hab. Denis L. Nica, au studiat spectrele energetice ale fononilor în structurile nanodimensionale, stările energetice ale purtătorilor de sarcină și ale fononilor în structurile multistratificate nanodimensionale, inclusiv teoria conductibilității termice fononice în aceste condiții. Optica neliniară a gazului polaritonice a fost studiată de m. c. Evghenii P. Pokatilov împreună cu actualul profesor, dr. hab. în științe fizico-matematice Vladimir M. Fomin și cu doctorii în științe fizico-matematice Vladimir Gladilin și Serghei Klimin. S-a efectuat optimizarea teoretică a proprietăților electrice, termice, termoelectrice ale grafenului multistratificat, a structurilor plane multistratificate și a nano-firelor bazate pe *Si*, *GaN*, *GaAs* și *InAs*.

Prof. univ. Alexandr A. Kliukanov a elaborat teoria plasmonilor în semiconductori și a studiat tranzițiile cuantice cu participarea plasmonilor.

În cadrul laboratorului a fost dezvoltată teoria interacțiunii undelor electromagnetice milimetrice cu materia vie.

Cercetările experimentale se referă la proprietățile fizice ale peliculelor nano-dimensionale pe baza de oxizi simpli de tip *ZnO*, *SnO₂*, *In₂O₃*, precum și de oxizi compuși ai cobaltitelor stratificate cu formula *MexCoOy*, unde $M_e = Na, Ca, Ni$ sau ai manganelor cu formula $(Cu, Co, Ni, Mn)_3O_4$.

Prof. univ. Vladimir Fomin, membrul de onoare al AȘM, folosind teoria bazată pe integrarea funcțională

după traiectorii studiază proprietățile și fenomenele neliniare optice și de transport cu participarea purtătorilor de sarcină, a polaronilor și excitonilor care au o interacțiune arbitrară cu fononii și excitațiile vibraționale în semiconductori, inclusiv în nanostructurile de tip gropi, fire și puncte cuantice.

Vom remarca cercetările teoretice efectuate în cadrul USM de prof. univ. Florentin Paladi care împreună cu profesorul M. Oguni a descoperit fenomenul de generare și extincție a nucleelor cristaline în lichidele subrăcite la temperaturi joase și a dezvoltat teoria tranzițiilor de fază în prezența unei stări intermediare metastabile.

VII. Acad. Vsevolod Moscalenco, liderul fizicii teoretice în Academia de Științe a Moldovei, a fost întemeietorul și organizatorul departamentului de fizică teoretică în anul 1961 care ulterior, după deschiderea Institutului de Fizică Aplicată, s-a divizat în câteva sectoare teoretice. Meritul excepțional al acad. Vsevolod Moscalenco constă, de asemenea, în organizarea Laboratorului de Teorie a câmpului și a materiei nucleare. Dezvoltarea acestei direcții științifice a permis Republicii Moldova să devină țară fondatoare a Institutului Unit de Cercetări nucleare din Dubna, Rusia, unde acad. Vsevolod Moscalenco timp de 20 de ani a fost reprezentantul plenipotențiar al Republicii Moldova. Această activitate a deschis pentru fizicienii din Moldova posibilitatea de a participa la cercetările fundamentale promovate sub influența școlii de fizică teoretică a fizicianului-teoretician și matematician cu renume mondial N.N. Bogoliubov. Ei au fost antrenați, totodată, în investigațiile teoretice și experimentale la accelerațiile din IUCN.

La aceste cercetări, în diferite perioade de timp, au luat parte doctorii habilitați în științe fizico-matematice Maria Palistrant și Lia Kon, doctorii în științe fizico-matematice Sergiu Cojocaru, Ion Holban, Aurel Marinciuc, Mircea Calpagiu, Mihail Cernei, Dumitru Digor, Leonid Dohotaru, Konstantin Gudima, Mircea Baznat, Corneliu Șochichiu, Andrei Hovorostuhin, Alexandru Parvan, Iurie Pali.

În anul 1958, acad. Vsevolod Moscalenco pentru prima dată a propus teoria supraconductibilității multibandă în care perechile de electroni Cooper aveau posibilitate să treacă prin tunelare dintr-o bandă în alta, ceea ce a generalizat teoria supraconductibilității inițial propusă de fizicienii americani J. Bardeen, L.N. Cooper și R. Schrieffer în 1957 și perfecționată de N.N. Bogoliubov în 1958. Teoria supraconductibilității multibandă a adus la descoperirea de noi legități care într-un mod nu numai calitativ, ci și cantitativ au permis să explice proprietățile supraconductorilor cu temperaturi critice înalte, cum ar fi ceramicele oxide ($T_C = 100K$), compușii intermetalici și supraconductorii cu planuri.

