

PLAN STRATEGIC DE DEZVOLTARE

Planul strategic de dezvoltare pentru următorii 5 ani

Capitolul I - Cadrul general de dezvoltare strategică

1. Domeniul de cercetare

Societatea contemporană se confruntă cu o serie de provocări globale, multe dintre ele fiind consecință a dezvoltării tehnologice accelerate din ultimele câteva decenii. Asistăm atât la o creștere continuă a nivelului de trai cât și, în același timp, la apariția unor probleme globale precum îmbătrânirea populației, crizele pandemice sau schimbările climatice.

Dezvoltarea tehnologică accelerată a fost și este o consecință a cercetării științifice, fiind evident că țările care au profitat au fost cele care au investit masiv în sectorul CDI. Trebuie remarcat faptul că există la momentul actual premisele apariției unor tehnologii disruptive pentru modul actual de viață, cele mai importante fiind cele legate de inteligența artificială, nanotehnologii (incluzând tehnologiile genetice și biomoleculare) și de mașinile/dispozitivele autonome (vezi dezvoltarea autovehiculelor autonome, a roboților adaptați unui spectru larg de domenii de activitate de la agricultură la medicină). Aceste tehnologii vor influența puternic economia și piața forței de muncă. În multe din țările avansate societatea se pregătește pentru era post-industrială în care multe locuri de muncă vor dispărea, cu precădere cele ce presupun activități repetitive, care nu necesită cunoștințe deosebite.

Cercetarea în domeniul materialelor a constituit unul din factorii esențiali ce au contribuit la progresul accelerat în toate domeniile incluzând aici metalurgia, tehnologia informației și comunicații, industria automotivă, industria farmă sau agricultura. Astfel, de la monocristalele de siliciu aproape perfecte pentru procesoare din ce în ce mai puternice sau gorilla glass pentru display-urile telefoanelor moderne până la materialele folosite în baterii sau în celule solare de eficiență mare putem spune că au fost dezvoltate și rafinate o serie largă de metode de producție ce au făcut posibile numeroase aplicații. În laboratoarele centrelor de cercetare din întreaga lume găsim acum echipe ce studiază diferite tipuri de materiale, de la structuri oxidice pentru neuroni artificiali, sau polimeri electroactivi pentru mușchi artificiali, materiale cu aplicații în domeniul energetic (celule solare, pile de combustie, baterii, supercapacitori) și până la materiale de construcție ușoare pentru locuințe ecologice. Noi abordări în domeniul cercetării materialelor pot duce la rezolvări ale unor probleme cronice incluzând aici producția și stocarea de energie regenerabilă sau înlocuirea unor materii prime și materiale deficitare sau toxice/poluante.

Din păcate, având în vedere contextul global complex, România este complet nepregătită pentru marile provocări enumerate anterior. Produsul intern brut este din păcate bazat în principal pe producție industrială dependentă de costul redus al forței de muncă, nivelul acestuia fiind extrem de vulnerabil la tot ce presupune automatizare. Capacitatea de inovare a economiei românești se află în anul 2019 pe ultimul loc din Uniunea Europeană.

În acest context rolul instituțiilor cu activitate CDI devine esențial pentru a continua creșterea economică și pentru a reduce decalajele față de țările dezvoltate. În mod special ar fi de dorit creșterea nivelului de trai până la atingerea de valori similare cu cele ale țărilor vest-europene, în contextul unei protecții corespunzătoare a mediului înconjurător. Aceasta presupune strategii de dezvoltare realiste, care să ia în considerare toți factorii ce pot influența rezultatele, tendințele existente atât la nivel regional cât și global.

Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Materialelor este o instituție fanion a ecosistemului CDI din România, fiind înființat la jumătatea anilor 1950 de o echipă coordonată de Eugen Bădăraș și Radu Grigorovici. Încă de la începuturile sale (cu denumirea Institutul de Fizică București) se poate remarca alegerea unor direcții de cercetare de foarte mare interes, unele din acestea fiind de actualitate chiar și astăzi (celule solare, traductori piezoceramici, senzori piroelectrici, senzori de gaze). Institutul a reușit să mențină o dezvoltare coerentă a tematicilor de cercetare, permanent conectată la direcțiile de cercetare de actualitate pe plan mondial, precum și a forței de muncă și infrastructurii chiar în perioade dificile relativ la situația domeniului la nivel național. Sistemul CDI din România nu a reprezentat niciodată o prioritate reală pentru autorități și factorii de decizie din punct de vedere al asigurării unei finanțări predictibile. În consecință, obținerea de rezultate excepționale, competitive și vizibile de la nivel internațional a fost, pentru specialiștii din INCDFM, o provocare permanentă. Începând cu perioada imediat anterioară aderării la Uniunea Europeană au devenit disponibile finanțări care să asigure dotarea Institutului la un nivel decent iar programele de cercetare, chiar dacă s-au desfășurat relativ impredictibil au permis formarea și menținerea unui nucleu de cercetători care să permită implementarea cu succes de proiecte de cercetare cu tematici actuale.

Astfel, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Materialelor (INCDFM) are de la înființarea sa misiunea de a efectua *activități de cercetare fundamentală și aplicativă, precum și dezvoltare experimentală, în domeniile fizicii stării condensate, științei materialelor, nanomaterialelor și nanostructurilor*. Activitatea științifică a INCDFM acoperă un spectru larg, de la prepararea de materiale de volum, de straturi subțiri sau de nano-obiecte, trecând prin diverse forme de caracterizare pentru a identifica proprietățile structurale, compoziționale și fizico-chimice ale sistemelor preparate, și mergând până la utilizarea lor în dezvoltarea de aplicații la nivel de model funcțional sau prototip. Paleta de materiale studiate este largă și cuprinde materiale cu proprietăți semiconductoare, supraconductoare, dielectrice, feroice/magnetice, optice sau heterostructuri și compozite formate prin combinarea de materiale cu proprietăți diferite. Conform actului constitutiv, HG 1312/1996 reactualizat prin HG 1006/2015, INCDFM desfășoară următoarele tipuri de activități:

a. domenii principale de cercetare-dezvoltare;

I. Activități de cercetare-dezvoltare, în cadrul Planului național pentru cercetare-dezvoltare și inovare, pentru realizarea programelor sectoriale și a programelor- nucleu, în cadrul programelor internaționale de cercetare-dezvoltare și inovare, precum și în cadrul altor activități de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică, după cum urmează:

a. cercetare fundamentală de bază și orientată cu scopul dobândirii de noi cunoștințe în domeniul fizicii și domeniilor conexe, cu precădere al fizicii stării condensate, al materialelor multifuncționale pentru aplicații de înaltă tehnologie, precum și în domeniul nanomaterialelor și nanostructurilor;

b. cercetare aplicativă în domeniul materialelor multifuncționale avansate, al nanomaterialelor și nanostructurilor cu scopul dezvoltării de noi aplicații în domeniile

industriale de înaltă tehnologie (micro și optoelectronică, transporturi, aviație, transmiterea și stocarea informației etc.), de senzori și dispozitive cu utilizare în energetică, automatizări, telecomunicații, protecția mediului;

c. domenii secundare de cercetare

d. servicii/ microproducție.

II. Activități conexe activității de cercetare-dezvoltare, desfășurate în domeniul propriu de activitate, cu aprobarea autorității de stat pentru cercetare-dezvoltare și, după caz, cu autorizarea instituțiilor abilitate, constând în:

a) participare la elaborarea strategiei domeniului;

b) întocmirea de studii, strategii, prognoze, sinteze și standarde în domeniul fizicii și domeniilor conexe, fizicii stării condensate, al științei materialelor și al nanotehnologiilor, la cererea organelor administrației centrale sau locale, precum și la cererea mediului privat;

c) formare și specializare profesională în domeniul fizicii stării condensate și al științei materialelor;

d) consultanță și asistență de specialitate, servicii, analize la cerere, cu precădere în domeniul materialelor multifuncționale, materialelor avansate, al nanomaterialelor și nanostructurilor (caracterizări structural avansate, investigarea de proprietăți fizice în scopul dezvoltării/optimizării unor aplicații etc.);

e) consultanță, servicii, analize în domeniul senzorilor și al dispozitivelor cu aplicații în automatizări, securitate, telecomunicații, protecția mediului, producerea, stocarea și economisirea energiei;

f) editare și tipărire a publicațiilor de specialitate;

g) prestări de servicii științifice și tehnologice către operatorii economici sau către oricare beneficiari interesați în domeniul fizicii materialelor, componentelor și dispozitivelor bazate pe materiale cu caracteristici deosebite;

h) participare la realizarea transferului tehnologic;

i) execuție de unicate și serii mici de aparatură, componente, dispozitive și aparate specifice, din domeniul propriu și domenii conexe, în cadrul activității de microproducție;

j) activități de comerț interior și de import-export aferente obiectului său de activitate, în condițiile legii;

k) testarea și certificarea de produse în domeniul fizicii materialelor;

l) organizarea de manifestări științifice cu participare națională și internațională;

m) organizarea de manifestări de popularizare a științei în rândul elevilor, al tinerilor, dar și în rândul populației mature;

n) desfășurarea de activități privind standardizarea, măsurarea, încercarea și certificarea calității produselor destinate omologării și (micro)producției sau transferului tehnologic;

o) activități de management (gestiune și exploatare) a mijloacelor de calcul;

p) activități de consultanță și servicii în tehnologia informației.

III. Institutul național poate desfășura, în secundar, activități comerciale și de producție și se înregistrează la Registrul Comerțului ca institut național de cercetare-dezvoltare.

IV. În cadrul obiectului său de activitate, institutul național poate colabora și la realizarea unor activități de cercetare- dezvoltare privind domeniile strategice și de apărare națională sau poate desfășura și alte activități conexe, cu aprobarea autorității de stat pentru cercetare-dezvoltare.

V. Institutul național participă și colaborează, pe baze contractuale, la realizarea atribuțiilor organului administrației publice centrale de specialitate în domeniul specific de activitate al institutului național.

2. Integrarea direcțiilor de cercetare specifice institutului național în spațiul național și european de cercetare-dezvoltare și inovare

Trebuie punctat faptul că Uniunea Europeană reprezintă unul din liderii globali în activitatea de cercetare, dezvoltare și inovare, depășind, în premieră, în 2019, Statele Unite ale Americii la capacitatea de inovare. Cu toate acestea, investiția susținută a majorității țărilor europene pare a nu fi suficientă în a o menține într-o poziție fruntașă în dezvoltarea rapidă de produse, tehnologii și servicii inovative. Țări precum Statele Unite, Japonia, Coreea de Sud sau China sunt mult mai agresive în domeniu și mult mai eficiente în transferul rapid al cunoștințelor de la nivelul de idee la nivelul de produs. În ultimele două decade, China a devenit principalul manufacturier al lumii, pe baza potențialului imens de forță de muncă și pieței de consum extrem de largi, ceea ce pune în dificultate competitorii. Dacă inițial China a beneficiat de avantajul forței de muncă ieftine, acum țara asiatică culege laurii investițiilor susținute în cercetare-dezvoltare, fiind un concurent redutabil în dezvoltarea de tehnologii noi (vezi recente conflicte economice cauzate de implementarea tehnologiilor 5G, conflicte ce au culminat cu blocarea companiei Huawei de către guvernul SUA). Responsabilii europeni sunt conștienți că pentru blocul comunitar este necesară o politică solidă referitoare la acest domeniu. Politica se bazează pe trei componente financiare majore aferente finanțării publice și anume finanțările naționale ale domeniului, finanțările realizate centralizat prin programele cadru dedicate domeniului și finanțările dedicate, realizate prin instrumente bancare, în principal prin Banca Europeană de Investiții. Pentru țările mai puțin dezvoltate există și instrumentul fondurilor structurale (acordate prin politica de coeziune) care conțin o componentă importantă dedicată cercetării. La acestea se adaugă politicile de încurajare a finanțării private, a încurajării companiilor de a dezvolta produse noi.

Pe baza acestor instrumente de finanțare au fost implementate strategii specifice la nivelul Uniunii Europene, strategii care urmăreau atât menținerea competitivității blocului comunitar în raport cu principalii competitori dar și reducerea decalajelor interne. Strategia națională a domeniului în România a fost corelată în ultima perioadă cu strategiile comunitare, scopul principal fiind acela de reducere a decalajelor față de media europeană, mai ales având în vedere faptul că România se află pe ultimul loc la nivel european în mai toate tipurile de clasamente referitoare la sectorul cercetare-dezvoltare, țara având un statut de inovator modest. Din păcate, autoritățile nu au respectat prevederile strategiilor privitoare la finanțarea asumată, prorogând constant termene de aplicare și făcând ca sistemul CDI să se mențină într-o zonă a impredictibilității.

La nivel instituțional s-a căutat ca strategia INCDFM să fie corelată cât mai bine cu strategiile naționale și europene adresate domeniului, urmărindu-se activ ajustarea tematicilor de interes relativ la evoluția direcțiilor trasate prin aceste documente. Abordarea a fost ușurată de faptul că cercetarea în domeniul materialelor a fost în permanență o componentă centrală atât în cazul strategiilor europene cât și al celor naționale.

