

# IUCN-DUBNA, UN CENTRU INTERNAȚIONAL DE CERCETARE PENTRU ȘTIINȚELE NUCLEARE

Doctor în științe fizico-matematice **Mircea BAZNAT**

Doctor în științe fizico-matematice **Konstantin GUDIMA**

Institutul de Fizică Aplicată al AȘM

În anii 1950, lumea și-a dat seama că știința nucleară nu trebuie să se izoleze prin laboratoare secrete, deoarece doar o cooperare largă poate asigura progresul acestui domeniu fundamental al cunoașterii umane, precum și utilizarea eficientă a energiei nucleare în scopuri pașnice. Astfel, în 1954, la Geneva a fost înființată Organizația Europeană pentru Cercetări Nucleare (CERN) menită să consolideze eforturile statelor din Europa de Vest în ce privește studiarea proprietăților fundamentale ale microcosmosului.

În aceeași perioadă, țările blocului sovietic, la inițiativa guvernului URSS au decis crearea Institutului Unificat de Cercetări Nucleare (IUCN, în engleză Joint Institute for Nuclear Research, JINR). Acesta a fost înființat în baza acordului semnat la 26 martie 1956 la Moscova de către reprezentanții celor 11 țări fondatoare. Scopul său era să concentreze experiența, potențialul științific și financiar al statelor membre în vederea studierii proprietăților fundamentale ale materiei. La 1 februarie 1957, IUCN a fost înregistrat de către Organizația Națiunilor Unite. Drept sediu a fost desemnată localitatea Dubna din Federația Rusă, la o distanță de 120 km nord de Moscova.

Cel dintâi director al Institutului a fost ales profesorul D. I. Blokhintsev, care tocmai finalizase proiectarea primei centrale nucleare din lume în Obninsk. Succesiv, în fruntea IUCN s-au aflat D. Kish (Ungaria), V. G. Kadyshevsky, A. N. Sissakian și V. A. Matveev. Istoria Institutului Unificat se asociază cu numele unor proeminenți oameni de știință și manageri ca N. N. Bogolyubov, G. N. Flerov, I. M. Frank, M. G. Mescheryakov, B. M. Pontecorvo, V. P. Dzheleпов, A. M. Baldin, H. Holubei, H. Hristov, Nguyen Van Hieu și mulți alții.

În prezent, membri ai IUCN sunt 18 țări: Azerbaidjan, Armenia, Belarus, Bulgaria, Vietnam, Georgia, Kazahstan, Coreea de Nord, Cuba, Republica Moldova, Mongolia, Polonia, Federația Rusă, România, Slovacia, Republica Uzbekistan, Ucraina, Cehia. La nivel guvernamental, institutul a semnat un acord de cooperare cu Ungaria, Germania, Egipt, Italia, Serbia și Republica Africa de Sud.

Organul de conducere suprem este Comitetul Reprezentanților Plenipotențari (CRP) al IUCN.

În conformitate cu Statutul institutului, CRP își desfășoară activitatea în baza principiilor deschiderii față de toate statele interesate, de cooperare a lor egală și reciproc avantajoasă. Politica de cercetare o elaborează Consiliul Științific, din care fac parte, pe lângă valoroși oameni de știință din țările membre ale IUCN, importanți fizicieni din Germania, Italia, SUA, Franța, precum și reprezentanți ai CERN.

Principalele direcții de cercetări teoretice și experimentale ale IUCN sunt fizica particulelor elementare, fizica nucleară și fizica materiei condensate. În cadrul IUCN activează șapte laboratoare, fiecare dintre ele fiind comparabil ca amploare și consistența cercetării cu un institut mare. Statele înglobează circa 5 000 de persoane, dintre care 1 200 reprezintă personalul științific și aproximativ 2 000 – ingineri și personalul tehnic.