Cercetările fundamentale continuate de prof. univ. Maria E. Palistrant și dr. hab. în științe fizico-matematice Lia Z. Kon s-au soldat cu editarea, în 1983, a monografiei comune a trei autori, V. A. Moscalenco, L. Z. Kon și M. E. Palistrant, *Двухзонная теория сверхпроводников*. Datorită actualității ei, această monografie ulterior, în 2008, a fost tradusă în limbile română și engleză de prof. univ. N. Ciobanu și editată cu finanțarea Societății fizicienilor din România și a Academiei Române (figura 7). Cercetările fundamentale sistematice ale prof. univ. Maria Palistrant și ale colaboratorilor săi au adus la crearea unei școli științifice în această direcție ramificată din domeniul de bază al statisticii cuantice promovat în sectorul de fizică statistică. Conducătorul sectorului, acad. Vsevolod Moscalenco, împreună cu doctorii în științe fizico-matematice Leonid Dohotaru și Dumitru F. Digor și-au concentrat eforturile în special pe problemele sistemelor cu corelări electronice puternice, inclusiv și celor supraconductoare, elaborând metode noi diagramatice atunci când teoria obișnuită a perturbațiilor, care presupune interacțiunea între particule mai slabă decât energia lor cinetică, nu poate fi aplicată atât în cazul echilibrului termodinamic, cât și în sistemele îndepărtate de echilibru. Aceste noi metode diagramatice se bazează pe concepția noilor funcții de corelare de tipul comulanților introduse concomitent cu funcțiile lui Green. În prezent, teoria supraconductibilității multibandă a devenit clasică.

Acad. Sveatoslav Moscalenco, împreună cu reprezentanți ai câtorva generații de fizicieni teoreticieni și experimenter, colaboratori și doctoranzi ai IFA, timp de 50 de ani studiază fizica excitonilor și biexcitonilor de înaltă densitate în semiconductori. Această direcție s-a dovedit a fi o ramură actuală a fizicii stării condensate contemporane dezvoltate în multe centre științifice ale lumii.

Cercetările colective sistematice și îndelungate în

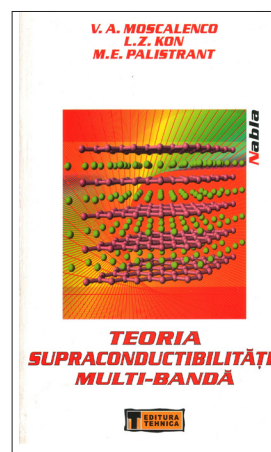


Figura 7. V. A. Moscalenco, L. Z. Kon, M. E. Palistrant. Teoria supraconductorilor multi-bandă. București: Edutura Tehnică, 2008.

aceste centre internaționale s-au soldat cu descoperirea experimentală a biexcitonilor și a fenomenelor de Condensare Bose-Einstein (CBE) și suprafluiditate a polaritonilor excitonici în microcavități. Biexcitonii, sau moleculele de excitoni, au fost descoperiți experimental în cristalele *CuCl* și *CuBr* în anii 1968–1970 și în cristalele *Ge* și *Si* în anul 1975. Fenomenele de CBE și de suprafluiditate a excitonilor au fost descoperite și studiate experimental în varianta polaritonilor excitonici în microcavități începând cu anul 2006, ceea ce a adus la elaborarea laserului polaritonic în 2014.

