

Contractor : *Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare*

pentru Fizică Tehnică - IFT Iași

Cod fiscal: *RO 5640892*

RAPORT ANUAL DE ACTIVITATE
privind desfășurarea programului nucleu
(Magnetism, Materiale Magnetice și Aplicații, acronim - 3MAP, cod - 16 37)
anul 2016

Durata programului: **2 ani**

Data începerii: **14.03.2016**

Data finalizării: **2017**

1. Scopul programului:

Scopul programului NUCLEU 3MAP este dezvoltarea în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică - IFT Iași a unor activități de cercetare fundamentală și aplicativă de vîrf în domeniul magnetismului, materialelor magnetice și aplicațiilor acestora. Programul permite dezvoltarea de cercetări avansate în domeniul materialelor magnetice nanocompozite și nanodimensionate, cu caracteristici superioare, pentru utilizarea ulterioară a acestora în diferite aplicații în microelectronică, inginerie, medicină și aplicații biomedicale. Programul permite, de asemenea, evidențierea și dezvoltarea unor noi procese fizice de bază în domeniul materialelor magnetice, în domeniul nanotehnologiilor și a controlului nedestructiv, în realizarea de microsenzori și sisteme inteligente de senzori, micro și nanodispozitive. Programul conține 2 obiective în cadrul cărora se derulează 6 proiecte, care vor deschide noi direcții de cercetare de mare perspectivă în domeniul magnetismului, materialelor magnetice și aplicațiilor acestora, în realizarea de senzori și sisteme de senzori pentru medicină, biologie, microelectronică, tehnică de calcul, telecomunicații, industria auto. Cercetările științifice realizate conduc la implementarea unor noi tehnici de caracterizare a nanomaterialelor și materialelor nanostructurate, la dezvoltarea de noi nanotehnologii aplicabile nu numai materialelor magnetice dar și altor tipuri de materiale, fapt care deschide o nouă arie de activități multi și interdisciplinare cu importante colaborări în diferite domenii ale științei și tehnicii. Rezultatele obținute prin derularea activităților de cercetare din cadrul acestui program permit/vor permite identificarea și abordarea unor noi direcții de cercetare în vederea aplicării cu propunerile de proiecte noi în cadrul programului PN III, în programul ORIZONT 2020 al Uniunii Europene, în alte programe internaționale.

2. Modul de derulare al programului:

2.1. Descrierea activităților (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, Anexa nr. 9):

Activitățile de cercetare științifică derulate în anul 2016 în cadrul Programului Nucleu 3MAP - cod PN 16 - 37 s-au desfășurat în cadrul a **15 faze** care sunt prezentate, pentru fiecare proiect în parte, după cum urmează:

PN 16 37 01 01. Caracterizarea și evaluarea neinvazivă a materialelor micro/nanostructurate și a dispozitivelor electronice utilizând senzori inteligenți cu metamateriale SIMMs.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 01 01 s-au derulat în cadrul a 2 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Calculul distribuției spațiale a câmpului generat de SIMMs, metode de configurare a proprietăților metamaterialelor în funcție de dimensiuni geometrice, frecvență, layout; determinarea parametrilor SIMMs.**

În cadrul fazei nr. 1/2016 a fost efectuată modelarea teoretică a funcționării senzorilor inteligenți cu metamateriale (SIMMs), într-o manieră care să permită dezvoltări numerice rapide (neexistând soluții exacte) utilizând ecuațiile Maxwell cu condiții la frontieră de tip element electromagnetic de circuit. Modelarea a fost urmată de discretizare pentru obținerea unui model pe baza tehnicii integrărilor finite (TIF), ales astfel încât să nu introducă erori. Schema de bază TIF, pentru ecuațiile Maxwell 3D a fost prezentată pe baza schemei cutiei lui Euler, fiind stabilă necondițional, putând utiliza un pas de timp mai mare. S-a stabilit că eroarea dintre viteza de grup numerică și cea exactă, crește odată cu creșterea amplitudinii numărului de undă. Alocând proprietăți simetrice vitezei de grup numerice (care are câteva planuri de simetrie în coordonate carteziene) a rezultat un sistem matriceal redus care reprezintă un circuit echivalent. S-a dezvoltat un cod numeric în mediul de programare Matlab 2014a capabil să simuleze funcționarea SIMMs, pentru determinarea parametrilor S în funcție de dimensiunile geometrice, frecvență, orientarea și distanța dintre celulele unitare periodice (CUP). S-au efectuat simulări pentru diferite tipuri de materiale, însărând valori pentru permitivitate și permeabilitate, căutând configurații cu pierderi cât mai mici.