Institutul dispune de un set de instalații remarcabile, care permit efectuarea unor experimente unice. Printre acestea se află singurul de felul său în Rusia accelerator supraconductor de protoni și ioni grei – Nuclotronul-M, succesorul renumitului **Synchrofazotron** (foto 1), construit în Dubna în 1957 și considerat ani în șir cel mai mare și mai puternic pe mapamond. Magnetul său cântărește 36 000 de tone și este inclus în Cartea Recordurilor Guinness ca cel mai greu din lume. Synchrofazotronul a funcționat până în 2002, iar pe baza Synchrofazotronului modernizat – **Nuclotronul-M** (foto 2) – se efectuează construcția unui complex accelerator care include un acumulator-booster și Colliderul NICA (Nuclotron based Ion Collider Facility). De menționat că Nuclotronul-M permite efectuarea unui program amplu de cercetări în fizica nucleară relativistă. Complexul de injectare constă dintr-un booster, linac și o sursă de ioni. Acesta permite accelerarea nucleelor de la hidrogen până la uraniu cu o intensitate de la  $10^{13}$  până la  $10^8$  particule de puls și energia de 6-7 GeV per nucleon, respectiv. Sunt prevăzute și fascicule de deutroni polarizați.

În rândul celor mai reprezentative instalații ale IUCN se află: **IBR-2** – un reactor cu puterea medie de 2 MW, puterea impulsului de 1500 MW, durata impulsului de 215 microsecunde, frecvența de repetiție a impulsurilor de 5 pe secundă, densitatea puls a fluxului de neutroni de  $10^{16}$  n/cm<sup>2</sup>/s; **U-400** – ciclotron



**Foto 1.** Synchrofazotron – primul accelerator de protoni cu energii relativiste



**Foto 2.** Nuclotronul-M – accelerator supraconductor de protoni și ioni grei

izocronic de ioni grei, cu o gamă de nuclee accelerate de  $(A/Z) = 4-20$ , energia de  $650 Z^2/A$  MeV, intensitatea fasciculului de  $10^{12}-10^{14}$  ion/s; **U-400M** (foto 3) – ciclotronul izocronic pentru accelerarea ionilor grei, proiectat să funcționeze într-un complex ciclotronic U-400+U-400M și care permite să accelereze ioni de la hidrogen până la uraniu într-o gamă de energii 120-20 MeV per nucleon cu intensitatea medie a fasciculului de  $4 \cdot 10^{13}-10^{11}$  ion/s. corespunzător.

Ciclotroanele U-400 și U-400M, amplasate în Laboratorul de reacții nucleare ce poartă numele academicianului G.N. Flerov, sunt destinate studierii structurii nucleelor și a mecanismelor reacțiilor nucleare. Există câteva probleme ale fizicii nucleare, valabile și azi, pentru care au fost create aceste instalații: sinteza elementelor supergrele, studiul proprietăților chimice ale acestor elemente, studiul structurii nucleelor ușoare la granița de stabilitate nucleonică, studiul structurii de rezonanță a sistemelor nucleare dincolo de granița de stabilitate nucleonică, studiul mecanismelor de fuziune-fisiune ale nucleelor atomice.

IUCN mai este înzestrat cu un **Fazotron** (foto 4) – acceleratorul de protoni cu energia de 660 MeV. Zece canale-fascicule sunt disponibile în această instalație, care sunt utilizate pentru a efectua experimente cu muoni, ioni, neutroni și protoni. Cinci canale sunt concepute pentru a efectua investigații medicale. Intensitatea fasciculului de protoni extrași este de 2 mA.

Un proiect inedit reprezintă **IREN**. El vizează crearea unui flux intens de neutroni de puls pentru efectuarea cercetărilor cu neutroni de rezonanță. Instalația cuprinde un accelerator modern liniar de electroni cu energia 150 MeV și un rapel (booster) subcritic de uraniu cu coeficientul de multiplicare neutronică 14.