În acest context direcțiile de cercetare ale INCDFM, atât cele urmate în perioada anterioară precum și cele definite în prezentul plan strategic de dezvoltare, se înscriu în direcțiile strategice de dezvoltare la nivelul comunității europene și la nivel național. Astfel, strategia prezentă s-a elaborat sub premisa că cercetarea în domeniul fizicii stării condensate și al științei materialelor, cu referire în special la materiale avansate funcționale, precum și al nanomaterialelor, este un element-cheie prevăzut în

diferite documente strategice la nivel internațional și național. Dintre acestea se pot aminti următoarele:

- La nivel internațional

- Programul cadru Horizon 2020 (H2020). În cadrul acestui program există instrumente de finanțare atât bottom-up cât și top-down prin care se finanțează proiecte de cercetare în domeniul materialelor (ex. granturi ERC, proiecte FET, dar și sub-programe dedicate cum ar fi Nanotechnologies, Advanced Materials, Advanced Manufacturing and Processing, and Biotechnology sau Raw Materials). Totodată, printre Tehnologiile Esențiale (Key Enabling Technologies se regăsesc atât Advanced Materials cât și Nanotechnologies (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>). Importanța materialelor, în primul rând a materialelor avansate, este recunoscută și în documentele programatice pentru viitorul program cadru al Uniunii Europene, numit Horizon Europe, pentru perioada 2021-2027. În documentul care descrie sub-programele componente, deși nu apare în mod explicit un sub-program dedicat materialelor avansate, termenul “material” apare de 38 de ori, iar cercetarea în domeniul materialelor avansate este considerată ca fiind esențială pentru domenii/clustere precum “Dezvoltarea digitală și industria” (acesta cuprinde de fapt o direcție de cercetare/intervenție dedicată “Materialelor Avansate”), „Climă, energie și mobilitate”, „Alimente și resurse alimentare” (vezi https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:7cc790e8-6a33-11e8-9483-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_2&format=PDF).

- Alte documente strategice la nivel european sau internațional care susțin importanța cercetării în domeniul materialelor pentru o dezvoltare durabilă și pentru o societate cu condiții de viață mai bune:

Advanced Materials

The graphene revolution

Business Innovation Observatory

Contract No 190/PP/ENT/CIP/12/C/N03C01

OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017

THE DIGITAL TRANSFORMATION

<https://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-20725345.htm>

RESEARCH AND INNOVATION ROADMAP 2050

A Sustainable and Competitive Future

for European Raw Materials

https://www.etpsmr.org/wp-content/uploads/2018/04/Broch.Veram_180328_LR.pdf

Advanced Materials for Clean and Sustainable Energy and Mobility

<http://www.europeanenergyinnovation.eu/Latest-Research/Winter-2019/EMIRI-Advanced-Materials-for-Clean-and-Sustainable-Energy-and-Mobility>

A REVIEW OF INTERNATIONAL PUBLIC SECTOR STRATEGIES AND ROADMAPS: A CASE STUDY IN ADVANCED MATERIALS

Charles Featherston & Eoin O'Sullivan

https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Featherston__OSullivan_2014_-_A_review_of_international_public_sector_roadmaps-_advanced_materials_full_report.pdf

KET-roadmap

Geavanceerde Materialen in Vlaanderen

Advanced Materials in Flanders

July 2014

https://www.sim-flanders.be/sites/default/files/ket_rm_am_final.pdf

Brussels, 13.12.2011

SEC(2011) 1609 final

COMMISSION STAFF WORKING PAPER

Materials Roadmap Enabling Low Carbon Energy Technologies

ROADMAP "HIGH TECH MATERIALS"

<https://www.hollandhightech.nl/sites/www.hollandhightech.nl/files/inline-files/Roadmap%20High%20Tech%20Materials.pdf>

Scientific Assessment in support of the Materials Roadmap enabling Low Carbon Energy Technologies Photovoltaic Technology

Authors: Peter Rigby, (Rapporteur), Bertrand Fillon, Andreas Gombert,

José Herrero Rueda, Edwin Kiel, Enn Mellikov, Jef Poortmans,

Ruud Schropp, Ingo A. Schwirtlich, Paul Warren

STRATEGIC ENERGY TECHNOLOGY PLAN

JRC Coordination: A. Jäger-Waldau and E. Tzimas

https://setis.ec.europa.eu/system/files/Scientific_Assessment_PV.pdf

Și în perioada următoare este de presupus că cercetarea în domeniul materialelor va rămâne de importanță ridicată la nivel național și european. Pe de altă parte, unele tendințe de dezvoltare ale domeniului vor fi accelerate de situația geo strategică incluzând aici tensiunile comerciale și politice ale blocului occidental cu China și Rusia – mari furnizoare de materie primă strategică. Mai mult decât atât, criza provocată de pandemia declanșată de noul coronavirus a accentuat problemele date de dependența de importuri în anumite componente strategice și de lipsa de know-how local cauzată de externalizarea producției în țări asiatice. În acest context este de presupus că viitoarele strategii ale domeniului CDI vor adresa aceste probleme iar pentru instituțiile cu activitate în domeniu vor exista oportunități de întărire a capacității de a produce rezultate cu un potențial impact socio-economic. De asemenea, se are în vedere ca în propunerile de tematici de cercetare și de proiecte specifice să fie luate în considerare documentele programatice la nivel național și european. Astfel:

- Pe plan intern Strategia Națională CDI 2014-2020 se apropie de final. Trebuie menționat faptul că în cadrul acestei strategii una din specializările inteligente este „Eco-nanotehnologii și materiale avansate” fiind dedicată cercetărilor în domeniul materialelor și nanotehnologiilor. Cercetarea în domeniul materialelor funcționale avansate se regăsește și în cuprinsul celorlalte specializări inteligente, cu precădere TIC, „Energie, mediu și schimbări climatice”, Sănătate, sau Patrimoniu. Strategia Națională CDI pentru perioada 2021-2027 este în curs de elaborare.
- La nivelul Ministerului Fondurilor Europene (MFE) există în lucru programele operaționale pentru următorul ciclu de finanțare al Uniunii Europene. Sunt prevăzute 9 programe operaționale, după cum urmează: Programul Operațional Tranziție Echitabilă; Programul Operațional Dezvoltare Durabilă (PODD); Programul Operațional Transport (POT); Programul Operațional Creștere Inteligentă și Digitalizare (POCID); Programul Operațional Sănătate (POS); Programul Operațional Capital Uman (POCU); Programul Operațional Combaterea Sărăciei (POCS); Programe Operaționale Regionale; Programul Operațional Asistență Tehnică (vezi <http://mfe.gov.ro/minister/perioade-de-programare/perioada-2021-2027/>). Din consultările desfășurate la începutul anului 2020 rezultă că se vor aloca sume și pentru cercetare în cadrul unora din programele operaționale, cum ar fi Dezvoltare Durabilă, Creștere Inteligentă și Digitalizare sau Sănătate. Cercetarea dedicată materialelor este importantă pentru oricare din ele.
- Sunt în curs de elaborare sau au fost elaborate și strategii la nivel de regiuni de dezvoltare, inclusiv pentru identificarea domeniilor de specializare inteligentă (așa numitele RIS-3). Astfel, pentru regiunea București-Ilfov au fost identificate în propunerea de strategie următoarele specializări inteligente: Tehnologia Informațiilor și Comunicații (TIC) ; Industrii culturale și creative ; Sisteme și componente inteligente (electronică, optoelectronică, mecatronică, etc.); Materiale avansate; Noi alimente și siguranță alimentară. Se observă prezența Materialelor Avansate între specializările inteligente selectate a fi importante la nivel regional în ciclul de finanțare 2021-2027. De asemenea, materialele avansate sunt necesare și pentru componentele hardware în TIC, sisteme și componente inteligente, sau în cercetarea dedicată siguranței alimentare (ex. pentru ambalaje, etichete inteligente), dar și pentru industria culturii și creație (e.g. senzori sau materiale ignifuge pentru a se preveni tragedii similare cu cea de la clubul Colectiv). Mai multe detalii se pot găsi pe site-ul ADR-BI (vezi <https://www.adrbi.ro/dezvoltare-regionala/strategia-de-specializare-inteligenta-ris-3-bi/analiza-ris-3/>).

1. Caracteristici ale mediului socio-economic.

La nivel național, trebuie ținut cont de următorii factori:

- Polarizarea industrială pe regiuni și domenii, cu centre industriale puternice în special în marile orașe în care există și instituții mari de învățământ superior și institute de cercetare care pot furniza specialiști și expertiză pentru companii care își desfășoară activitatea în respectivele centre sau în jurul lor (ex. București, Cluj-Napoca, Timișoara, Iași, Brașov, Craiova etc.). Sectoarele industriale sau de servicii cu pondere relevantă sunt industria autotivă (cu uzinele Dacia –Renault și Ford, dar și celelalte firme din sistemul orizontal care produc piese și sub-ansamble auto), industria/serviciile ITC (în special componenta axată pe dezvoltarea de

software, dar și servicii de telecomunicații, industria construcțiilor (ex. fabrici producătoare de materiale de construcții, dar și firme de construcții), industria chimică, energetică, de textile, etc. Se poate observa o pondere relativ scăzută a industriilor de înaltă tehnologie, care produc valoare adăugată mare (exporturile high-tech românești reprezintă doar 8.4% din total exporturi, mai puțin de jumătate din media UE, vezi draftul de strategie națională CDI).

- Accesul dificil la capital românesc pentru înființarea de întreprinderi inovative. Există un deficit de educație antreprenorială în rândul populației, în special al tinerilor, majoritatea preferând să se angajeze în mediul privat, dar mai ales la Stat, decât să riște deschizând afaceri proprii. În plus, capitaliștii români preferă câștigurile rapide, din afaceri cu Statul în multe cazuri, în defavoarea investițiilor în dezvoltarea unor afaceri durabile pe termen lung.
- Accesul din ce în ce mai dificil la forța de muncă mediu și înalt calificată, în bună parte din cauza migrației excesive din ultimii 10 ani. Cauzele sunt de natură structurală și economică. Lipsa reformelor și birocrăția de stat, oscilațiile financiare, lipsa unor perspective clare de dezvoltare financiară îi determină pe mulți tineri cu pregătire bună și foarte bună să plece în țări în care munca și expertiza sunt corect apreciate.

La nivelul regiunii București-Ilfov, mediul social-economic este mai dezvoltat față de media la nivel național. Regiunea produce cam 30 % din PIB-ul României, și are mai mult de 10 % din populație. Bucureștiul este și cel mai mare centru universitar din țară, cu 21 de universități sau instituții de învățământ superior de stat și 16 universități particulare. Tot în București mai există 46 de institute și centre de cercetare ale Academiei Române și 31 de INCD-uri, la care se adaugă și alte instituții de cercetare publice sau private. Există deci, cel puțin la nivelul regiunii București-Ilfov un mediu socio-economic dinamic și activ, favorabil inovării și dezvoltării durabile. Trebuie însă menționat că, în documentul intitulat „Strategia de specializări inteligente-analiza potențialului pentru regiunea București-Ilfov” sunt considerate ca sectoare de tehnologie înaltă sau mediu-înaltă sectoare precum TIC, „Arhitectură și inginerie, activități de testare”, „Industria alimentară”, „Fabricarea articolelor de cauciuc și mase plastice”, și „Industria alimentară”. Nimic despre automatizări, electronică, energie, construcții de mașini, etc. În concluzie, localizarea INCDFM în regiunea București-Ilfov ar trebui să ofere INCDFM unele avantaje:

- Acces mai ușor la resursa umană înalt calificată
- Potențial de colaborare cu alte organizații de cercetare din regiune
- Potențial de colaborare cu firme private din regiune
- Posibilitatea de înființare de firme proprii de tip spin-off sau start-up

Contextul actual

Prezentul Plan Strategic de Dezvoltare pleacă de la următoarele repere (an de referință 2020)

- Producție științifică: 182 lucrări în reviste indexate în baze de date precum Scopus sau Web of Science, cu un factor de impact cumulat de 675; mai mult de jumătate din lucrări sunt în jurnale ierarhizate în quartila 1 conform Journal of Citation Report.
- O infrastructură valorând peste 30 milioane euro, care include centrul CEUREMAVSU (<https://erris.gov.ro/CEUREMAVSU>, rezultat al unui proiect POS-CCE derulat 2009-2011 în valoare de circa 10 milioane euro); centrul RITECC (<https://erris.gov.ro/RITECC>, rezultat al unui proiect POS-CCE derulat 2014-2015 în valoare de circa 10 milioane euro); un IOSIN, „Rețea Complexă de Spectrometre XPS/ESCA” (<https://erris.gov.ro/XPS>); alte infrastructuri de cercetare grupate în Departamentul de cercetare pentru Fizica Stării Condensate și Știința

Materialelor (https://erris.gov.ro/CMATPHYS_ADVEMAT); clădirea Conacul Oteteleşanu, recondiționată în perioada 2010-2020 prin investiție publică.

- Personal angajat: circa 300 angajați, din care mai mult de 200 personal de cercetare (cercetători științifici, asistenți de cercetare, ingineri de dezvoltare tehnologică, ingineri, fizicieni, chimiști), mai mult de 130 având titlul de doctor, cu o medie de vârstă sub 40 de ani.
- Un număr mare de colaborări la nivel național și internațional, reflectat și de faptul că circa 50 % din publicații sunt în colaborare.
- O relație în dezvoltare cu mediul de afaceri, concretizată prin numeroase contacte pentru prestarea de servicii de cercetare, dar și prin derularea a două proiecte POC-Transfer de cunoștințe către mediul economic, prin care s-au derulat și se derulează (în perioada 2016-2021) mai mult de 16 contracte subsidiare cu diferite companii din regiunea București-Ilfov dar și din alte regiuni de dezvoltare.