În cadrul IFA al ASM, la aceste cercetări în diferite perioade de timp au luat parte profesorii Piotr I. Hadji, Igor V. Belousov, Anatol H. Rotaru, dr. hab. în științe fizico-matematice Ana I. Bobrișeva, m. c. Ion I. Geru, doctorii în științe fizico-matematice Mircea I. Șmiglic, Mircea F. Miglei, Alexandru S. Rusu, Spiridon S. Rusu, Porfir I. Bardețchii, Alexandr V. Leleacov, Serghei I. Gaivan, Galina D. Șibarșina, Veaceslav R. Misko, Elena S. Kiseliova, Evghenii V. Dumanov, Igor V. Podlesnii și alții. A fost organizat și un grup de experimenteratori cu participarea doctorilor în științe fizico-matematice Igor I. Dobinda, Igor Razdobreev, Iurii Șekun, Valentin N. Ciumaș, colaboratorilor Ion Cojocar și Vladimir I. Pavlenko. La baza acestor cercetări au stat două concepții formulate în anii 1958–1962 și anume despre biexcitoni și despre Condensarea Bose-Einstein (CBE) și suprafluiditatea excitonilor și biexcitonilor în semiconductori, adică a cvasiparticulelor cu durată finită de viață în stare de cvasiechilibru îndepărtată de echilibrul termodinamic.

Treptat, cercetările teoretice în cadrul acestei tematici s-au ramificat și datorită activității prodigioase a prof. univ. Piotr I. Hadji s-a creat o direcție nouă de cercetare care cuprinde procesele de propagare coerentă și neliniară a undelor electromagnetice în corpurile solide în regiunea excitonică a spectrului, inclusiv în caplere și în ghidurile optice, precum și a undelor materiei în cazul CBE a atomilor și moleculelor în capcane. Acestea din urmă pot fi numite drept suprachimie ultrarece coerentă. În urma cercetărilor a fost creată o școală științifică de sine stătătoare, în cadrul căreia au fost pregătiți 17 doctori în științe fizico-matematice și încă doi și-au prezentat tezele spre susținere.

Totodată, direcția inițială de cercetare și-a continuat dezvoltarea, concentrându-se pe sistemele electron-gol bidimensionale sub influența câmpurilor magnetic și electric perpendiculare la suprafața stratului. Aceste investigații sunt continuate începând cu anii 2000 în colaborare cu profesorii Mihail A. Liberman (Suedia), Tugrul Hakioglu (Turcia), Boris V. Novikov (Rusia), iar rezultatele obținute în perioada anilor 1960–2000 au fost generalizate în monografia *Bose-Einstein Condensation of excitons and biexcitons and coherent, nonlinear*

ar optics with excitons, scrisă împreună cu profesorul David W. Snoke de la Universitatea din Pittsburg, SUA, și publicată de Cambridge University Press în 2000.

Acad. Victor A. Covarskii, împreună cu colaboratorii săi, doctorii habilitați în științe fizico-matematice Elerlanj P. Sineavskii, Izeaslav A. Ceaicovskii, Naum Perelman, Evghenii Perlin, Serghei L. Piskin, doctorii în științe fizico-matematice Ilia Averbuh, Ion A. Damaschin și alții, au studiat teoretic și experimental procesele cinetice și optice în cristalele cu impurități, în atomi și în sistemele biologice, în special în prezența luminii laser.

Acad. Victor A. Covarskii a elaborat teoria tranzițiilor multifotonice în atomi, a evidențiat influența statisticii fotonilor asupra tranzițiilor cuantice, a prezis existența sateliților fotonici în spectrele optice ale centrelor de impurități. Acad. Victor A. Covarskii și prof. univ. Elerlanj P. Sineavskii, renunțând la aproximația Kondon, au reușit să explice existența probabilităților gigantice de acaparare a electronilor liberi de către centrele de impurități. Prof. univ. Elerlanj Sineavskii a explicat fenomenele termoelectrice care apar în firele cuantice de bismut, în prezența câmpurilor exterioare electric și magnetic, precum și proprietățile optice ale moleculelor eximere sub influența radiației laser luând în considerare stările comprimate fotonice. Dr. în științe fizico-matematice Ilia Averbuh și dr. hab. în științe fizico-matematice Naum Perelman au studiat dinamica pachetelor undulare în stările excitate înalte ale atomilor și moleculelor. Acad. Victor Covarskii, doctorii habilitați în științe biologice Valentin Covarskii și Eduard Kazanțev, dr. în științe biologice Boris Filip și alții, studiind procesele cuantice sub influența luminii laserului în sistemele biologice, au reușit să ajungă la aplicații practice măbind randamentul făinii de porumb ca hrană pentru păsări.

Dr. hab. în științe fizico-matematice Mihai A. Macovei, directorul actual al IFA al AȘM, împreună cu colaboratorii săi din Laboratorul de Nanofotonică doctorii în științe fizico-matematice Viorel Giornea, Porfir Bardețchii și Corneliu Gherman, studiază procesele cuantice în sistemele opto-electro-mecanice bazate pe nanotehnologii care formează o punte între micro și macrounivers. Actualitatea acestei direcții științifice și cea a dezvoltării nanotehnologiilor au fost descrise în celebra lecție a lui Feynman din 1959.