Din primii ani de la fondare, Institutul s-a arătat preocupat de cooptarea tinerilor cercetători.

Elementul-cheie în politica de formare a cadrelor științifice pentru IUCN a fost conștientizarea faptului că pregătirea studenților trebuie să se desfășoare în laboratoare sub supravegherea nemijlocită a savanților. În acest scop, în 1961, primul director al IUCN, membrul-corespondent al Academiei de Științe din URSS D. I. Blokhintzev și academicianul V. I. Veksler (director al Laboratorului de Energii Înalte) au decis deschiderea la Dubna a două catedre ale Universității de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova. Aceste două catedre – de fizică nucleară teoretică (primul șef – D.I. Blokhintzev) și cea de particule elementare (primul șef – V.I. Veksler) – de atunci și până în prezent activează cu succes pe baza filialei Institutului de Cercetări în Fizica Nucleară al Universității de Stat din Moscova. De menționat că mulți dintre fizicienii care actualmente lucrează în institutele AȘM, precum și în universitățile Republicii Moldova, grație inițiativei academicianului Vsevolod Moscalenco, au fost instruiți la Dubna.

Mai târziu se constata că doar o sucursală nu poate satisface nevoile IUCN de formare a unei game largi de specialități. Astfel, în 1991, IUCN, Universitatea de Stat din Moscova și Institutul de Fizică și Inginerie din Moscova au creat în comun un Centru de predare și cercetare. Din 1993, acest centru a devenit o subdiviziune structurală a IUCN, menit să organizeze, dezvolte și gestioneze un program de instruire independent. În 1995, IUCN a deschis o doctoratură pentru studii postuniversitare, în organizarea și activitatea căreia la fel este implicat Centrul de predare și cercetare. IUCN reprezintă astfel o școală selectă de formare a profesioniștilor în fizica nucleară, fizica particulelor elementare, fizica materiei condensate, fizica teoretică, fizica tehnică și radiobiologie. Centrul educațional-științific creează și coordonează un





**Foto 3.** U-400M – ciclotron izocronic pentru accelerarea ionilor grei



**Foto 4.** Fazotron – accelerator de protoni cu energia de 680 MeV

proces educațional unificat pentru pregătirea cadrelor de înaltă calificare a personalului pentru IUCN și pentru țările membre ale IUCN.

Institutul Unificat de Cercetări Nucleare a fost și rămâne un loc atractiv pentru demararea unei cariere academice. Studiile la IUCN au mai multe avantaje: studenții pot participa la cercetări dintre cele mai avansate în cadrul unor parteneriate internaționale; gama de specializări este foarte largă; se asigură o competență înaltă a conducătorilor studenților dintre profesioniștii IUCN; există un set unic de programe suplimentare.

În fiecare an, în IUCN își fac studiile sute de studenți din mai multe instituții și universități ale Rusiei și de peste hotare. Aici există, de asemenea, cursuri postuniversitare la 10 specialități care reflectă preocupările științifice ale Institutului. Republica Moldova valorifică intens această oportunitate de formare a specialiștilor și în fiecare an trimite la IUCN studenți pentru diferite specializări.

Institutul cooperează cu aproape 700 de centre de cercetare și universități din 60 de țări ale lumii. Numai în Rusia, partenerul său principal, institutul colaborează cu 150 de centre de cercetare, universități, întreprinderi industriale mari și companii din 40 de orașe. Un exemplu concludent este cooperarea cu Organizația Europeană pentru Cercetare Nucleară (CERN), care contribuie la soluționarea multor probleme teoretice și experimentale din domeniul fizicii energiilor mari. IUCN participă la punerea în aplicare a proiectului „Large Hadron Collider (LHC)”, care presupune dezvoltarea și crearea de detectoare individuale ALICE, CMS și a însăși mașinii LHC. Prin intermediul centrului său pentru aplicații de supercalculatoare, institutul participă la crearea în Rusia a unui centru regional de prelucrare a datelor

experimentale de la LHC, care este planificat să devină parte integrantă a proiectului Uniunii Europene „EU HEP-GRID”. În cadrul programului științific al Institutului sunt implicate peste 200 de centre de cercetare, universități și întreprinderi din 10 state CSI.