Capitolul II - Analiza SWOT științifică și financiară

Analiza SWOT științifică

Puncte tari Personal de cercetare de bună calitate și dinamic. Stabilizarea personalului de cercetare tânăr, cu tendință de inversare a procesului brain-drain. Infrastructura modernă, care permite cercetări până la nivel de model funcțional, sau prototip. Un număr mare de publicații în jurnale bine cotate internațional. Colaborări naționale și internaționale cu organizații de cercetare cu o bună vizibilitate Participare activă la competițiile de proiecte, la nivel național și internațional, cu o rată de succes în general bună. Implicare în relația cu mediul economic.	Puncte slabe Rata mică de succes la competiții finanțate în cadrul programelor europene. Ponderea mică a activităților de dezvoltare experimentală și transfer tehnologic, corelată cu ponderea mică a personalului calificat pentru astfel de activități (în special IDT și tehnicieni specializați). Ponderea mică a inovării, în special la nivel internațional. Pondere mică a cercetătorilor din străinătate care activează în institut.
Oportunități Posibilitatea de a atrage cercetători din diaspora sau din străinătate, cu experiență, prin aplicare la granturi ERC Interesul crescut pentru o economie circulară, care implică recuperarea și reutilizarea resurselor, inclusiv a elementelor și materialelor cu abundență redusă în natură Combaterea schimbărilor climatice și a amprente de carbon, ceea ce necesită recuperarea CO₂ și elaborarea de tehnologii noi, mai puțin poluante	Amenințări Politicile incoerente și deficitare la nivel național, care pot duce din nou la un exod masiv al cercetătorilor tineri sau de vârstă medie. Decuplarea economică de țările avansate și revenirea la o economie autistă. Naționalismul exagerat, conducând la stoparea evaluărilor cu experți internaționali sau de tip „peer review” a proiectelor de cercetare proprii

Energiile regenerabile Apariția unor sectoare de nișă high-tech și în România, care pot solicita și cercetare în domeniul materialelor avansate Răspândirea tehnologiilor de printare 3D, care necesită cercetări în domeniul materiilor prime pentru printare (compozite cu diverse particule funcționale) Utilizarea acoperirilor cu diferite funcționalități Interfațarea sistemelor organice-anorganice Dorința de securitate sub toate aspectele, ceea ce necesită cercetări inclusiv în domeniul materialelor cu potențial de aplicații în domeniu dar și al materialelor periculoase Interesul crescut pentru dezvoltarea de noi materiale pe bază de materii prime ne-strategice, în special în domeniul materialelor magnetice și al catalizatorilor. Dorința societății pentru o viață mai bună, ceea ce implică cercetări inclusiv în domeniul materialelor pentru diferite aplicații casnice, pentru construcții, pentru clădiri și orașe inteligente, pentru sănătate, etc.	Birocrație excesivă în derularea proiectelor de cercetare Exagerarea evaluărilor cantitative în detrimentul celor calitative. Introducerea de indicatori greu de verificat în evaluarea proiectelor de cercetare: modele, metode, „documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea” (extras din indicatorii standard pentru proiectele PCCDI) Calitatea care lasă de dorit a unor absolvenți de facultate care se îndreaptă către cercetare. Lipsa forței de muncă cu pregătire tehnică temeinică în domenii precum lucrul cu mașini cu comandă numerică, vid, criogenie, mecanică fină, sticlărie, etc. Întreținerea unei imagini defavorabile la adresa cercetării din România și/sau la adresa INCD-urilor de anumite medii, blog-uri, agenți de influență.
--	--

Analiza SWOT financiară

Puncte tari Existența, în ultimii 10 ani, a unui portofoliu consistent de proiecte câștigate la competiții, ceea ce a dus la o cifră de afaceri medie de circa 8 milioane euro pe an. Utilizarea eficientă a resurselor, ceea ce a permis atât investiții în echipamente și amenajări de spații, cât și remunerarea decentă a personalului de cercetare.	Puncte slabe Dependența mare de surse de finanțare bugetare. Ponderea mică a fondurilor atrase din sectorul privat, dar și din proiecte cu finanțare internațională. Gradul încă redus de digitalizare a serviciilor financiar-contabile și de aprovizionare.
Oportunități Accesarea tuturor surselor de finanțare disponibile la nivel național și internațional Promovarea contractelor cadru de colaborare cu firme private, care să asigure un cadru flexibil de colaborare. Promovarea specializărilor inteligente la nivel regional, ceea ce oferă posibilitatea finanțării pe probleme finanțate din surse regionale.	Amenințări Finanțarea publică foarte redusă pentru cercetare. Lipsa unei finanțări instituționale stabile și predictibile care să acopere cheltuielile recurente cu salariile (pot fi la nivelul salarizării unitare pentru personalul bugetar) și pentru menținerea în funcțiune a infrastructurii și a administrației.

Activarea de stimulente fiscale pentru firmele inovative sau pentru cele care solicită servicii de cercetare.	Lipsa unui calendar clar pentru competiții de proiecte la nivel național, ceea ce a dus la o dependență excesivă de finanțarea pe Programul Nucleu (ponderea acestuia în finanțarea INCDFM a crescut în ultimii 10 ani de la circa 35 % la peste 55 %). Bugetele mici pe proiecte, consecință a fondurilor foarte mici alocate finanțării Programului Național CDI. Monopolul exercitat asupra competițiilor de proiecte, cu o singură agenție care manageriază majoritatea programelor din cadrul PNCDI. Ineficiența ROST la nivel de lobby pentru a permite câștigarea mai multor proiecte finanțate din fonduri EU.
---	--

Capitolul III - Obiective și direcții strategice de dezvoltare

Obiective:

- Consolidarea poziției INCDFM ca centru de cercetare de elită la nivelul Regiunii de Sud-Est a Europei, cu țintă ca până în 2030 să devină un centru de cercetare de elită la nivel Central și Est European
- Întărirea participării INCDFM la programe și proiecte finanțate din fonduri internaționale, precum și la mari infrastructuri de cercetare (consolidarea participării la C-ERIC, CERN, ITER, precum și la ELI-NP după ce va fi funcțional ?)
- Transformarea RiTECC într-un centru important pentru inovare și transfer tehnologic la nivel național; extinderea RiTECC la RiTECC 2.0 prin achiziția clădirii INCREST și transformarea sa într-un incubator de firme inovative pentru aplicații cu potențial de utilizare în industrii high-tech; alocarea unor spații (eventual o mini hală) pentru activitatea de prototipare și producție de serie mică (la comandă)
- Extinderea colaborării cu structuri ale MAI și MAN, dar și cu alte structuri de securitate, pe problematici legate de cercetarea în domeniul securității; înființarea unui punct de lucru la Mihai Bravu, cu laboratoare special echipate pentru cercetare în domeniul securității CBRN, al evenimentelor de tip pandemic/epidemic, al combaterii crimei organizate (ex. ofertă de servicii de tip forensic/criminalistic)
- Transformarea INCDFM și CIFRA (sub-componentă a INCDFM) într-un centru de elită pentru pregătirea și formarea profesională a tinerilor cercetători din țară și străinătate
- Întărirea legăturilor INCDFM cu mediul economic privat; inițierea unor activități menite să dezvolte abilitățile antreprenoriale ale cercetătorilor cu scopul înființării propriilor spin-off-uri/start-up-uri .
- Dezvoltarea în continuare a infrastructurii prin accesarea de fonduri structurale; valorificarea la maxim a infrastructurii prin oferirea de servicii autorităților publice, serviciilor specializate în asigurarea securității și sănătății publice, centrelor academice și mediului privat

- Dezvoltarea și internaționalizarea resursei umane; grupurile-țintă avute în vedere sunt absolvenții de vârf ai învățământului superior, cercetătorii români plecați în străinătate și cercetători străini care doresc să vină să lucreze pe termene mai lungi în INCDFM
- Colaborarea cu Școli Doctorale prin creșterea numărului de conducători de doctorat și afilierea lor la Universități de prestigiu din țară
- Atragerea de personal tehnic cu experiență și dezvoltarea unor ateliere specializate în dezvoltarea de aplicații la nivel de modele funcționale
- Promovarea eficientă a imaginii INCDFM și a rezultatelor sale în presa scrisă și în mass-media, dar și prin participare activă la evenimente de profil (conferințe, congrese, târguri de invenție, organizarea de evenimente proprii)
- Acordarea unei atenții deosebite pentru conectarea INCDFM la cele mai noi tendințe în cercetarea internațională; se va intensifica efortul de a deschide noi tematici de cercetare, cu un ridicat conținut de originalitate din partea experților INCDFM

Direcții strategice de dezvoltare și cercetare

1. Cercetări la frontieră în domeniul materialelor funcționale avansate pentru aplicații cu valoare adăugată mare
 - a. Materiale și heterostructuri cu aplicabilitate în electronică și optoelectronică
 - b. Materiale și heterostructuri pentru energie
 - c. Materiale și heterostructuri pentru senzori
 - d. Materiale funcționale în condiții extreme
 - e. Efecte ale simetriei și dimensionalității asupra funcționalității materialelor
2. Cercetări multidisciplinare privind dezvoltarea de materiale și metode cu aplicabilitate în zona eco, bio și medicală
 - a. Structuri pentru bio-senzori și diagnostic medical
 - b. Acoperiri biocompatibile
 - c. Materiale și structuri pentru aplicații în combaterea riscurilor climatice și a poluării
 - d. Soluții inovative pentru reducerea amprenteii de carbon
 - e. Materiale pentru hipertermie termică și dirijare controlată a medicamentelor
3. Dezvoltarea de materiale, heterostructuri și compozite pentru sectoare de nișă ale economiei
 - a. Materiale hard pentru energetică nucleară
 - b. Materiale pentru bariere termice
 - c. Materiale și compozite pentru printing 3D și robocasting
 - d. Soluții alternative pentru materiale care includ materii prime sensibile geostrategic
4. Modelare și simulare în domeniul fizicii stării condensate și al materialelor funcționale
 - a. dezvoltări conceptuale / fundamentale în teoria materiei condensate
 - b. modelare computațională și design de materiale și heterostructuri.
5. Dezvoltarea metodelor de caracterizare în domeniul materialelor
 - a. Caracterizări avansate cu rezoluție atomică prin microscopie electronică, microscopie de baleiaj cu efect tunel, microscopie de forță atomică

- b. Caracterizare la nivel nanoscopic a diferitelor proprietăți de material: hărți de polarizare feroelectrică, magnetizare, lucru de extracție
 - c. Noi metode de prelucrarea datelor experimentale, simulări și fitări de spectre, figuri de difracție etc.
 - d. Noi algoritmi de prelucrare de date extinse („big data”) sau de exploatare a acestor date („data mining”) precum și de învățare automată din date („machine learning”).
6. Dezvoltarea de modele funcționale și prototipuri pentru aplicații având la bază materialele preparate și studiate în institut, metodele de sinteză și caracterizare
- a. dezvoltarea de prototipuri de structuri având la bază materialele studiate în institut
 - b. dezvoltarea de stații pilot pentru sinteză de materiale, acoperiri, straturi subțiri și pentru diverse tratamente ale acestora
 - c. dezvoltarea de noi dispozitive de caracterizare complexă și/sau funcțională
 - d. dezvoltarea de echipamente pentru screeningul materialelor cu randament ridicat („high-throughout”) pentru descoperirea de noi tipuri de materiale cu funcționalitatea dorită
7. Procese optice induse de materiale avansate nanostructurate și aplicații în domenii de specializare inteligentă
- a. procese optice induse de materialele plasmonice și aplicațiile lor în domeniul eco-nano-tehnologiilor și al sănătății (farmaceutic);
 - b. procesele optice liniare și neliniare evidențiate utilizând materiale compozite bazate pe compuși macromoleculari și nanoparticule unidimensionale (1D), bidimensionale (2D) și quantum dots (OD);
 - c. fotoluminescența materialelor anorganice 2D și aplicațiile lor în domeniul stocării energiei și tehnologiei informației;
 - d. proprietățile optice ale micro/nanoparticulelor anorganice și a materialelor nanostructurate hibride organic-anorganic utilizate în domeniul patrimoniului, sănătății, energiei și optoelectronicii.

Tematicile specifice de cercetare ale fiecărui grup de cercetare, pentru următorii 5 ani, sunt prezentate în Anexa 1 la prezentul plan.

