

**FONDATORUL
ȘCOLII ȘTIINȚIFICE
A SEMICONDUCTORILOR
NECRISTALINI
ÎN MOLDOVA**

Dr. hab. Mihail IOVU

Dr. Ion COJOCARU

Institutul de Fizică Aplicată al AȘM



Acad. Andrei ANDRIEȘ
24.10. 1933 – 7.04.2012

Academicianul Andrei Andrieș s-a născut la 24 octombrie 1933 în comuna Buiucani (în prezent sector al Chișinăului). După absolvirea în anul 1951 a școlii medii, s-a înscris la Universitatea de Stat din Chișinău, Facultatea de Fizică. În anul 1959 Andrei Andrieș devine doctorand la Institutul Fizico-Tehnic „A.F. Ioffe” din Sankt Petersburg (conducător științific prof. B.T. Kolomiets), iar în 1962 se angajează ca cercetător științific la Institutul de Fizică și Matematică al AȘM. Peste un an susține teza de candidat (doctor) în științe fizico-matematice pe tema „Conductibilitatea și fotoconductibilitatea semiconductorilor vitroși din sistemul Tl-As-Se-Te”. În 1962, care poate fi considerat anul inițierii studiului semiconductorilor necristalini în Moldova, în cadrul Laboratorului Optica Temperaturilor Joase în care activează cercetătorul Andrei Andrieș, se creează un grup de studiu al proprietăților fotoelectrice ale semiconductorilor. În 1970 acesta devine nucleul noului Laborator „Proprietăți Fotoelectrice ale Semiconductorilor”, avându-l conducător pe dr. Andrei Andrieș. Activitatea științifică a acestuia era axată pe studiul proprietăților electrice, optice și fotoelectrice ale diferitor sisteme binare și ternare de semiconductori calcogenici vitroși, numite și sticle calcogenice. O atenție deosebită era acordată obținerii straturilor subțiri fotosensibile din sticle calcogenice, inclusiv pe suporturi flexibile de suprafață mare, necesare dezvoltării purtătorilor anorganici de informație optică și holografică, diferitor elemente și componente pentru utilizări în optoelectronică și fonică. Astfel, sub conducerea dr. Andrei Andrieș, este inițiat un nou domeniu de cercetare al fizicii semiconductorilor în Moldova și formarea unei școli științifice în domeniul semiconductorilor necristalini.

Trebuie de menționat faptul că semiconductorii necristalini, inclusiv sticlele calcogenice, reprezintă un nou grup de materiale cu proprietăți fizice diferite de cele ale semiconductorilor cristalini. Spre deosebire de starea cristalină, caracterizată prin ordine la distanță, adică printr-o structură cristalină ordo-

Doctor în științe fizico-matematice (1963); doctor habilitat în științe fizico-matematice (1977); membru-corespondent al AȘM (1978); membru titular al AȘM (1984); profesor (1990); președinte al AȘM (1989-2004); președinte de onoare al AȘM (2004-2012); director al Centrului de Optoelectronică (1992-2012).

nată, starea necristalină (amorfă) are drept specific absența ei. Ceea ce rămâne nu poate fi o dezordine totală, ci o anumită ordine la mică distanță, care a fost denumită ordine în apropiere, definită prin existența unor corelații doar în primele sfere de coordonare atomică.

În sticlele calcogenice s-a arătat că ordinea în apropiere se poate extinde la distanțe suficient de mari pentru a considera că avem de-a face cu un nou tip de ordine: ordinea intermediară. Așa cum ordinea în apropiere și ordinea la distanță sunt importante pentru proprietățile fizico-chimice ale materialelor cristaline și amorfă, tot așa ordinea intermediară joacă un rol esențial în determinarea proprietăților specifice sticlelor: anizotropie fotostructurală, modificări optice reversibile și ireversibile, fotoconducție înaltă, conductibilitate joasă la întuneric, transparență într-un domeniu larg al spectrului (de la vizibil până la infraroșu). Din aceste motive, primele domenii de aplicații practice ale sticlelor calcogenice au fost utilizarea lor ca elemente fotosensibile în tuburile de luat vederi (vidicon), cilindre fotosensibile pentru imprimarea imaginilor în copiatoarele Xerox, componente optice pentru optica infraroșie etc.