IUCN, pe o bază reciproc avantajoasă, menține contacte cu AIEA, UNESCO, cu societăți europene ale fizicienilor, Centrul Internațional de Fizică Teoretică din Trieste, Italia. Anual, la Dubna vin circa 1 000 de savanți care reprezintă organizațiile partener. Fizicienilor din țările în curs de dezvoltare IUCN le oferă burse. Cercetătorii Institutului, pe lângă faptul că participă la cele mai importante evenimente științifice internaționale, organizează anual circa 10 conferințe importante, mai mult de 30 de întruniri internaționale, precum și școli pentru tineri cercetători devenite deja tradiționale.

În numeroase reviste și comitete editoriale de conferințe, institutul publică anual circa 500 de articole științifice și rapoarte semnate de aproximativ 3 000 de autori. Publicațiile IUCN sunt trimise în peste 50 de țări ale lumii. Se fac aproximativ 600 preprinturi și rapoarte pe an. Se editează publicația *Fizica particulelor elementare* (ЭЧАЯ și Письма в ЭЧАЯ), rapoarte anuale privind activitățile IUCN, buletinul informațional *Новосту ОИЯИ*, precum și proceeding-urile conferințelor, școlilor și întâlnirilor organizate de Institut.

O jumătate din descoperirile în fizică nucleară, înregistrate în fosta Uniune Sovietică (aproximativ 40), revine IUCN, care a sintetizat multe elemente noi și circa 400 de izotopi noi, institutul devenind unul dintre liderii mondiali în acest domeniu. Începând cu anul 1998 au fost prioritar sintetizate toate elementele noi ale Sistemului Periodic de Elemente Chimice pornind de la numărul 113. Pentru prima dată, în

instituit au fost sintetizate elementele Nobelium (102), Ununtrium (113), Flerovium (114), Ununpentium (115), Livermorium (116), Ununseptium (117), Ununoctium (118). Prioritatea aprobată conform deciziei IUPAC rămâne controversată pentru o serie de alte elemente sintetizate de IUCN: Lawrencium (103), Rutherfordium (104), Dubnium (105), Bohrium (107).

Aceste importante descoperiri au încununat eforturile depuse timp de 35 de ani de oamenii de știință din diferite țări în căutarea unor „insule de stabilitate” ale nucleelor super-grele. O dovadă elocventă a contribuției cercetătorilor institutului în fizica modernă și chimie constituie decizia Uniunii Internaționale de Chimie Pură și Aplicată de atribuire a numelui *Dubnium* celui de-a 105-lea element al sistemului periodic de elemente al lui D.I. Mendeleev.

De peste 15 ani IUCN e implicat în crearea unei zone economice speciale, de tip tehnico-implimentar (ZES), la Dubna, declarată astfel printr-un decret guvernamental al Federației Ruse în 2005. Specificitatea IUCN este reflectată în două direcții ZES: fizica nucleară și tehnologia informațională. Institutul a propus pentru realizare în ZES circa 50 de proiecte inovatoare, iar 9 companii rezidente ale ZES „Dubna” își au originea în IUCN. Astfel, de rând cu cercetarea fundamentală, IUCN se concentrează pe aplicarea rezultatelor fizicii nucleare în diferite domenii.