Capitolul IV - Strategia de resurse umane

Obiective:

- Stabilizarea personalului de cercetare tânăr prin măsuri adecvate;
- Atragerea cercetătorilor români performanți din străinătate;
- Creșterea ponderii cercetătorilor din străinătate care vin să lucreze în cadrul colaborărilor bilaterale sau al proiectelor câștigate de către institut, sau care să lucreze în institut în baza unor proiecte de tip ERC Grant.
- Formarea unor centre de excelență în jurul personalităților științifice afirmate și recunoscute la nivel internațional (susținere financiară a excelenței utilizând mecanisme financiare în cadrul proiectelor POC pentru atragerea de specialiști din străinătate sau în cadrul proiectelor de tip ERA-Chair);

- Creșterea mobilității naționale și internaționale a cercetătorilor (finanțare / colaborări internaționale);
- Realizarea unui raport optim între personalul din cercetare și cel din administrație;
- Eficientizarea activității personalului administrativ prin utilizarea pe scară mai largă a softurilor specializate, în scopul reducerii încărcării birocratice asupra cercetătorilor
- Sporirea eforturilor în vederea stabilizării și/sau calificării de personal tehnic cu competențele necesare

Se au în vedere următoarele:

- Continuarea angajării de tineri absolvenți de studii superioare, cu respectarea exigențelor de testare și triere a acestora până la obținerea poziției permanente în INCDFM (angajare inițial pe 6 luni urmată de examen eliminator; cei admiși vor mai avea angajare pe 30 de luni pe un proiect de cercetare convenit cu șeful de grup sau cu supervisorul de doctorat, urmând ca la final să prezinte rezultatele obținute și modul de diseminare sau valorificare)
- Încurajarea cercetătorilor cu experiență în a-și susține abilitarea, cu scopul de a crește numărul conducătorilor de doctorat în INCDFM
- Angajarea a cel puțin 3 ingineri cu experiență în domenii precum prelucrări mecanice, echipamente de vid și criogenice, electrotehnică, electronică, automatizări și calculatoare
- Dezvoltarea Departamentului de Transfer Tehnologic și Proprietate Intelectuală prin angajarea de personal cu experiență în domeniu și trimiterea personalului existent la cursuri de instruire, în special privind protecția intelectuală la nivel internațional.
- Angajarea de personal cu experiență în lucrul în camera curată, inclusiv în tehnici specifice cum ar fi litografie, tratamente în plasma, metalizări, depuneri de straturi subțiri prin diferite metode fizico-chimice
- Formare profesională continuă prin trimiterea personalului tehnic la cursuri de specializare de interes pentru INCDFM (ex. sudură profesională, optician/șlefuitor, sticlărie, electrician, specializări CNCAN, ISCIR, RENAR, etc.)
- Angajarea part-time a studenților înscriși la cursuri de licență
- Susținerea cercetătorilor români din diaspora pentru a aplica la competiții de proiecte cu finanțare națională sau internațională, care să le permită să vină să lucreze în INCDFM
- Deschiderea pozițiilor libere în cadrul proiectelor și către cercetători din străinătate, în special către cei din țări cu economii emergente sau în curs de dezvoltare
- Participarea activă la programele de burse sau schimburi internaționale, drept exemplu „Eugen Ionescu” sau „Constantin Brancuși”
- Organizarea unei școli de vară în domeniul materialelor avansate, care să atragă și tineri doctoranzi sau post-doctoranzi din străinătate
- Implicarea CIFRA, ca sub-unitate componentă a INCDFM, în activități de formare profesională avansată a tinerilor cercetători din zona Europei de Est și a Mării Mediterane (în colaborare cu UNESCO și ICTP-Trieste)

- Valorificarea colaborărilor informale cu cercetători din străinătate și cu diaspora prin trimiterea tinerilor valoroși din INCDFM la stagii de lucru pe tematici de interes comun între INCDFM și instituția-gazdă din străinătate (se pot utiliza surse mixte de finanțare)
- Înființarea unui Centru de instruire și perfecționare în domeniul metodelor moderne de caracterizare a materialelor; dezvoltarea activităților educaționale, în colaborare cu instituții de învățământ superior prin efectuarea de lucrări de laborator (ale studenților), realizarea de lucrări de disertație (master) și teze de doctorat în cadrul institutului; orientarea tinerilor spre direcții de cercetare actuale și de interes ridicat.

Capitolul V - Mecanisme de stimulare a apariției de noi subiecte și teme de cercetare.

Obiectiv

Menținerea calității și excelenței în cercetarea realizată în INCDFM

Modalități de acțiune:

- Facilitarea interacțiunilor periodice cu parteneri academici și companii din străinătate în cadrul unor consorții largi europene (H2020, ERA-NET, FLAG-ERA, ESA, EIT, etc) și a cooperărilor internaționale bilaterale;
- Ranforsarea colaborărilor internaționale existente în cadrul C-ERIC, CERN, colaborarea CoSMoS cu Elettra Trieste, colaborări viitoare cu ELI (toți cei 3 piloni), colaborări cu multiple centre de radiație de sincrotron pe bază de depunere de aplicații pentru obținerea de timp de fascicul (Elettra Trieste, SLS Zürich, Soleil Saint-Aubin, Bessy Berlin, ALBA Barcelona, ESRF Grenoble)
- Încurajarea participării la workshop-uri, evenimente de brokerage, vizite pentru schimb de informații;
- Participarea la activitățile organizate de Platformele Tehnologice Europene;
- Încurajarea inițiativei libere a cercetătorilor din INCDFM în abordarea apelurilor naționale și europene de competiții pentru proiecte de cercetare;
- Promovarea accesului la literatura științifică și la rapoartele interne de cercetare;
- Promovarea și menținerea legăturilor strânse cu mediul industrial (companii multinaționale, IMM-uri);
- Încurajarea parteneriatelor prioritare cu importante instituții academice și grupuri de cercetare din România și din străinătate;
- Abordarea unor măsuri pro-active pentru încurajarea fluxului de personal implicat în cercetare încurajând personalul din INCDFM să participe la stagii scurte de lucru la parteneri din străinătate, și atrăgând tineri din străinătate să vină să lucreze în INCDFM, pe tematici de interes comun cu organizațiile de cercetare din străinătate.

Capitolul VI - Infrastructura de cercetare-dezvoltare-inovare. Facilități de cercetare. Strategia și planul de investiții

Obiective:

- Menținerea infrastructurii la un nivel competitiv pe plan internațional, dacă se poate state-of-the-art, ceea ce necesită înlocuirea periodică a unor echipamente cu altele de generație mai nouă și cu performanțe superioare
- Extinderea infrastructurii și facilităților de cercetare pre-industrială
- Înființarea unui incubator pentru firme inovative din regiunea București-Ilfov (în special din zona Jilava, Măgurele, Bragadiru)

- Înființarea unui centru de cercetări CBRN și metode specifice pentru investigații criminalistice, care să ofere servicii structurilor de securitate și apărare
- Dezvoltarea infrastructurii IT, în special pe partea de HPC

Acțiuni concrete:

- Achiziția unor echipamente noi pentru a le înlocui pe cele îmbătrânite fizic sau moral (fie necesită reparații extinse și costisitoare, fiind mai eficientă achiziția unui echipament similar nou, fie nu mai corespund din punct de vedere al performanțelor).
- Achiziția de echipamente care lipsesc în INCDFM, dar care sunt necesare pentru dezvoltarea unor direcții tematice recent abordate
- Aplicarea pentru fonduri structurale în vederea achiziționării, recondiționării și echipării clădirii INCREST pentru a o transforma într-un incubator pentru firme inovative
- Aplicarea pentru obținerea de fonduri în vederea constituirii unui punct de lucru în localitatea Mihai Bravu, județul Giurgiu, care să joace rolul unui centru de cercetare CBRN și criminalistică în sprijinul structurilor de securitate și apărare (există de mai mult timp o înțelegere în acest sens cu oficialități din MAI, iar MAI urmează să pună la dispoziție terenul și clădirea pentru acest centru)
- Va continua achiziția de echipamente IT pentru a asigura buna funcționare a serviciilor IT, dar în special pentru dezvoltarea unui cluster performant High Power Computing (HPC) pentru calcule teoretice ab-initio, dinamică moleculară, design de material.

Pentru dezvoltarea infrastructurii se va apela fie la investiții ale autorității publice pentru CDI fie se vor submite proiecte cu finanțare din fonduri de convergență și coeziune puse la dispoziție regiunilor de către UE. Punctul de lucru de la Mihai Bravu ar constitui un exemplu de dezvoltare durabilă în Regiunea Sud-Muntenia, una din cele mai slab dezvoltate din țară.

Planul de investiții este condiționat de accesul la sursele de finanțare și de lansarea de competiții pentru infrastructuri de cercetare cu finanțare din fonduri structurale.

O listă a echipamentelor care se doresc a fi achiziționate este prezentată în Anexa 2 la acest plan.

Capitolul VII - Susținerea inovării și transferului tehnologic. Grupul de potențiali utilizatori/beneficiari și tendințele de evoluție a configurației și structurii acestuia

Obiectiv:

Valorificarea rezultatelor cercetării, cu efecte economice.

Consolidarea acestui obiectiv este susținută de:

- direcțiile CDI abordate, în domenii de tehnologii avansate și cu mare potențial aplicativ;
- experiență în colaborarea cu firme din țară și străinătate în proiecte CD și prin servicii științifice și tehnologice, adâncită prin proiectele POC-G;
- experiență organizatorică în asigurarea de servicii științifice și tehnologice, punând la dispoziție o infrastructură de cercetare de nivel înalt;
- experiență în PR și în diseminare/networking în mediul CD.

Pentru valorificarea potențialului creativ al INCDFM cu impact economic, protecția *proprietății intelectuale (PI)* se va reorienta de la nivel național la nivel internațional, având una din ținte și crearea de portofolii de PI, a căror valoare să excedă sumei valorilor componentelor.

În acest sens se va avea în vedere următoarele:

- Instruirea personalului CD în legătură cu procedurile interne și legislația pentru protecția PI, elemente de strategie a managementului PI (proprietate intelectuală).
- Asistență în managementul proprietății intelectuale (PI) conform procedurilor interne și evaluarea portofoliului PI.
- Marketing-ul tehnic: elaborarea de oferte tehnologice, identificarea canalelor de diseminare potrivite și promovarea pe piață a acestora pe respectivele canale de marketing.
- Licențierea PI: asistență la negocierea și, cu asistența oficiului juridic, stabilirea de clauze contractuale pentru acordurile de colaborare în proiecte și pentru acordurile de licențiere (colaborare cu oficiul juridic).
- Asistență în elaborarea de planuri de afacere spin-off-uri/start-up-uri ale cercetătorilor din INCDFM.
- Asistență în elaborarea unor oferte de colaborare adresate industriei, eventual cu particularizare pentru evenimente specifice.

Se mai au în vedere și următoarele activități:

- Actualizarea web-site-ului cu rezultate ale cercetării care pot fi interesante pentru preluare în producție de către firme private (realizarea de mici videoclipuri cu modele funcționale, tehnologii, etc.).
- Actualizarea bazei de date a potențialilor colaboratori (firme, INC-uri, universități, firme specializate în consultanță PI, firme din proiecte de fonduri structurale, agenții de dezvoltare regională, parcuri tehnologice) în vederea identificării partenerilor țintă pentru transfer tehnologic și/sau a potențialilor colaboratori.
- Elaborarea unei *oferte publice de expertiză*, servicii și potențial de colaborare în CDI a INCDFM (include și actualizarea periodică a informațiilor pe platforma ERRIS).
- *Organizarea de întâlniri individuale cu întreprinderile.*
- *Organizarea de evenimente tematice* în care se prezintă și evaluări ale evoluției pe plan mondial a unui domeniu de interes în INCDFM.
- *Organizarea de întâlniri bilaterale* în cadrul unor vizite reciproce. Întâlnirile au un caracter exploratoriu, pentru identificarea cerințelor și posibilităților de valorificare a cercetării desfășurate de INCDFM.
- *Identificarea de noi potențiali beneficiari* ai transferului de cunoștințe.
- *Asigurarea accesului firmelor la facilități, instalații, echipamente* în scopul efectuării de analize, testări, experimente, caracterizări, pentru dezvoltarea unor produse / tehnologii / metode noi sau îmbunătățite.
- *Activități contractuale de cercetare industrială, respectiv dezvoltare experimentală;*
- *Activități CD în colaborare efectivă, pe bază de contract.*
- *Dezvoltarea de activități și proiecte comune cu firme private din cadrul Clusterului DRIFMAT*

Potențiali utilizatori/beneficiari

În țară: firme inovative din regiunea București-Ilfov (ex. Apel Laser SRL, Optoelectronica 2001 SA, R&D Consultanță și Servicii, ICPE-SA, Ofrim Group, Microelectronica SA, Plasma JET, Exatel SRL, Stimpex SRL, Nuclear & Vacuum SA, Zentiva SA, Sara Pharm Solutions, Centrul IT pentru Știință și Tehnologie SRL, Agilrom Scientific SRL, Isovolta Group, S.C. Dragan Medical Services S.R.L., S.C. Artdesign GDS SRL, etc.) dar și din alte regiuni (NANOM-MEMS Rașnov, Continental Timișoara, ROMBAT, Roseal, Annorom, Bioelectronic SRL, Pro-Vitam SRL, Intelectro Iași SRL, All Green SRL, etc.).

În străinătate: se pot iniția colaborări cu firme orientate spre producție High-Tech cum ar fi IBM, Intel, Siemens, Thales, Honeywell, BASF, Agilent, Izertis SRL etc.

Capitolul VIII- Definirea identității științifice și tehnologice la nivel național și internațional. Promovare și vizibilitate

Obiectiv:

Fixarea în conștiința publică a rolului determinant pe care îl are INCDFM în dezvoltarea cercetării de excelență în România și în promovarea aplicațiilor de înaltă tehnologie.

Acțiuni concrete:

- Întărirea serviciului de marketing.
- Promovarea activă a rezultatelor cu caracter aplicativ prin realizarea de videoclipuri accesibile de rețelele de socializare precum Youtube, Facebook, comunicate de presă, conferințe de presă.
- Promovarea IWMP de la un workshop tematic cu participare pe bază de invitații, la o conferință internațională dedicată cercetărilor de frontieră în domeniul materialelor funcționale.
- Întărirea participării INCDFM la organizarea ROCAM.
- Promovarea unui jurnal propriu, cu înscriere în principalele baze de date; înființarea unei mici edituri pentru promovarea unor cărți științifice dedicate popularizării rezultatelor din domeniul fizicii stării condensate și științei materialelor.
- Continuarea publicării anuale a unui raport științific în limba engleză.
- Up-grade-ul permanent al paginii web a INCDFM.
- Afilierea INCDFM la Platforme Tehnologice Europene și la infrastructuri europene distribuite (după modelul C-ERIC)
- Promovarea colaborărilor cu instituții de prestigiu din străinătate (după modelul colaborărilor cu CERN, CEA, și altele)

Capitolul IX - Plan de măsuri. Planificare operațională.