Obiectivele concrete, studiate în Laboratorul de Nanofotonică, conțin un element nou, cum ar fi rezonatorul acustic în ansamblu cu cel optic, ceea ce tocmai dă naștere la sistemele opto-mecanice. Participarea cavităților acustice, în care sunt captivați fononii sau câmpul vibrațional acustic concomitent cu cavitățile optice în care sunt captivați fotonii și cu punctele cuantice de semiconductor încadrate în aceste microcavități, dau naștere la interacțiuni indirecte

între fononi și fotoni și la apariția a noi fenomene fizice studiate de dr. hab. Mihai Macovei și colaboratorii săi. Au fost determinate proprietățile cuantice statistice ale câmpului fononic sau vibrațional acustic, cum ar fi funcțiile de distribuire a fononilor după energii, fenomenele de grupare și antigrupare a fononilor și de comprimare a fluctuațiilor cuantice.

M. c. Ion Geru a prezis teoretic rezonanța dublă electron-nucleară-magnetoacustică, descoperită ulterior experimental, și rezonanța paraelectrică a excitonilor. A descris și interpretat efectele magnetooptice gigantice. A introdus noțiunea de reversare incompletă a timpului și a generalizat operatorul corespunzător în cazul sistemelor cu simetria magnetică cuadricoloră și altele. A fost publicată monografia Ion Geru and Dieter Suter *Resonance Effects of Excitons and Electrons. Basic and Applications*, Springer, 2013.

VIII. Prof. univ. Anatolie Casian, membru al Academiei Internaționale de Termoelectricitate, șeful Catedrei de Mecanica teoretică a UTM, împreună cu doctorii în științe fizico-matematice Ion Balmuș, Viorel Dușciac, Igor Sur, Petru Rusu și Alexandru Sandu au dezvoltat teoria fenomenelor cinetice și optice în semiconductorii polari, a efectelor termoelectrice în heterojuncțiuni și a fenomenelor termoelectrice ale cristalelor organice cvasiunidimensionale. Au cercetat influența plasmei purtătorilor de sarcină asupra proprietăților cinetice și optice ale semiconductorilor cu dimensionalitate redusă. Au evidențiat existența interferenței a două mecanisme de interacțiune electron-fononică.

Pe parcursul anilor, la Catedra de Fizică a UTM, condusă în prezent de dr. în științe fizico-matematice Alexandru Rusu, s-au derulat cercetări și în domeniul fizicii teoretice. În special au fost dezvoltate teoria excitonilor și biexcitonilor de înaltă densitate, teoria laserilor semiconductoare cu mediu activ în formă de gropi și puncte cuantice. Sub conducerea dr. hab. în științe fizico-matematice Vasile Tronciu sunt elaborate modelări matematice și simulări numerice ale diodelor laser micro-integrate cu o cavitate exterioară.

Prof. univ. Mihai Vladimir, dr. hab. în științe fizico-matematice Vasile Tronciu, doctorii în științe fizico-matematice, conferențiarilor universitari Porfir Bardețchii, Aurel Marinciuc, Mihai Marinciuc, Mircea Miglei, Alexandru Rusu, Spiridon Rusu și colaboratorii lor au studiat procesele cuantice, cinetice și statistice în sistemele de excitoni și biexcitoni de înaltă densitate în semiconductori, în cazul generației luminii laser în rezonatoare, în supraconductori și sistemele sticloase. Doctorii în științe fizico-matematice, conferențiarilor universitari Mihai Marinciuc și Spiridon Rusu, au elaborat manuale de fizică pentru clasele superioare ale școlii secundare.

IX. Prof. univ. Nicolae D. Filip, membrul de onoare al AȘM, fostul rector al Universității de Stat „Alecu Russo” din Bălți, a studiat propagarea undelor electromagnetice în atmosfera pământului. În teza de doctor în științe fizico-matematice, echivalentă cu titlul de candidatus *scientiarum*, susținută la Universitatea de Stat din Leningrad în anul 1962 au fost cercetate relațiile temporar-spațiale ale fluctuațiilor semnalelor undelor ultrascurte în cazul propagării lor în troposferă și deasupra unei suprafețe neomogene de separare.