Un exemplu este producerea așa-numitelor filtre nucleare în baza unei elaborări originale: ciclotronul „bombardează” cu ionii grei ai gazelor inerte un film polimer, în consecință formându-se urme – piese. Aceste deteriorări nu sunt încă găuri. Fragmentele polimerului, formate după impactul radiațional, pot fi atât de mici încât se transformă în gaz și dispar. Apoi filmul este tratat cu lumină ultravioletă urmată de gravare chimică, care curăță inclusiv bucăți mai mari. Astfel se formează găuri – porii. Tehnologia permite producerea membranelor cu diametrul porilor de la 40 nm până la 400 nm. Diferențe fundamentale în tehnologie nu sunt, se schimbă doar modul de prelucrare chimică a filmului bombardat: temperatura, concentrația solventului și timpul lui de acțiune.

Primul din lume ciclotron industrial (accelerator) pentru producerea filtrelor nucleare, inaugurat în anul 2002, a devenit o bază pentru crearea instrumentelor necesare în medicină, biotehnologie, farmacologie, microelectronică, industria alimentară și multe alte domenii de aplicare a membranelor. Întreprinderea „Alfa”, construită în orașelul științific Dubna, și-a asumat producerea în serie a câtorva componente pentru plasmafereză (membrana plasmofiltru „Roua” și aparatul pentru plasmafereză „GEMOFENIKS”), de care să beneficieze diferite instituții medicale specializate în dializă. Membrana-filtru cu pori de 40 nm va per-

mite producerea instalațiilor pentru o filtrare în cascadă a plasmăi sângelui. Asemenea aparate terapeutice sunt folosite astăzi în cele mai avansate țări: Japonia, Germania și Italia. Instalațiile lor sunt bazate însă pe o tehnologie extrem de costisitoare (50 000 \$ rata anuală), fiind folosită fibra de filtrare. Esența manipulărilor medicale în ambele cazuri este aceeași: sângele se separă în celule și plasmă, după care plasmă este golită de proteine nocive și de viruși, care sunt mai mari decât găurile filtrului, și returnată în fluxul de sânge. Nanofiltrarea prin cascadă, mult mai eficientă, pare a fi o metoda promițătoare și pentru tratamentul bolilor virale, precum și a arteriosclerozei.

În cadrul recentelor întruniri ale Comitetului financiar și Comitetului reprezentanților plenipotențari (CRP) ai țărilor participante s-a elaborat conceptul planului pe 7 ani pentru dezvoltarea IUCN (2017–2024), care prevede concentrarea resurselor pentru actualizarea bazei de acceleratoare și reactoare și integrarea instalațiilor principale ale institutului într-un sistem unic al infrastructurii științifice europene. Adoptarea programului pe 7 ani este un moment primordial pentru dezvoltarea IUCN în vederea asigurării securității financiare și completării bugetului său. Toate țările participante au sprijinit programul respectiv și, nu în ultimul rând, noua metodă a evaluărilor, care va da posibilitate de a realiza toate prevederile programului științific și tehnic planificate pentru această perioadă.

Una din paginile frumoase ale istoriei IUCN sunt zilele științei ale statelor membre pe care le organizează și găzduiește. Un asemenea eveniment, Ziua Științei Republicii Moldova la Dubna, a avut loc la 14 mai 2009, cu participarea conducerii AȘM, directorilor institutelor academice, reprezentanților ambasadelor Republicii Moldova, Ucrainei și României în Federația Rusă. Oaspeții au vizitat Laboratorul de reacții nucleare în numele lui G.N. Flerov și Laboratorul de Fizică a Energiilor Înalte V.I. Veksler și A.M. Baldin, instalațiile emblematice ale IUCN, au fost informații detaliat despre cercetările desfășurate, creându-li-se o impresie integră despre rolul acestui institut în dezvoltarea cercetărilor de fizică la nivel internațional și contribuția cercetătorilor din Dubna la știința mondială.