Elementul din strategie adresat	Acțiuni specifice	Ținte	Responsabilități	Perioada de timp
RESURSA UMANĂ (recrutare, dezvoltare personală)	a) realizarea de colaborări cu studenții din anii terminali la Facultatea de Fizică București, sau la UPB (lucrări de licență); b) realizarea și implementarea de cursuri de formare profesională în specialități de interes pentru INCDFM; c) implicarea în proiecte de cercetare; d) <i>participarea activă la programe de tip</i>	- Identificarea celor mai talentați studenți/absolvenți care pot, ulterior obținerii licenței/doctoratului, să lucreze în INCDFM. - Dezvoltarea de parteneriate instituționale pentru proiecte naționale/internaționale; - Atragerea cercetătorilor din afara României, pentru efectuarea de stagii de durată scurtă și medie în cadrul INCDFM.	Directorul General, Directorul Științific, Consiliul Științific, Șefii de Laborator sau de Grup	2021 -2025, cu analiză anuală asupra rezultatelor obținute.

	<i>burse Marie Curie, ERC, ERA-Chair; e) susținerea stagiilor de lucru ale tinerilor cercetători din INCDFM în laboratoare de prestigiu din străinătate;</i>	- Creșterea numărului de doctoranzi, doctori și conducători de doctorat; - Formarea continuă a resursei umane;		
INFRASTRUCTURA	- Identificarea în noul cadru financiar multianual a posibilităților de finanțare pentru dezvoltarea infrastructurilor de cercetare; - Identificarea surselor de finanțare – la nivel național – pentru realizarea lucrărilor de consolidare/reabilitare a clădirii de birouri; - Intensificarea eforturilor de integrare a infrastructurii în rețele pan-europene;	- Menținerea și dezvoltarea competitivității și capabilităților tehnologice; - Includerea RITECC pe lista de infrastructuri de interes național; - Lărgirea participării în C-ERIC și la sincrotronul ELETTRA; - Obținerea acreditării RENAR pentru laboratorul de analize fizico-chimice.	Director General, Director Științific, Director Economic, Oficiul Juridic, Achizițiile Publice, Șefii de Laborator și de Grup	-2021 – 2025, cu analiza anuală a situației infrastructurii existente și identificarea posibilelor surse de finanțare
DEZVOLTAREA ȘI EFICIENTIZAREA ACTIVITĂȚII DE CERCETARE-DEZVOLTARE-INOVARE	- Identificarea competițiilor de proiecte la nivel național și internațional la care pot propune proiecte cercetătorii din INCDFM; - Prioritizarea activităților de diseminare în reviste și la conferințe cu impact ridicat; - Stabilirea unui cadru stimulatoriu pentru brevetarea internațională; - Identificarea de soluții software în vederea minimizării implicării	- Creșterea (prin comparație cu perioada 2016-2020) a numărului de proiecte câștigate din competiții europene; - Creșterea eficienței și vizibilității cercetării; - Creșterea calității și relevanței inovării; - Creșterea eficienței și flexibilității activităților administrative.	Director General, Director Științific, Directorul Economic Consiliul Științific	2021– 2025: analiză anuală

	personalului de cercetare în activități colaterale (ex., management de proiect);			
MARKETING	- Întărirea serviciului de marketing; - Organizarea unor evenimente de prezentare, cu implicarea camerelor de comerț și a agențiilor regionale de dezvoltare; - Promovarea serviciilor oferite de INCDFM în cadrul organizațiilor profesionale; - Promovarea rezultatelor deosebite prin videoclipuri afișate pe rețele profesionale sau sociale on-line; - Participare la Expoziții, Saloane, Târguri și evenimente de brokeraj	- Realizarea unei baze de date cu actualii și potențialii clienți ai serviciilor științifice și tehnologice; - Creșterea fondurilor atrase din mediul privat; - Creșterea vizibilității INCDFM în mass-media și mediile de comunicare on-line;	Director General, Director Economic, Director Științific, Consiliul Științific	2021 – 2025, cu planuri și analize anuale
COOPERARE CU MEDIUL ECONOMIC ȘI EXPLOATARE PROPRIETATE INTELECTUALĂ (PI)	- Promovarea contractelor cadru cu parteneri din mediul privat care apelează constant la servicii de cercetare oferite de INCDFM; - Identificarea unor mecanisme de stimulare a acțiunilor de spin-off; - Stabilirea unui cadru stimulativ de reglementare a beneficiilor obținute din exploatarea proprietății intelectuale de către autorul acesteia;	- Menținerea certificării pentru managementul inovării; - Structurarea unui portofoliu de patente; - Realizarea unei rețele de IMM-uri care să valorifice rezultatele obținute în INCDFM și expertiză în domeniul materialelor avansate cu aplicații în domenii cu valoare adăugată mare; - Stimularea serviciilor oferite industriei inclusiv cele de transfer tehnologic;	Director General, Director Economic, Departamentul de Cercetare, Serviciul de Marketing	2021 – 2025, cu planuri și analize anuale.

	- Stabilirea unui cadru stimulativ de reglementare a beneficiilor obținute din realizarea serviciilor spre beneficiari privați de către autorii acestora; - Activități de tip incubator/accelerator de firme.			
--	--	--	--	--

Anexa 1

Lab 10: Grup Heterostructuri

Direcții de cercetare:

- Materiale dielectrice, feroelectrice și multiferice pentru aplicații în electronică, optoelectronică, senzorială și telecomunicații;
- Materiale și structuri pentru energii regenerabile (în special tehnologii fotovoltaice);
- Acoperiri biofuncționale pentru aplicații biomedicale (*i.e.*; implanturi, endoproteze, pansamente, instrumentar și echipament medical de protecție) realizate prin metode de depunere chimică sau fizică din vapori [*i.e.*, CVD, MAPLE, pulverizare în câmp magnetron (inclusiv *reel-to-reel*)];
- Ingineria de defecte în materiale și heterostructuri semiconductoare și dielectrice/ferice;
- Dezvoltarea de materiale și structuri pentru memcomputing, calculator analogic, rețele neuronale și dispozitive de criptare;
- Modelări teoretice ale proceselor fizice care au loc în heterostructuri complexe
- Dezvoltarea de materiale ceramice/compozite funcționale pentru printare 3D, robocasting și alte metode de fabricare aditivă de obiecte (dense sau cu porozitate controlată) cu geometrie complexă;
- Dezvoltarea de materiale cu proprietăți catalitice și utilizarea lor în reacții de oxidare selectivă și hidrogenare chemoselectivă pentru obținerea de compuși cu valoare adăugată;
- Dezvoltarea de procese „eco-friendly” cu reducerea emisiei de CO₂ pentru prevenirea poluării și schimbărilor climatice. Dezvoltarea de materiale și dispozitive pentru frecvențe înalte (microunde, unde milimetrice, Terahertzi.)
- Dezvoltarea de aplicații pe baza heterostructurilor studiate (ex. tranzistori cu efect de câmp, celule fotovoltaice, elemente de memorie nevolatilă, memristori, memcapacitori, elemente de detecție bazate pe efect fotovoltaic, fotoconductiv sau piroelectric, etc.)

Tematicile grupului se subsumează direcțiilor de cercetare 1-6 ale institutului.

Lab 10: Grup Nanostructuri

Direcțiile principale de cercetare pentru următorii 5 ani:

- (i) Sinteză de nanostructuri și materiale nanostructurate prin metode fizice (suprarăcire și creșteri de nanocristale din soluție) și chimice incluzând depuneri chimice și electrochimice (depunere din baie chimică, depunere electrochimică de metale, semiconductori sau polimeri conductori, depuneri sol-gel, depuneri de nanostructuri sau de straturi nanostructurate folosind depunerea chimică din vapori, spin-coating și depuneri folosind evaporarea termică în vid, arc electric sau pulverizarea catodică);
- (ii) Dezvoltarea proceselor de fabricare a fibrelor polimerice micrometrice și submicrometrice prin procedee precum electrofilare sau filare centrifugală precum și a sistemelor de electrozi bazate pe fibre metalizate pentru aplicații în domenii ce includ materiale filtrante, sisteme de electrozi flexibili, mușchi artificiali.
- (iii) Dezvoltarea de componente electronice, optoelectronice, galvanomagnetice sau fotonice bazate pe filme subțiri multistrat și nanostructuri prin folosirea metodelor de preparare dezvoltate în cadrul grupului și a metodelor microlitografice (fotolitografie, litografie de

electroni și nano-imprint); folosirea modelelor și funcționalizării biologice pentru aplicații bazate pe aceste componente.

- (iv) Dezvoltarea unor sisteme de tip biosenzor folosind ca substrat traductor materiale nanostructurate sau nanostructuri individuale și procese biomimetice de recunoaștere moleculară/biochimică. În cadrul acestor sisteme se urmărește creșterea sensibilității și a selectivității specifice prin exploatarea de noi arhitecturi de detecție care să includă folosirea unor componente precum diodele sau tranzistorii cu efect de câmp bazate pe nanofire, sistemele optice sau fotonice, precum și abordarea unor direcții noi precum folosirea proteinelor transmembranare (receptori specifici pentru diferiți stimuli fizici, chimici sau biochimici);
- (v) Dezvoltarea unor dispozitive de tip microfluidic atât de tip clasic (bazat pe abordări microlitografice i.e. canale în PDMS și circuite electrice/sisteme de electrozi realizate pe substrat de sticlă sau siliciu/dioxid de siliciu) cât și pe materiale low-tech de tip hârtie pentru încorporarea de biosenzori și obținerea de soluții complete senzor/sistem de detecție. Dezvoltarea interfețelor semiconductor – biologic pentru aplicații ce includ monitorizare/comunicare între dispozitive electronice și neuroni.
- (vi) Dezvoltarea de sisteme/materiale biocompatibile bazate pe materiale precum collagen, elastină, hidroxiapatită și a unor arhitecturi biomimetice (e.g. structuri de tip schelet extracelular, mușchi artificiali, acoperiri biocompatibile) pentru aplicații în industria farmaceutică și a dispozitivelor medicale precum pansamente inteligente, dispozitive de administrare controlată a medicamentelor, soft robots și altele.

Laboratorul 20: Grup Magnetism și Supraconductibilitate:

Direcții de dezvoltare:

1. Dezvoltarea și caracterizarea de materiale cu proprietăți magnetice și magneto-funcționale pentru acțiune și senzorială, urmărindu-se studiul efectelor de dimensiune, al configurațiilor de spin și interacțiilor de interfață în sisteme cu dimensionalitate redusă precum și aspectele de multi și magneto-funcționalitate în raport cu fenomene și mecanisme microscopice. Se vor aborda următoarele tematici de cercetare:

- spintronica pe obiecte chirale
- spintronica cu antiferomagneți artificiali și/sau ferimagneți compensați
- fenomene magnetice tranzitorii
- magnetism molecular
- materiale magneto- și multi-funcționale cu tranziții de fază
- multi și magneto-funcționalitate indusă prin organizarea entităților magnetice
- activare catalitică prin hipertermie magnetică
- senzorială și acțiune cu sisteme magneto-electrice hibride.
- mecanisme electronice și configurații de spin investigate prin utilizarea modelelor atomistice (în special DFT) și respectiv micromagnetice

2. Dezvoltarea și caracterizarea de materiale pentru lucrul în condiții extreme, unde se vor aborda următoarele tematici:

- dezvoltarea și caracterizarea materialelor destinate să reziste la fluxuri mari de căldură sau/și în condiții de iradiere intensă pentru aplicații în reactoare termo-nucleare de fuziune, reactoare de fisiune și acceleratoare de particule
- dezvoltarea de materiale și compozite cu funcționalități multiple datorate nanostructurării pentru aplicații în domeniul producerii de energie, construcțiilor de mașini și cel de apărare capabile să funcționeze în condiții speciale de presiune, șoc și în medii corozive
- dezvoltarea de sisteme nanostructurate care să contribuie la desfășurarea de experimente în cadrul facilităților ELI-NP sau ALFRED
- studiul mecanismelor de rupere (corpuri solide compozite ultradure refractare)

3. Dezvoltarea de materiale supraconductoare și hibride, cu abordarea următoarelor tematici:

- straturi supraconductoare cu temperatură critică ridicată, nanostructurate cu centri pinning sinergetici pentru caracteristici superioare în câmpuri magnetice înalte
- supraconductori compoziți pe bază de MgB_2 (corpuri solide supraconductoare orientate, fire/benzi) cu adaosuri inteligente pentru diverse aplicații la temperatura hidrogenului lichid
- supraconductori (monocristale, corpuri solide) din sistemele conținând Fe (pnictizi și calcogenizi) și alți supraconductori noi
- Abordarea sistemelor nanostructurate hibride de tipul supraconductor/material magnetic pentru aplicații în electronică și energetică

4. Dezvoltarea de noi tehnologii de procesare a sistemelor expuse la punctele precedente (inclusiv procesări în câmpuri extreme sau folosind materii prime ecologice, creșteri de cristale, etc.) pentru a le lărgi gama de funcționalitate. Se vor aborda următoarele tematici:

- materiale pe bază de MgB_2 pentru aplicații biomedicale
- materiale oxidice multifuncționale pentru senzori cu funcții multiple

Lab 30: Grup Suprafețe și interfețe

S-a realizat focalizarea cercetărilor proprii în principal pe direcțiile:

- (i) suprafețe și interfețe ale materialelor feroelectrice, heterostructuri ale feroelectricilor cu materiale magnetice
- (ii) chimie și fotochimie la suprafețe feroelectrice (fiind printre puținele grupuri din lume cu rezultate notabile în această direcție)
- (iii) structuri formate din grafenă pe substraturi feroelectrice, cu aplicații în memorii nevolatile ultrarapide
- (iv) proprietăți de confinare moleculară oferite de regiunile dintre straturile grafenice și substraturile metalice monocristaline.