La mijlocul anilor 1970, pe baza Laboratorului Proprietăților Fotoelectrice ale Semiconductorilor, la inițiativa academicianului Andrei Andrieș au fost organizate unități de cercetare cu caracter aplicativ:

Sectorul Medii de înregistrare și structuri aplicative în cadrul Biroului Specializat de Electronică a Corpului Solid al Institutului de Fizică Aplicată (șef dr. M. Iovu) și Laboratorul Interdepartamental „POLICOM” (șef dr. A. Popescu), subordonat atât Institutului de Fizică Aplicată, cât și Ministerului Industriei de Telecomunicații al URSS. Sectorul era specializat în elaborarea și fabricarea de dispozitive pe bază de sticle calcogenice, iar Laboratorul Interdepartamental – în dezvoltarea diferitor componente optice difracționale pentru optica integrată și linii de comunicații cu fibre optice.

În anul 1993, pe osatura Laboratorului Proprietăților Fotoelectrice ale Semiconductorilor, subdiviziunilor aplicative și a Laboratorului de Fizică CINETICĂ (șef acad. V. Kovarschii) a fost instituit Centrul de Optoelectronică al Institutului de Fizică Aplicată (director acad. A. Andrieș).

Investigațiile științifice fundamentale și aplicative, efectuate în cadrul Centrului de Optoelectronică, au aprofundat cunoștințele asupra proprietăților fizice de bază ale sticlelor calcogenice. A fost demonstrat că spectrul stărilor localizate și distribuția lor energetică în sticlele calcogenice pot fi modificate prin schimbarea compoziției materialului, a tehnologiei de obținere, a temperaturii, la iradiere cu unde electromagnetice. Pentru prima dată a fost efectuat un studiu experimental complex al proceselor tranzitorii ale transportului dispersat de sarcină electrică, a fotoconducției staționare și nestaționare, a absorbției optice fotoinduse, al căror caracter specific este determinat de purtătorii de sarcină de neechilibru și de specificul spectrului energetic al stărilor localizate în banda optică interzisă. În colaborare cu Institutul de Inginerie Fizică din Moscova (prof. A. Rudenko și prof. V. Arkhipov) pentru transportul dispersat în semiconductorii necristalini a fost propus și dezvoltat un model teoretic de captare multiplă a purtătorilor de sarcină pe stările localizate, exponențial distribuite în banda optică interzisă, model în perfectă concordanță cu rezultatele experimentale obținute de cercetătorii Centrului de Optoelectronică. Studiul rolului stărilor localizate a aprofundat cunoașterea fenomenului de memorie fotoelectrică, a reacțiilor electrochimice, proceselor de deformare a suprafeței straturilor subțiri din sticle calcogenice stimulate de lumină sau/și câmp electric.

Sub conducerea academicianului A. Andrieș a fost elaborată tehnologia și pentru prima dată au fost fabricate fibre optice din sticle calcogenice. Studiul fenomenelor fotoinduse la propagarea radiației laser în fibrele optice din sticle calcogenice a permis elaborarea de senzori de deformare și presiune, de

detectors de radiații infraroșii de intensitate joasă, de alte dispozitive optoelectronice. Au fost obținute patente și medalii de merit la diferite saloane internaționale de invenție. În Centrul de Optoelectronică s-au studiat unele efecte optice neliniare la propagarea pulsurilor laser scurte în straturi subțiri de sticle calcogenice. Au fost demonstrate fenomenele neliniare de limitare optică și histerezis optic. În colaborare cu Universitatea „La Sapienza” din Roma (prof. M. Bertolotti) fuseseră cercetate transformările fotostructurale nereversibile și reversibile, absorbția și refracția neliniare în straturi subțiri din sticle calcogenice la iradiere laser.