În cadrul aceluiași eveniment, la Centrul de congrese din zona economică specială „Dubna” au avut loc două mese rotunde cu tema: „Cooperarea în domeniul științei și formarea personalului de bază: realizări și perspective”; „Reformele în domeniul științei și inovării și transferul tehnologic”. Au fost analizate diverse fațete de cooperare a Institutului Unificat cu institutele din Republica Moldova. Un set de lucrări ale cercetătorilor din Republica Moldova și de la IUCN, special publicat către această zi, a arătat diversitatea cooperării, iar lista de reviste

științifice în care acestea au fost publicate confirmă valoarea cercetărilor.

În 2016, IUCN va sărbători 60 de ani de la întemeiere. La începutul lui iunie 2016 sunt planificate Zilele științei IUCN în Moldova, la care vor participa directorul IUCN, academicianul V.A. Matveev, precum și alți remarcabili fizicieni ai timpurilor noastre.

Cooperarea între IUCN și Republica Moldova a început datorită academicianului Vsevolod Moscalenco, care acum șase decenii a fost doctorandul savantului cu renume mondial N.N. Bogolyubov, viitorul director al IUCN. De îndată ce în anii 1960, în cadrul Institutului de Matematică al Academiei a fost deschis sectorul de fizica statistică, condus de V. Moscalenco, s-au stabilit punți de cooperare științifică și instruire a tinerilor specialiști pentru instituțiile din Moldova prin intermediul IUCN. Studenți din anul 4 al Facultății de Fizică a Universității de Stat din Moldova erau trimiși să studieze într-o filială din Dubna a Institutului de Cercetări în Fizica Nucleară a Universității de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova și ulterior la stagii în diferitele laboratoare ale institutului. În circa 30 de ani, astfel au fost instruiți circa 30 de studenți și tineri cercetători, care ulterior au devenit cunoscuți oameni de știință și activează în universitățile Moldovei și în instituțiile AȘM. Iar odată cu deschiderea Centrului Didactico-Științific în IUCN, a devenit posibilă și magistratura pentru solicitanții din Moldova.

O prioritate absolută rămâne participarea egală a cercetătorilor moldoveni în investigațiile comune cu partenerii internaționali. În planurile științifice și tehnice pentru anul 2015 ale IUCN figurează 10 organizații

din Republica Moldova, care efectuează cercetări în fizica, matematică, informatică, chimie, biologie, știința materialelor. Cercetătorii moldoveni participă inclusiv în proiectele prioritare ale IUCN, precum proiectul Colliderului NICA, iar prestația lor este marcantă. În 2009, acad. Vsevolod Moscalenco i-a fost acordat titlul de Doctor Honoris Causa al Institutului Unificat de Cercetări Nucleare (cu statut european), pentru realizări excelente în domeniul fizicii stării condensate și colaborare îndelungată cu acest centru internațional de prestigiu. Iar în noiembrie curent, acad. Ion Tighinenu (actualmente reprezentant plenipotențiar al Republicii Moldova în IUCN) i s-a acordat titlul de Doctor de Onoare al IUCN, pentru contribuțiile sale remarcabile la dezvoltarea științei și pregătirea cadrelor tinere, inclusiv prin promovarea unei colaborări eficiente cu savanții IUCN.

În centrele științifice internaționale de frunte a devenit o tradiție formarea colaborațiilor internaționale pentru concentrarea eforturilor pe anumite teme. Nu a fost o excepție nici IUCN. Numai de la Institutul de Fizică Aplicată (IFA) participă K. Gudima, M. Baznat, A. Parvan, Yu. Pali, A. Khvorostukhin în colaborările E & T RAW „Energia + Transmutația”, „BM&N-Materia Barionică la Nuclotron”, „MPD-multi-scop detector”. IFA în acest program este institutul-participant oficial. În mod special, este necesar de subliniat mega-proiectul Colliderul NICA, unde, în așa-numita „Cartea albă” care include o colecție de propuneri de proiect ale unor savanți remarcabili de talie mondială au fost adoptate și publicate două propuneri ale dr. Konstantin Gudima.



Ilie Bogdescu. Ilustrație la balada *Codreanul* de Vasile Alecsandri, 1970