Se intenționează așadar continuarea următoarelor direcții de cercetare:

- (a1) Chimia, cataliza și fotocataliza la suprafețele materialelor cu ordonare feroelectrică, intrinseci sau cuplate cu nanoparticule de metale nobile.
- (a2) Sisteme catalitice și fotocatalitice implicând cuplajul de sisteme cuasi-bidimensionale (grafene, MAXene) cu nanoparticule metalice.
- (a3) Structuri de tip „memristor” folosind proprietățile histeretice de conducție a canalelor cuasi-bidimensionale (grafenă, în principal) pe suporturi feroelectrice.

(a4) Propunerea de mecanisme pentru modelarea și caracterizarea nanoscopică cu rezoluție temporală a feroelectricității.

Direcții noi:

(b1) Tematica materialelor topologice (izolatori topologici, dopați sau nu cu impurități magnetice, semimetale Weyl, Dirac, sisteme cu interacție spin-orbită puternică, feroelectrici „neconvenționali” de tip Rashba).

(b2) Oxizi și interfețe de oxizi cu perovskiți ordonați cationic, oxizi în fază perovskit și piroclor ale metalelor de tranziție 5d (Hf, Ir, Os) ținând controlul diverselor tipuri de tranziții de fază (metal-izolator, feromagnetic-antiferomagnetic, izolator-supraconductor) controlate de tensiunea epitaxială, interacțiune electron-fonon, interacțiuni electron-electron puternice și diverse mecanisme de hibridizare sau cuplaj între gradele de libertate de spin/sarcină/rețea/orbital.

(b3) Materiale magnetice care suportă structuri topologice de spin, adică skyrmioni magnetici sau skyrmioni în sisteme antiferomagnetice (aliaje binare ale metalelor de tranziție $\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x}$, oxizi antiferomagnetici, sisteme multiferoice și magneți artificiali).

(b4) Sisteme multiferoice realizate prin cuplajul feromagnetic prin schimb indirect între ioni magnetici folosindu-se purtătorii de sarcină acumulați la suprafețele materialelor feroelectrice.

(b5) Nanoreactoare bidimensionale formate între grafenă și suporturi metalice monocristaline, cu eficiență sporită în fixarea reactanților și în creșterea eficienței de reacție.

(b6) Heterostructuri de HfO_2 , dopate sau nu, crescute pe metale nobile, acoperite cu grafenă. Studiul chimiei de suprafață, al proprietăților de conducție în plan și al corelațiilor între cele două.

(b7) Sisteme de caracterizare completă în funcție de masă și sarcină a aerosolilor.

(b8) Dezvoltarea de materiale cu proprietăți catalitice pentru formarea de monomeri din resurse regenerabile, precum și reducerea impactului negativ al polimerilor asupra mediului, prin reducerea acestora la monomeri.

(b9) Dezvoltarea de materiale cu proprietăți fotocatalitice pentru realizarea proceselor de fotosinteză artificială, reducerea fotocatalitică a dioxidului de carbon, depoluarea apelor și decontaminarea / detoxifierea agenților chimici de luptă și a simulanților acestora.

(b10) Vizualizarea în timp real a atașamentelor moleculare pe suprafețe feroelectrice prezentând structură de domenii, precum și a reacțiilor de suprafață, folosindu-se microscopia de electroni lenți și de fotoelectroni LEEM-PEEM cu rezoluție nanometrică și spectro-microscopie de fotoelectroni.

(b12) Validarea metodei de spectroscopie de electroni Auger indusă de anihilarea pozitronilor pentru caracterizarea suprafețelor feroelectrice și deducerea potențialului de suprafață.

(b13) Aplicații moderne ale materialelor semiconductoare din clasa III-V (GaAs, GaSb, GaP)-heterostructuri complexe, suprafețe nanostructurate, structuri fotovoltaiice pe bază de nanocristale, biosenzori.

(b14) Heterostructuri multiferoice cu magnetism de tip Stoner, Zener sau RKKY, precum și evidențierea efectelor legate de cuplajul spin-orbită (Rashba, Dresselhaus) la interfețele feroelectric/feromagnet.

Lab 30: Grup Fizică teoretică și modelare computațională

Cele două direcții de cercetare propuse și tematicile/obiectivele asociate sunt:

A. Materiale cuantice, sisteme cuantice hibride și efecte de corelație (many-body) în sisteme cu dimensionalitate redusă.

A1. Proprietăți topologice și de transport ale materialelor cuantice.

În cadrul temei se propun: i) Abordări non-hermitice pentru studiul comportării stărilor de margine în materiale cuantice; ii) Investigații teoretice ale semimetalelor Weyl și Dirac; iii) Studii ale ecoului Loschmidt prin calculul invarianților topologici ca funcții de timp; iv) Analiza stărilor de margine în sisteme uni și bi-dimensionale care prezintă tranziții de fază topologice.

A2. Sisteme cuantice hibride (SCH) cu aplicații în nanoelectronică și opto-nanomecanică.

În cadrul temei se vor dezvolta modele teoretice avansate pentru: i) Răcirea vibrațională a nanorezonatorilor mecanici în regim cuantic; ii) Analiza proceselor de transport în SCH în prezența unei cavități cuantice; iii) Investigarea dinamicii cuantice a SCH în prezența cuplajului spin-fonon. Pe baza acestor studii se vor identifica/prezice proprietăți noi ale SCH în regim de emițători și senzori cuantici.

A3. Efecte de corelație și interferență în rețele 2D și molecule artificiale

Obiectivele temei constau în: i) Calcule spectrale și de transport electronic în sisteme de dimensionalitate redusă (de ex. molecule artificiale, rețele 2D, grafenă supusă unui stres uniaxial); ii) Studiul fenomenelor de interferență cuantică în grafenă; iii) Dezvoltarea de metode numerice de înaltă precizie aplicabile stărilor de spin în molecule artificiale în prezența degenerării; iv) Modelare teoretică a sistemelor AFM cu dot cuantic.

B. Modelări computaționale ale materialelor funcționale și topologice

B1. Funcționalități avansate rezultate din doparea semiconductoarelor și izolatoarelor cu impurități (de tip n, de tip p, magnetice). Tematica presupune aplicarea teoriei funcționalei de densitate și a calculelor de dinamică moleculară pentru stabilirea parametrilor structurali și a proprietăților electronice pentru: i) straturi δ în semiconductori (Si, Ge, GaN, AlN) și structuri artificiale ale acestora obținute prin doparea cu impurități donoare sau acceptoare, ii) semiconductori, oxizi și izolatori topologici cu funcționalitate de spin, obținuți prin doparea cu impurități magnetice, iii) materiale cu structura electronică modificată artificial prin dopare sau la interfață pentru stocarea și conversia energiei.

B2. Materiale topologice

Tematica presupune folosirea calculelor de structură electronică pentru: i) descrierea izolatoarelor topologici în 2D și 3D, a semimetalelor Dirac și Weyl și a sistemelor Rashba cu despicare spin-orbită în vederea manipulării predictive a proprietăților optice, electrice și magnetice, ii) exploatarea efectelor de hibridizare la interfețele materialelor topologice pentru crearea de noi funcționalități.

B3 Suprafețe și interfețe ale oxizilor perovskit 5d (Hf, Ir, Os)

Tematica presupune folosirea calculelor de structură electronică pentru: i) înțelegerea și controlul funcționalității bazate pe tranziții de fază de tip metal-izolator, feromagnetic – antiferomagnetic, ii) descrierea interacțiilor multiparticulă (electron-electron; electron-bozon) cu efect asupra mobilității purtătorilor de sarcină.

B4. Studiarea cuplajului polarizării în structuri de tipul feroelectric-izolator-feroelectric (FIF)

1) Calcularea stărilor stabile ale structurilor FIF pentru toate configurațiile de polarizare ale celor două straturi feroelectrice ($\uparrow\text{-}\uparrow$, $\uparrow\text{-}\downarrow$, $\downarrow\text{-}\uparrow$, $\downarrow\text{-}\downarrow$) și compararea polarizărilor totale cu cele obținute experimental pe structuri similare.

- 2) Calcularea densității de sarcină la interfețele feroelectric-izolator pentru toate configurațiile de mai sus și investigarea influenței polarizărilor asupra stratului de izolator.
- 3) Studiarea efectului grosimii stratului de izolator asupra cuplajului celor două polarizări.

B5. Studiarea structurii de capacitor feroelectric în condițiile măsurătorilor statice de polarizare.

Obiective:

- 1) Calcularea densității de sarcină la interfețele metal-feroelectric-metal în stări de polarizare intermediare corespunzătoare măsurătorii statice de polarizare.
- 2) Calcularea structurii de benzi de energie în stările intermediare de polarizare.

Cele două direcții se subsumează direcției de cercetare 4(a) și 4(b) din prezenta strategie dar se corelează substanțial și cu direcția 1(a). Dincolo de aspectele fundamentale implicate, studiile teoretice propuse în cadrul direcției A sunt relevante și pentru dezvoltarea de noi dispozitive spintronice, magnetoelectrice sau hibride. Complementar, dezvoltarea direcției B presupune coagularea expertizei deja existente în diverse grupuri de cercetare ale INCDFM în vederea modelării computaționale a proprietăților electronice și dielectrice pentru heterostructuri și superrețele din oxizi (multi)feroici, precum și a izolatorilor topologici.

Lab 40: Grup Procese Optice în Materiale Nanostructurate

Directia strategică de dezvoltare avută în vedere este intitulată “Procese optice induse de materiale avansate nanostructurate și aplicații în domenii de specializare inteligentă”.

Tematicile care vor fi dezvoltate în cadrul acestei direcții sunt:

a. Procese optice induse de materialele plasmonice și aplicațiile lor în domeniul eco-nano-tehnologiilor și domeniul farmaceutic:

a1: grafene, de tipul oxidului de grafenă și oxidului de grafenă redus, decorate cu nanoparticule de Ag, Au și Cu, ca suporti activi în spectroscopia Raman exaltată prin plasmoni de suprafață, spectroscopia IR exaltată prin plasmoni de suprafață și fotoluminescență exaltată prin plasmoni de suprafață pentru caracterizarea compușilor macromoleculari și organici; aplicațiile grafenelor decorate cu nanoparticule de Ag și Au în vederea detecției optice a compușilor organici din domeniul farmaceutic prin spectroscopie de absorbție UV-VIS;

a2: nanoparticule de fosfor de tipul fosforenei cu structură de monostrat - 1L, bi-strat - 2L, nanoace, nanotuburi și “quantum dots” de fosfor funcționalizate cu nanoparticule de Ag și Au - platforme pentru detecția optică a compușilor organici din domeniul farmaceutic;

a3: “quantum dots” de carbon și respectiv de fosfor, modificate cu nanoparticule de Ag și Au pentru aplicații în domeniul detecției optice/electrochimică a compușilor organici din domeniul farmaceutic în vederea eficientizării tratamentului medicamentos;

a4: procesele de adsorbție ale compușilor organici și macromoleculari depuși pe suporti rușoși de Ag și Au modificați cu monostraturi de oxid de grafenă în stare redusă evidențiate prin dicroism de infraroșu;

a5: aplicațiile nanoparticulelor de carbon decorate cu nanoparticule de Ag și Au în evaluarea procesului de fotodegradare al compușilor organici din domeniul farmaceutic;

a6: nanotuburi de carbon funcționalizate cu nanoparticule de Ag, cu proprietăți antimicrobiene, pentru aplicații în domeniul materialelor textile și din piele.

b. Procesele optice liniare și neliniare evidențiate utilizând materiale compozite bazate pe compuși macromoleculari și nanoparticule unidimensionale (1D), bidimensionale (2D) și quantum dots (OD) pe bază de CARBON și respectiv FOSFOR; aplicațiile materialelor compozite de tipul compușilor macromoleculari și nanoparticule de carbon și respectiv fosfor:

- b1. procese optice neliniare (exemplu: emisia anormală Raman anti-Stokes de tip CARS, fotoluminescență anti-Stokes, etc.) evidențiate utilizând nanotuburi de carbon funcționalizate cu compuși macromoleculari conjugați
- b2. rolul nanoparticulelor de carbon de tipul nanotuburilor de carbon, grafenelor (oxid de grafenă, oxid de grafenă redusă), quantum dots de carbon, nanodiamant asupra fotoluminescenței și fotoconducției compuși macromoleculari;
- b3. procese fotoluminescente atât în domeniul VIS cât și NIR evidențiate în cazul materialelor compozite de tipul fosforenei funcționalizate covalent cu compuși organici și respectiv macromoleculari;
- b4. monitorizarea prin fotoluminescență anizotropă și dicroism de infraroșu a proceselor de adsorbție de la interfața compușilor macromoleculari cu nanoparticule de carbon și respectiv de fosfor;
- b5. aplicațiile materialelor compozite de tipul compușilor macromoleculari și nanoparticule de carbon și respectiv fosfor în domeniul eco-nano-tehnologiilor (ex. întârzierea aprinderii flăcării (flame retardant) în cazul materialelor de construcții, textile și din piele), sănătății (ex. pentru detecția optică/electrochimică a compușilor organici din domeniul farmaceutic) și stocării energiei (ex. materiale active în electrozii supercapacitorilor și bateriilor reîncărcabile cu Li);
- b6. proprietățile optice și de transport de sarcină în semiconductori organici - straturi mixte oligomeri/polimeri (donori): compuși non fulerenici (acceptori);
- b7. influența efectului dimensiunii asupra proprietăților optice și electrice ale hetero-structurilor organice.
- b8. fenomene optice în materiale organice cu aplicații în fonică. Efectele dopantului și a defectelor de structură.