În anul 1978 a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice la Universitatea de Stat din Tomsk în care au fost generalizate rezultatele științifice din perioada precedentă. Teza de doctor habilitat a fost dedicată împrăștierii undelor ultrascurte de către neomogenitățile ionosferei orientate în câmpul magnetic al pământului.

La Universitatea de Stat din Tiraspol cu sediul la Chișinău, cercetările în domeniul fizicii în prezent se efectuează în cadrul Catedrei de Fizică teoretică și experimentală condusă de profesorul universitar, dr. hab. în științe fizico-matematice, Eugeniu Gheorghiiță.

Prof. univ. Eugeniu Gheorghiiță a studiat teoretic și experimental materialele semiconductoare cu banda energetică interzisă îngustă de tip $Hg_{1-x}Cd_xTe$ și $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$ în calitate de receptoare ale radiației infraroșii, concluzionând că manganul, datorită interacțiunii de schimb, contribuie la majorarea stabilității și temperaturii de lucru a receptoarelor.

Dr., conf. univ. Mihail Cernei a determinat temperatura critică de tranziție în starea de supraconductibilitate a aliajelor A_xB_{1-x} în funcție de componența x folosind modelul Hubbard, și dependența de temperatură a susceptibilității magnetice în cazul undei de spin și undei de densitate a încărcăturii electrice.

Dr., conf. univ. Mihail Calalb a dezvoltat teoria supraconductibilității multibandă luând în considerare formarea perechilor Cooper de electroni din diferite benzi și diferite interacțiuni dintre ei.

Dr., conf. univ. Igor Postolachi a studiat experimental structura spectrelor de luminiscentă a materialelor semi-magnetice de tip $HgMnTe$ și a găsit că intensitatea lor crește esențial la temperaturi joase și câmpuri magnetice slabe, ceea ce determină eficiența laserilor magnetici.

Dr., conf. univ. Pantelei Untilă a sintetizat materialele semimagnetice de tip $HgCdMnTe$ cu lărgime îngustă a benzii energetice interzise și a determinat spectrul energetic al purtătorilor de sarcină.

Dr., conf. univ. Leonid Guțuleac a studiat teoretic și experimental stările electronice ale impurităților de tip acceptor și relaxarea spinilor în materialele $HgTe$, $InSb$ și $GaSb$.

Dr., conf. univ. Boris Korolevskii a studiat propri-

etățile și spectrul energetic al compușilor $Bi - Sb$. Anterior, când Universitatea avea sediul la Tiraspol, în componența ei au activat profesorii universitari Miroslav I. Kozlovskii, Ion I. Burdian, Eduard Senokosov ș.a.

X. Acad. Boris R. Lazarenco, fondatorul și primul director al Institutului de Fizică Aplicată și soția sa Natalia Is. Lazarenco au inventat metoda de prelucrare a materialelor cu scânteia electrică, acordându-li-se Premiul de stat al fostei URSS. Ei au descoperit că sub influența scânteii electrice, în spațiul dintre anod și catod se formează o plasmă gazoasă prin care se transportă materialul de la anod și se depune pe suprafața metalică a catodului formând straturile de aliaje, structuri compuse solidificate care schimbă esențial proprietățile inițiale ale catodului. Această metodă ingenioasă și extrem de eficientă a fost realizată în formă de aparate și tehnologii industriale implementate în multe țări ale lumii. În cadrul IFA, acad. Boris Lazarenco a organizat cercetările teoretice și experimentale ale acestor procese nu numai în plasma gazoasă, ci și în cea electrolitică, introducând lichidul în spațiul îngust dintre anod și catod și supunându-l acțiunii curenților electrici puternici. În felul acesta a fost inițiată electrochimia extremală, dezvoltată în continuare de acad. Iurii N. Petrov, m. c. Alexandr I. Dicusar, doctorii în științe chimice și tehnice Janna I. Babanova, Dumitru Croitoru, Grigorie Zaidman, Vladimir Petrenco, Natalia Țințaru și alții.