Interesul pentru investigarea sticlelor calcogenice a fost stimulat de aplicațiile tot mai largi în stocarea, prelucrarea și transmiterea informației. În acest domeniu sub conducerea academicianului A. Andrieș au fost inițiate cercetări și elaborări de noi materiale, inclusiv din sticle calcogenice, și procedee pentru înregistrarea informației optice și holografice. S-au experimentat diferiți purtători fotografici din sticle calcogenice, s-a reușit înregistrarea diferitor tipuri de holograme (rainbow, holograme Fourier, volumetrice, cu imagini focalizate) cu eficiență holografică sporită (până la 40%) și dimensiuni mari (până la 140 cm²). Fusesse dezvoltat procesul tehnologic de fabricare a matricelor pentru multiplicarea imaginilor holografice, utilizate ca semne de protecție împotriva falsificării documentelor și mărfurilor industriale. În afară de înregistrarea optică a rețelelor holografice, s-a modernizat tehnica de înregistrare a rețelelor de difracție cu ajutorul fascicolului de electroni al unui microscop electronic cu scanare, asistat de calculator. Pentru diferite utilizări în optoelectronică și optica integrată au fost realizate în straturi de sticle calcogenice rețele de difracție de diferite tipuri și dimensiuni submicronice.

Alături de studiile experimentale, în Centrul de Optoelectronică s-au realizat cu succes și cercetări teoretice. Au fost studiate fenomenele cooperative la interacțiunea câmpului electromagnetic cu materia condensată, descrise noi fenomene și procese cooperative în sistemele cu diferiți emițători (nuclee, atomi, molecule). S-a elaborat concepția superradiației bifotonice – fenomen nou care descrie coerența optică între o pereche de fotoni și fotonii arbitrari, fenomen care are loc în laserul monofonic. În domeniul opticii neliniare s-a studiat teoria proceselor multifotonice pentru sistemele atomare și moleculare. Cu succes s-au realizat cercetări ale proceselor neradiative în corp solid la absorbția interbandă a luminii în grupi cuantice parabolice.

În ultima perioadă, academicianul Andrieș a fost interesat de căutarea unor noi materiale cu caracte-

ristici îmbunătățite pentru aplicații în optoelectronică și fonică. Printre ele – materialele nanocompozite pe bază de compuși anorganici și organici și nanocompozite luminescente dopate cu complexe de lantanide. Lucrările au fost desfășurate în cadrul proiectelor aplicative ale Programului de Stat în colaborare cu Universitatea de Stat din Moldova și Institutul de Chimie al AȘM.

Materialele nanocompozite sunt atractive pentru utilizare în calitate de sensori, ecrane plate fluorescente, celule fotovoltaice etc. Conceptul „nanocompozite” cuprinde o varietate destul de mare de sisteme mono-, bi-, tri-dimensionale și materiale amorfe. Eforturile savanților angajați în acest domeniu este îndreptat spre fabricarea de nanocompozite cu parametri fizici și optici controlabili utilizând tehnologii de sinteză inovative. Rezultatele relevante în acest domeniu au fost prezentate de academicianul A. Andrieș în anul 2008 la două conferințe internaționale în domeniu (Bran, România și Sanct Petersburg, Rusia).

Andrei Andrieș a cunoscut personal și a purtat discuții științifice cu mari personalități din domeniul semiconductorilor necristalini: profesorul sir Nevill Mott (Marea Britanie, laureat al Premiului Nobel pentru fizică, 1977), profesorul B.T. Kolomiets (Rusia), academicianul Radu Grigorovici (România), profesorul S.R.Ovshinsky (SUA) și alții. Realizările academicianului Andrieș au fost remarcate de două ori (1982 și 2002) prin decernarea Premiului de Stat din Moldova în domeniul științei, tehnicii și producției. Al doilea Premiu de Stat el l-a obținut împreună cu un grup de discipoli (dr.hab. A.Buzdugan, dr.hab. M. Iovu, dr.hab. S. Șutov, dr. V. Bivol) pentru realizări de noi materiale și tehnologii avansate în optoelectronică pe bază de semiconductori necristalini. În anul 2005 academicianul Andrieș, pentru excelență în domeniul semiconductorilor necristalini, a devenit Laureat al Premiului „Stanford R. Ovshinsky” al Forului Internațional de Calcogenizi.