c. Fotoluminescență materiale anorganice 2D de tipul dicalcogenidelor și monocalcogenurilor metalelor tranziționale și elementelor din grupa a IV-a (WS_2 , MoS_2 , $SnSe$, $GeSe$, etc.) și aplicațiile lor:

- c1. influența defectelor și dimensiunii asupra proprietăților fotoluminescenței materialelor anorganice 2D
- c2. proprietățile fizico-chimice ale heterostructurilor calcogenice
- c3. modelarea proprietăților optice prin procese de funcționalizare adaptate materialelor calcogenice în vederea obținerii de materiale compozite (ex. WS_2/MoS_2 -polimeri conjugați, etc.) ;
- c4. aplicațiile compozitelor bazate pe dicalcogenuri și monocalcogenurile metalelor tranziționale și elementelor din grupa a IV-a în domeniul stocării energiei (ex. $WS_2/PEDOT$ - supercapacitori și WS_2 - baterii reîncărcabile cu Li) și tehnologia informației (memristori);
- c5. heterostructuri metal-calcogen-metal - difuzia Ag în sticle calcogenice pentru aplicații în domeniul fotodetectorilor.

d. Proprietățile optice ale micro/nanoparticulelor anorganice și heterostructurilor sale:

- d1. influenței efectelor de suprafață asupra fotoluminescenței micro/nanoparticulelor anorganice (ex. SiO_2 , TiO_2 , ZnS , fluoruri de tip LaF_3 , CeF_3 dopate cu pământuri rare, etc.);

- d2. nanocompozite bazate pe micro/nanoparticule anorganice cu proprietăți duale luminescente și magnetice (ex. Fe_2O_3 /nanotuburi de carbon și compuși macromoleculari);
- d3. materialelor nanostructurate hibride organic-anorganic utilizate în domeniul patrimoniului (obiecte ceramice), sănătății (ex. sisteme $\text{SiO}_2:\text{TiO}_2:\text{Ag}$ /celuloză cu proprietăți fotocatalitice și antimicrobiene), energiei (ex. Fe_2O_3 /nanoparticule de carbon – materiale active în bateriile reîncarcabile cu Li) și optoelectronicii (ex. $\text{PbI}_2:\text{TiO}_2$ /polimeri conjugați);
- d4. semiconductori nemetalici de tip g- C_3N_4 (graphitic carbon nitride) și heterostructurile lor pentru producerea hidrogenului combustibil prin descompunerea fotoelectrochimică a apei.

Tematicile grupului se încadrează în următoarele direcții de cercetare ale INCDFM: 1b, 2a, 4a, 5a, 6c și 7.

Lab 50: Grup Structuri atomice și defecte în materiale avansate

Strategia de dezvoltare a activității științifice în cadrul Laboratorului 50 are în vedere două direcții principale menite să contribuie la afirmarea și menținerea identității INCDFM în peisajul științific autohton și regional european ca institut de referință în domeniul fizicii materialelor:

- A. *Dezvoltarea și implementarea unor tehnici și metode avansate, cu caracter de unicitate la nivel național și regional european, privind caracterizarea proprietăților fizico-chimice ale materialelor avansate, însoțită de consolidarea expertizei recunoscută la nivel mondial.*

În contextul științific și tehnologic actual în care nanoștiința și nanotehnologia sunt din ce în ce mai prezente în activitățile curente ale oamenilor, este clar că orice progres în aceste domenii presupune analiza și înțelegerea proceselor care au loc la scară nanometrică și chiar atomică folosind echipamente și tehnici de investigare microstructurale și spectroscopice avansate. Identitatea laboratorului 50 și implicit a INCDFM este puternic marcată de existența în cadrul laboratorului a unor *echipamente complexe de top la nivel mondial* și în egală măsură de *expertiza* acumulată de-a lungul a cel puțin 3 generații de cercetători în domeniul caracterizării proprietăților fizico-chimice ale materialelor avansate folosind aceste tehnici, ambele valori având statut de unicitate la nivel național și regional european. Această direcție strategică de dezvoltare a laboratorului 50 se înscrie în tematica generală strategică “5. Dezvoltarea metodelor de caracterizare în domeniul materialelor” a INCDFM, venind în același timp în sprijinul tematicilor 1, 2 și 3.

A1. Microscopie electronică

În cadrul laboratorului funcționează două microscopie electronice analitice prin transmisie (TEM) și un sistem dual SEM-FIB, cu configurații și posibilități complementare de investigare morfo-structurală și analitică unice la nivel național și chiar regional european, precum imagistica de ultra-înaltă rezoluție (HRTEM, HAADF STEM), cartografierea chimică la scară atomică (HRSTEM EELS), tomografie cu electroni sau difracția de electroni cu precesie.

- i. Caracterizarea microstructurală, morfologică și compozițională a materialelor nanostructurate (pulberi, nanofire), filme subțiri, ceramici și aliaje speciale prin TEM/HRTEM, SEM, EDS;
- ii. Rezolvarea chimică a structurii atomice a interfețelor în materiale cristaline;
- iii. Cartografia câmpurilor de distorsiuni asociate defectelor extinse și interfețelor;
- iv. Caracterizarea structurală și elementală la nivel atomic a multistraturilor nanometrice și a interfețelor pentru aplicații avansate folosind imagistica la rezoluție atomică (HRTEM/HRSTEM) și cartografierea chimică elementală (STEM-EELS);
- v. Tomografia la scară nanometrică a materialelor nanostructurate pentru senzori de gaze și cataliză;

vi. Cartografierea microstructurală a sistemelor policristaline la scară micrometrică și nanometrică prin tehnici de difracție de electroni (EBSD, PED).

vii. Studiarea la scară nanometrică a proceselor fizico-chimice (tranziții de fază în stare solidă, reacții de oxidare/reducere, proprietăți electrice) în condiții identice sau apropiate de cele normale de operare ale materialelor avansate (nanostructurate, structurilor multistrat) și dispozitivelor micro și nanometrice prin *microscopie electronică in situ și operando*.

A2. Rezonanță Electronică de Spin

Grupul de rezonanță electronică de spin (RES) deține o expertiză recunoscută în analiza prin tehnici RES în multifrecvență și multirezonanță a defectelor punctuale paramagnetice intrinseci sau induse de impurități, precum și defectelor induse de radiații în izolatori și semiconductori de bandă interzisă largă, în stare masivă sau ca material nanostructurat. Investigațiile RES ale grupului se vor concentra pe următoarele direcții:

i. Cercetări fundamentale privind defecte structurale punctuale și simularea impactului lor asupra proprietăților macroscopice, efecte asociate dimensionalității reduse (confinare cuantică, proprietăți ale suprafețelor), dinamica rețelei, tranziții de fază structurale și magnetice;

ii. Cercetări structurale avansate privind incorporarea, localizarea și distribuția dopanților, simetrii locale, formarea de faze secundare; investigarea proprietăților magnetice;

iii. Cercetări aplicative în domeniul materialelor funcționale pentru aplicații în domeniul catalizei/fotocatalizei, senzorilor de gaze, pilelor de combustie, celulelor solare cu materiale perovskitice;

iv. Caracterizarea de materiale cu aplicații în științele vieții: bio-senzori, materiale bio-compatibile pentru diagnostic și tratament (nanoparticule magnetice, nanoparticule luminescente), materiale cu proprietăți bactericide, monitorizarea calității alimentelor, produselor de igienă, cosmetice etc. (detectarea prezenței radicalilor liberi, elementelor potențial toxice);

v. Determinarea efectelor unor materiale, biocompatibile sau nu, asupra unor culturi de celule 2D și celule în țesuturi 3D, precum și a citotoxicității, prin monitorizarea generării de specii reactive in situ și in vivo. Detecția speciilor reactive generate va fi efectuată prin metoda capturii de spin (spin trapping) folosind spectroscopia RES;

vi. Evaluarea și monitorizarea proceselor de degradare în materiale asociate patrimoniului cultural;

vii. Studiul caracterului biotic/abiotic al materialelor carbonice primitive pentru identificarea prezenței vieții în condiții extreme (inclusiv în spațiu).

B. Sinteza și caracterizarea proprietăților fizico-chimice ale unor noi clase de materiale funcționale avansate cu aplicabilitate în cadrul unor domenii de maximă actualitate la nivel național și global.

Cercetările ce vor fi derulate în cadrul acestei direcții strategice de dezvoltare vor viza următoarele clase de materiale:

B1. Materiale nanostructurate pentru aplicații în senzori de gaze

În plus față de infrastructura de cercetare dedicată care include o stație de mixare a gazelor și echipamente de măsură pentru testarea materialelor sub atmosferă controlată, specialiștii laboratorului nostru dețin o expertiză unică la nivel național privind investigarea și înțelegerea în profunzime a mecanismelor fizico-chimice subtile care stau la baza procesului de detecție a gazelor.

În privința acestei clase de materiale avem în vedere **inițierea unei direcții noi de cercetare în domeniul schimbărilor climatice**. Activitățile de cercetare în cadrul unor proiecte de tip PED și PCE vor include faze de documentare, realizare de senzori de gaze, testare în atmosferă de CO₂ și CH₄, realizarea de demonstratoare, brevetare și publicare de articole științifice.

Această direcție de dezvoltare se înscrie în tematicile generale 1c “Cercetări la frontieră în domeniul materialelor funcționale avansate pentru aplicații cu valoare adăugată mare: c. Materiale și heterostructuri pentru senzori”, 2c și d “Cercetări multidisciplinare privind dezvoltarea de materiale și metode cu aplicabilitate în zona eco, bio și medicală: c. Materiale și structuri pentru aplicații în combaterea riscurilor climatice și a poluarii; d. Soluții inovative pentru reducerea amprente de carbon” ale INCDFM.

B2. Straturi subțiri din materiale avansate pentru industria microelectronică cu un larg spectru de aplicabilitate în domenii cu impact la nivel global: mediu, securitate, spațiu, biomedical, securitate alimentară.

Această direcție abordează domeniul straturilor subțiri de interes pentru industria microelectronică, încadrând o clasă largă de materiale de interes pentru aplicații microelectronice precum materiale cu bandă interzisă directă din sistemul SiGeSn imersate în matrici dielectrice, materiale izolatoare cu constantă dielectrică ridicată (high-k dielectrics) din sistemul HfO₂-ZrO₂, materiale 2D pe bază de calcogenuri ale metalelor de tranziție (2D-TMD).

Cercetările derulate în cadrul acestei direcții includ studii fundamentale pornind de la calcule atomistice, continuând cu caracterizarea proprietăților optice, electrice, fotoelectrice, feroelectrice și de stocare de sarcină și finalizând cu realizare de dispozitive – demonstratori până la TRL6 sub formă de memorii nevolatile electronice și optoelectronice, dozimetre, senzori optici pentru siguranța circulației rutiere, fotodetectori în SWIR și Mid-IR, senzori pentru securitate alimentară, aplicații biomedicale, internetul obiectelor (internet of things).

Straturile subțiri epitaxiale sau nanostructurate, sub formă de mono- sau multistrat sunt obținute prin tehnica pulverizării cu magnetron urmată de procesarea suprafeței prin tratamente termice rapide și iradiere laser. Sunt vizate efectele dopajului, stresului, confinării cuantice în filmele nanostructurate și structurile multistrat asupra proprietăților optice, electrice, fotoelectrice, feroelectrice și de stocare de sarcină.

Această direcție de dezvoltare se înscrie în tematicile generale 1a, c „Cercetări la frontieră în domeniul materialelor funcționale avansate pentru aplicații cu valoare adăugată mare: a. Materiale și heterostructuri cu aplicabilitate în electronică și optoelectronică; c. Materiale și heterostructuri pentru senzori” și 6. „Dezvoltarea de modele funcționale și prototipuri pentru aplicații având la bază materialele preparate și studiate în institut, metodele de sinteză și caracterizare” ale INCDFM.