Totodată, acad. Boris Lazarenco, împreună cu succesorul său la postul de director al IFA, acad. Mircea Bologa, și o pleiadă de doctori în științe tehnice și chimice – Petru Dumitraș, Serghei P. Fursov, Valentin Mihailov, Vladimir V. Parșutin, Iurie N. Paukov, Alexandr A. Mamakov, Alexei Răbalko, Anatolii Romanov, Iurii A. Șceglov, Veaceslav I. Zelențov au extins esențial aria cercetărilor electrofizice inclusiv a proceselor de convecție, de flotație, de cavitație, de coroziune, de sublimare, de extracție și altele, ceea ce a lărgit spectrul și numărul de aparate și instalații elaborate de Uzina experimentală a AȘM subordonată IFA. Tehnologiile elaborate au găsit implementări în țară și peste hotarele ei.

Succese impunătoare au fost obținute de acad. M. Bologa și colaboratorii săi în cercetarea proceselor de transport al masei și căldurii sub influența câmpurilor electrice, cum ar fi convecția în gaze și lichide, procesele de fierbere a lichidelor și de condensare gaz-lichid, formarea curenților electro-hidrodinamici și altele. Studiarea proceselor de cavitație și coroziune a avut ca scop folosirea sau combaterea lor. La interfața termică și electrofizicii au fost inițiate și cu succes dezvoltate, sub îndrumarea acad. Mircea Bologa, cercetări sistematice și elaborări privind transferul de sarcină, căldură și masă la interacțiunea gazelor, lichidelor slab conductibile, sistemelor eterogene cu câmpurile electrice. Au fost obținute rezultate de pionierat care asigură ample

posibilități la optimizarea regimurilor termice ale aparatelor de cele mai diverse destinații. S-au argumentat recomandări, elaborări, tehnologii și tehnici electrofizice și cavitaționale, protejate de numeroase brevete de invenții, generalizate în monografii și publicații. O mare parte dintre ele au fost oglindite în revista institutului „Электронная обработка материалов” care se editează de peste 50 de ani datorita devotamentului și eforturilor neconținute ale acad. Mircea Bologa. Rezultatele științifice au fost reflectate în peste 50 de teze de doctor, susținute în cadrul laboratorului.

XI. Vorbind despre conducerea cercetărilor în domeniul fizicii în cadrul AȘM, ținem să menționăm meritul acad. Boris Lazarenco, primul director al IFA, care a știut să stimuleze inițiativa creativă în știință, o atmosfera de comportare principială și corectă în colectiv, cu discuții deschise și transparente. Aceste principii de comportare în viața științifică sunt necesare în continuare.

În concluzie, ne vom aduce aminte că performanțele menționate mai sus ale absolvenților fizicieni ai USM se datorează înființării universității în anul greu postbelic 1946, cu secetă și foamete, eforturilor corpului profesoral-didactic al Facultății de Fizică și Matematică care și-a îndeplinit cu abnegație datoria în procesul de pregătire a cadrelor de înaltă calificare. Îi vom nominaliza pe decanul facultății de atunci, prof. univ. Mihail A. Pavlov, fizicienii-teoreticieni, profesorii Vladimir V. Malearov, Iurii E. Perlin, Leonid M. Șcerbakov și Serafim G. Râjanov, fizicienii-experimentatori, profesorii universitari Ivan I. Balog, Mihail V. Kot, Valentin Il. Rîkov, Iurii Kozulin, Ghenadii L. Circunov și alții. Noi toți formăm regimentul fizicienilor din Moldova.

Ne exprimăm profunda recunoștință pentru aportul adus de acest regiment nemuritor al fizicienilor la dezvoltarea fizicii în Republica Moldova și ne închinăm tuturor celor demni, mulți dintre care, din păcate, n-au fost menționați aici, și celor vii, și celor duși dintre noi.

BIBLIOGRAFIE

1. Болога М. Электронная обработка материалов. Том 49, № 7, 2013.
2. 50 de ani de învățământ superior ingineresc 1964–2014. Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău 2014.
3. Simașchevici A. Catedra de fizică a semiconductorilor (file de istorie). În: Fizica și tehnologiile moderne, vol. 9, N 1-2, p. 75-80.
4. Simașchevici A., Ilișenco O. On the 100th anniversary from the birth of professor Mikhail Vasilievich Kot, Mold. Journ. Phys. Sciences, 2014, v. 13, Nr. 3-4, pp. 133-137.
5. Holban I., Grigoriță M.I. Elanul tineresc și visul cutezător al astrofizicianului Nicolae Donici, ctitorul unei citadele științifice la Nistru. Biblioteca IDIS „Viitorul”.