Academicianul Andrei Andrieș este autor și coautor a 5 monografii, 2 secțiuni în monografii internaționale, mai mult de 500 de publicații științifice, a 30 de patente și certificate de autor.

Pentru consolidarea relațiilor academice internaționale și cooperarea cu alte centre de cercetare din domeniul fizicii semiconductorilor necristalini, din inițiativa academicianului Andrieș în anul 1980 la Chișinău a avut loc Conferința Internațională „Semiconductorii amorfi - 80”, la care au participat savanți din URSS, România, Cehoslovacia, Ungaria, Bulgaria, Germania. Începând cu anul 1989 Centrul de Optoelectronică a desfășurat simpozioane internaționale în domeniul utilizării semiconductorilor

necristalini în optoelectronică (1989, 1991, 1993). În 1996, cu suportul NATO, la Chișinău și-a desfășurat lucrările simpozionul NATO Advanced Research Workshop „Fizica și Aplicarea Semiconductorilor Necristalini în Optoelectronică” cu participarea unor savanți cu renume în domeniu din CSI, Europa, USA, Japonia. Legăturile științifice internaționale existente au permis realizarea multor colaborări cu instituții și savanți din Marea Britanie, România, Ungaria, Rusia, Ucraina, Franța, Italia, Polonia, Grecia, Cehia, Slovacia, Bulgaria. Centrul de Optoelectronică a participat la realizarea granturilor și proiectelor în cadrul programelor internaționale FP6, FP7, INTAS, CRDF, STCU, colaborărilor bilaterale cu România, Ucraina, Germania.

Academicianul A. Andrieș a contribuit substanțial la pregătirea cadrelor științifice de fizicieni în Moldova. Sub conducerea sa au susținut teze de doctori în științe fizico-matematice E. Colomeico, V. Verlan, M.A. Iovu, M. Cernii, V. Abașchin, A.A. Simașchevici, V. Bivol, I. Culeac, E. Achimova, I. Cojocar, S. Malkov, V. Dolghieru, E. Hancevs-kaya, N. Gumeniuc, D. Harea și de doctori habilitat S. Șutov, M.S. Iovu, D. Țiuleanu, V. Ciumaș, N. Enachi, A. Buzdugan, A. Popescu.

Pentru merite deosebite academicianul Andrei Andrieș a fost decorat cu „Ordinul Republicii”, premiul „C. Miculescu” al Academiei Române, medalia de aur „S.I.Vavilov”, premiul internațional „S.R. Ovshinsky”. A fost ales membru al Academiei Române; membru de onoare al Academiei de Cosmonautică „K.E. Tsiolkovsky” (Moscova); membru al Academiei Inginerești (Rusia); membru corespondent al Societății Austriece „Albert Schweitzer-Gesellschaft Modling”; membru al Academiei Europene de Artă; doctor Honoris Causa al Universității Politehnica (București) etc.

Activitatea științifică de succes a academicianului Andrei Andrieș s-a soldat cu crearea în Republica Moldova a unei **școli științifice în domeniul semiconductorilor necristalini**, recunoscută atât la nivel național, cât și la cel internațional. Ca savant și organizator al științei, academicianul Andrei Andrieș a fost și rămâne un exemplu pentru discipolii săi, pentru fizicienii din Republica Moldova, pentru tinerii cercetători, o provocare pentru a ascende în știință.

Pentru merite deosebite în dezvoltarea fizicii semiconductorilor necristalini și optoelectronicii, prin decizia Consiliului Științific al IFA al AȘM din 18 octombrie 2012, Laboratorul „Proprietăți Fotoelectrice ale Semiconductorilor” (fondat de acad. A.Andrieș în anul 1970) este redenumit **Laboratorul de Optoelectronică „Andrei Andrieș”**.