Anexa 2

Achiziții Grup Heterostructuri

- Echipament de măsurare a eficienței de conversie cuantică în structuri foto-active (estimat 100 k euro);
- Instalație de tip cluster cu camere de depunere PLD și pulverizare în câmp magnetron și caracterizări *in situ* PFM/AFM, XPS, Raman, FTIR (estimată 2500 k euro);
- Echipament de depunere prin pulverizare în câmp magnetron *reel-to-reel* (estimat 500 k euro);
- Spectrometru FTIR (cu module de transmisie, reflexie speculară și reflectanță total atenuată) cu mod de lucru în vid (estimat 250 k euro);
- Spectrometru în THz cu doi detectori pentru determinarea simultană a transmisiei și a reflexiei care să poată fi configurat pentru măsurători în reflexie cu unghi de incidență variabil (estimat 500 k euro);
- PPMS cu ciclu închis de He (estimat 500 k euro);
- Caracteriograf pentru dispozitive semiconductoare (estimat 15 k euro cu toate modulele).
- Laser cu excimer, pentru eventuala înlocuire a laserilor la instalațiile PLD existente (estimat 100 k euro).
- Înlocuire feritester (are mai mult de 10 ani, estimat 150 k euro cu toate opțiunile)
- Diverse alte echipamente, spre exemplu electrometre, punți RLC, multimetre, echipamente laborator chimie, etc. (estimate 100 k euro).
- Dezvoltare cluster HPC către 1000 core-uri și memorie corespunzătoare, plus achiziție stații de lucru (estimat 100 k euro).
- Echipament de tip robocasting (estimat 100 k euro).
- Echipament testare proprietăți mecanice straturi subțiri (aderență, duritate, etc., estimat 200 k euro).
- Echipamente pentru pulverizare termică tip "thermal spray" (estimate 100-250 k euro în funcție de metodă, de temperatura suportului și de dimensiunea suport probă).
- Echipament extrudare/trefilare pentru produs de fire utilizabile la printare 3D (estimat 15 k euro).
- Elipsometru spectroscopic, domeniu spectral 200-3200 nm - 150 k Euro + criostat - 60k Euro

Toate achizițiile se subsumează direcțiilor de cercetare principale ale INCDFM. Total: ~ 5.090 k euro

Achiziții Grup Nanostructuri

- Echipamente de prelucrare/microprelucrare folosind radiația laser cca 250.000 E;
- Echipament automatizat complex pentru depunerea de filme metalice pentru electrozi cca 250.000 E;
- Instalație de fotolitografie de înaltă rezoluție cca 500.000 E;
- Instalație de depunere filme polimerice pentru pasivare dispozitive electronice (Parylene C) cca 200.000 E;
- Echipament de tip patch clamp pentru caracterizarea celulară (funcții celulare bazate pe proteine transmembranare) cca 150.000 E;
- Sistem de multiplicare a acizilor nucleici folosind reacția în lant a polimerazei (PCR) cca 200.000 E;

- Linie automatizată de sinteze chimice organice și hibride (Schlenck) și de microunde, cca 250.000 E;

- Sistem CEM Discover SP - modul de reacție cu microunde pentru laborator, cca. 25.000 E.

Toate achizițiile se subsumează direcțiilor de cercetare principale ale INCDFM. Total: ~ 1.825 k euro

Achiziții Grup Magnetism și Supraconductibilitate

- Sistem PPMS de ultimă generație cu funcționare în regim de criostat cu circuit închis de He și opțiuni privind măsurătorile de magneto-conducție, magneto-calorice, microscopie de tunelare și răspuns magnetic sub excitare optică, cca 600.000 E.
- Sistem de microscopie Hall de baleiaj la temperaturi joase pentru vizualizarea nano-domeniilor magnetice în materialele magnetice și hibride, și a vortexurilor în materialele supraconductoare, compatibil cu sistemul PPMS; circa 250.000 E.
- Sistem SQUID de ultimă generație cu funcționare în regim de criostat cu circuit închis de He și întreaga gama de opțiuni magnetice (DC, RSO, susceptibilitate AC, inclusiv sub excitare optică, celule de presiune și opțiune de nanoSQUID)
- Dispozitiv MOKE (longitudinal și polar) la temperaturi scăzute, cca 120.000 E.
- Upgradare sistem de depunere rf/dc sputtering cu încă o sursă rf și cu metode de caracterizare in situ (RHEED, LEED), cca 80.000 E.
- Sistem optic de excitare cu laser în puls ultrascurt și detecție corelată a rotirii planului de polarizare prin efect Faraday (tip all-optical pump and probe method), cca 200.000 E.

Toate achizițiile se subsumează direcțiilor de cercetare principale ale INCDFM. Total: ~ 1.750 keuro

Achiziții Grup Suprafețe

- Pe termen mediu, este vital ca grupul să se doteze cu o *instalație de spectroscopie de fotoelectroni la presiuni apropiate de presiunea ambiantă NAP-XPS*. Se poate fie achiziționa o instalație de tip EnviroESCA, cea mai completă, la un cost de cca. 1,5 milioane Euro, fie dezvolta o instalație de concepție originală, unde piesele componente ar costa numai cca. 500 000 Euro, însă ar trebui investit un efort uman consistent: cel puțin un CS 1 sau CS 2, împreună cu un inginer și doi tehnicieni plătiți timp de un an integral pentru acest scop, manoperă estimată la 500 mii lei. Cu riscul de a se obține o instalație cu parametri mai modești decât EnviroESCA, însă în același timp, în caz de succes, posibilitatea de a se începe comercializarea noii instalații.
- Sisteme laser pentru încălzirea probelor din exterior, astfel încât această încălzire să se poată realiza fără vreun filament interior și deci chiar și în condiții de prezență de atmosfere reactive, care în mod normal distrug filamentele. Un astfel de laser (cu CO₂, de exemplu) are un preț estimat de 10 000 Euro.
- Upgrade sisteme STM existente cu noua generație de comandă electronică de precizie ridicată și zgomot scăzut dezvoltată în urmă cu câțiva ani de Nanonis în Elveția. Preț estimat: cca. 80 000 Euro per unitate și ideal ar trebui să se poată achiziționa două sisteme de comandă, unul pentru instalația din institut și unul pentru instalația CoSMoS de la Elettra Trieste.
- Up-grade sisteme STM existente cu noua generație de comandă electronică de precizie ridicată și zgomot scăzut dezvoltată în urmă cu câțiva ani de Nanonis în Elveția. Preț estimat: cca. 80 000 Euro per unitate și ideal ar trebui să se poată achiziționa două sisteme de comandă, unul pentru instalația din institut și unul pentru instalația CoSMoS de la Elettra Trieste.

- Up-grade tehnica de analiză prin spectroscopie de electroni la temperaturi foarte joase (sub azot lichid, 77 K, care se realizează curent în momentul de față pe instalația CoSMoS), prin adaptarea suportului manipulator de probe la un criostat cu He, eventual cu circuit închis (în urma studiului care va urmări influența vibrațiilor acestui tip de criostat). Un criostat cu He cu circuit închis costă în jur de 25000 Euro, iar adaptarea acestuia pentru a permite transferul probelor, precum și analiza lor la diferite unghiuri de emisie a fotoelectronilor, este estimată a costa cca. 5000 Euro, cu realizare parțial din resurse proprii ale INCDFM. Un criostat fără circuit închis are un preț similar, dacă se ia în considerare și infrastructura de recuperare a heliului. Un criostat cu circuit închis poate scădea la temperaturi de cca. 5 K, iar un criostat standard cu He cu pompă poate coborî până spre 1,5 K. Acest dispozitiv este necesar în condițiile în care se intenționează studiul structurii și structurii electronice pentru materiale puternic corelate, structuri prezentând efect Rashba-Dresselhaus, fermioni Weyl etc.
- Instalație de spectroscopie de fotoelectroni rezolvată unghiular (ARPES) la temperatură joasă (10 K) și cu rezoluție temporală folosind radiația laser pulsată și/sau UV ca sursă de excitare (500.000 euro).

Toate achizițiile se subsumează direcțiilor de cercetare principale ale INCDFM. Total: ~ 2.200 keuro

Achiziții Grup Procese Optice în Materiale Nanostructurate

- Spectrofotometrul de absorbție UV-VIS-NIR (35.000 euro);
- Spectrofotometrul FTRaman (150.000 euro);
- Spectrofotometru de fluorescență cu facilități de timpi de stingere în domeniul ps-fs (200.000 euro);
- Potențiostate/galvanostate (30.000 euro);
- Microscop de forță atomică (Multiview, 4000 Nanonics) – upgrade system cap de măsură pentru măsurători de rezistivitate (50.000 euro);
- Laseri cu solid pentru efectuarea de studii Raman la lungimile de undă de excitare de 488, 514, 532, 647, 676, 780 și 1064 nm (150.000 euro);
- Sistem pentru măsurarea tensiunii superficiale, unghiului de contact și energiei libere de suprafață (60.000 euro);
- Instalația pentru realizarea heterostructurilor organice-upgrade: sistem de control, sistem de racire substrat și sistem de măsurări electrice în atmosferă controlată (100.000 euro). Suplimentar este avută în vedere și o instalație de depunere de straturi subțiri cu arhitectură paralelă (twin, sau geamană), dotată cu două incinte de depunere, unite printr-o incintă mai mică de tampon, prevăzută cu ecluze pe ambele părți, asigurând o versatilitate tehnologică mai avansată prin eliminarea contaminării reciproce a diferitelor materiale care compun seria de depuneri realizate (35.000 euro).
- Echipament pentru exfolierea mecanică automată a materialelor 2D, transferul și asamblarea de heterostructuri în interiorul unei cutii cu manșuri (150.000 Euro).
- Instalație de termoluminescență cu up-grade OSL pentru domeniu patrimoniu (80.000 Euro).

Achizițiile propuse vor permite implementarea tuturor direcțiilor dezvoltate în INCDFM. Total: ~1005 k euro

Achiziții Laborator Structuri Atomice și Defecte în Materiale Avansate

i. Dezvoltarea facilităților experimentale TEM:

- Modernizarea spectrometrului EELS Gatan Quantum SE prin instalarea unui sistem Dual EELS prevăzut cu obturator și cameră de achiziție rapidă precum și actualizarea software-ului de achiziție și procesare de date. Preț aproximativ 250 k Euro.
- Instalarea unui detector EDS cu suprafață activă mare (100 mm²) pentru cartografia chimică elementală la scară atomică a materialelor nanostructurate și a structurilor multistrat nanometrice. Preț aproximativ 250 k Euro.
- Sistem *operando* în mediu gazos, sistem complex computerizat pentru studiul TEM al proceselor fizico-chimice în mediu gazos chimic activ cu compoziție, presiune și temperatură controlate. Preț aproximativ 460 k Euro.
- Sistem *operando* în mediu lichid, sistem complex computerizat pentru studiul TEM al proceselor fizico-chimice în condiții *operando* în mediu lichid chimic activ cu compoziție și temperatură controlate. Preț aproximativ 200 k Euro.

Aceste achiziții servesc la implementarea tematicilor 1, 2, 3 și 5 ale INCDFM.

ii. Dezvoltarea facilităților experimentale EPR:

- Unitate automată de purificare a He gaz pentru creșterea eficienței procesului de producere a He lichid. Preț aproximativ 30 k Euro.
- Cavitare rezonantă în bandă X și sistem port proba AquaX pentru studiul reacțiilor în materiale biologice sau biochimice sub formă de soluții. Permite detecția speciilor paramagnetice cu timp de viață scurt (de ex. radicali în proteine fotoactive sau materiale fotovoltice organice. Preț aproximativ 27 k Euro.
- Cavitare rezonantă în banda-X cu sistem de iluminare in situ cu lampa cu mercur pentru probe în cantitate mică, soluții apoase, probe conductoare, biomateriale, catalizatori. Preț aproximativ 36 k Euro.
- Sistem de control al temperaturii în domeniul 3.8 - 300 K pe bază de heliu lichid cu finger dewar, care permite schimbarea rapidă a probelor. Preț aproximativ 78 k Euro.

Aceste achiziții servesc la implementarea tematicilor 1, 2, 3 și 5 ale INCDFM.

iii. Dezvoltarea facilităților experimentale pentru senzori de gaze:

- Extinderea și modernizarea standului de măsurători electrice pentru materiale folosite în senzori de gaze: electrometru Keithley 6517B cu scanner card 10 canale, sursă de alimentare programabilă AIM-TTI CPX-400DP, multimetru digital Keithley DMM6500 pentru măsurători de rezistență electrică, curent și tensiune într-un domeniu larg de valori, filtru optic de CO₂ pentru analizorul fotoacustic Innova 1314. Preț aproximativ 28 k Euro.
- Spectrometru de impedanță pentru stabilirea naturii purtătorilor de sarcină ionici sau electronici. Preț aproximativ 35 k Euro.
- Calculatoare pentru prelucrarea datelor experimentale. Preț aproximativ 15 k Euro.

Aceste achiziții servesc la implementarea tematicilor 1c, 2c și 2d ale INCDFM.

iv. Dezvoltarea facilităților experimentale de depunere și caracterizare de straturi subțiri:

- Modernizare echipament pulverizare cu magnetron prin instalarea unui tun de electroni și a unui sistem de răcire rapidă a portprobei. Preț aproximativ 40 k Euro.
- Echipament pentru tratamente termice rapide (RTA), oxidări (RTO), hartă de temperatură, procesare plachete de până la 6 inch, domeniu de temperaturi RT – 1300/1450°C, rampe de până la 200°C/s, vid de până la 10⁻⁶ Torr. Preț aproximativ 100 k Euro.

- Modernizarea și extinderea infrastructurii pentru măsurări electrice/fotoelectrice: extinderea domeniului de măsură în 1–5 μm din IR, modernizarea monocromatorului existent, filtre longpass, ferestre optice criostat (1-5 μm), aparat de control și stabilizare a temperaturii pentru criostat Model 325 Cryogenic Temperature Controller LakeShore, sursă dublă curent-tensiune de precizie B 2900A Keithley, sistem de curățare cu zăpadă carbonică curățare plachete de Si și componente metalice instalatii, sistem complex de lipire Finetech/FINEPLACER bonder. Preț aproximativ 75 k Euro.

Aceste achiziții servesc la implementarea tematicilor 1a, 1c, și 6 ale INCDFM. Total: ~1.624 keuro