- **Faza nr. 2/2016: Modelarea funcționării senzorilor în banda de frecvență radio ISM (industrial, scientific, medical). Evaluarea proprietăților SIMMs în funcție de figure de Merit (FoM).**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 s-a demonstrat că în structuri 1D, foldabile cu ligament simetric și antisimetric, undelete evanescente pot apărea în zonele dintre elementele constitutive ale celulelor unitare (goluri) atunci când structura este excitată cu undă electromagnetică sinusoidală discretă. S-au obținut două valori diferite pentru coeficientul Poisson în plan, din cinematica structurii foldabile și din dimensiunile end-to-end ale structurii integrale realizate din celule multiple desfășurate. Au fost proiectate dispozitive ce lucrează în banda de frecvență ISM pentru a avea suficientă putere furnizată de încărcare, menținând constant eficiența transferului de putere. S-a determinat expresia pentru „figure of merit” care încorporează cele două puteri, pentru optimizarea geometriei și structurii arhitecturale cu ligament simetric și antisimetric, ținând cont de puterea livrată la încărcare și puterea de transfer. S-a realizat modelarea funcționării utilizând metoda funcțiilor Green diadice și a integralei de volum. Validarea modelului arhitecturii senzorilor inteligenți cu metamateriale (SIMMs) s-a realizat printr-un cod numeric bazat pe metoda funcțiilor Green diadice și a integralei de volum. Cu ajutorul unui cod de simulare FDTD s-a analizat comportamentul SIMMs demonstrându-se capacitatea de a focaliza imagini ale obiectului conductor iluminat cu o undă electromagnetică.

PN 16 37 01 02. Dezvoltarea de noi sisteme inteligente de senzori pe bază de micro și nanomateriale magnetice pentru aplicații în medicină și inginerie.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 01 02 s-au derulat în cadrul a 3 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Senzor magnetic pentru detecția deformărilor mecanice pe suprafețe mari, cu aplicații în monitorizarea apneei.**

În cazul fazei nr.1/2016 a fost realizat un senzor pentru detecția deformărilor mecanice pe suprafețe mari (peste 1 m) utilizând efectul magnetoinductiv generat în noi tipuri de microfiruri magnetice de înaltă permeabilitate magnetică, cu aplicații în monitorizarea apneei. Senzorul constă dintr-un element sensibil sub formă de microfir magnetic amorf având compoziția $Co_{68,18}Fe_{4,32}Si_{12,5}B_{15}$, cu diametrul de 100 μm , lungimea de 1,05 metri și cu permeabilitate magnetică ridicată, preparat prin metoda ejeției aliajului topit în strat de apă în rotație. În jurul microfirului magnetic este înfășurată o bobină de detecție formată din 3.000 spire. Senzorul a fost conectat la un sistem electronic pentru generarea semnalului de excitație, pentru detecția și prelucrarea semnalelor, proiectat și realizat în cadrul proiectului, care cuprinde: bloc de alimentare; un formator de puls pentru excitație și unul pentru detecție; un comutator analogic pentru excitație și unul pentru detecție; sistem electronic de amplificare și filtrare; generator de semnal; bloc de prelucrare analogică a semnalelor. O caracteristică importantă a senzorului este faptul că este unidirecțional, fiind sensibil doar la

componenta longitudinală a câmpului magnetic aplicat. Senzorul și electronica aferentă au fost testate pentru determinarea sensibilității la deformare (îndoire) simplă și la deformări repetitive, precum și pentru detecția respirației și a respirației consecutive a unei persoane în repaus.

- **Faza nr. 2/2016: Senzori pentru detecția undei de puls pe bază de microfire magnetice/elemente piezoceramice. Analiză comparativă.**

În cadrul fazei nr. 2/2016 a fost realizat un senzor magnetoelastic și un senzor piezoceramic, utilizati pentru detecția deformărilor mecanice apărute la suprafața pielii datorate circulației pulsatorii a săngelui. S-a realizat astfel o analiză comparativă a rezultatelor obținute de la senzorul magnetoelastic bazat pe materiale magnetice amorfă sub formă de microfire și de la senzorul bazat pe materiale piezoceramice (PZT-titanat -zirconat de plumb). Senzorul magnetoelastic are ca element sensibil un sistem de microfire magnetice amorfă cu permeabilitate magnetică ridicată, compoziție $\text{Co}_{68,18}\text{Fe}_{4,32}\text{Si}_{12,5}\text{B}_{15}$ și diametrul de 100 μm , pe care s-a înfășurat direct o bobină cu 2 straturi. Senzorul din material ceramic sub formă de membrană, pe fețele căreia s-au format electrozi din argint, este fixat pe un suport metalic, datorită fragilității mari a membranei. Sistemele senzor-suport se poziționează succesiv pe artera de la mână. Variația pulsatorie a permeabilității magnetice a senzorului magnetoelastic sau variația numărului de sarcini electrice care se formează pe fețele membranei piezoceramice, este transformată în semnal electric care este filtrat și amplificat de către un sistem electronic special realizat. Din analiza formelor de undă emise de cei doi senzori se concluzionează că ambii senzori pot avea aplicații în medicină pentru monitorizarea în timp real a undei de puls. Datorită sensibilității și răspunsului mai rapid, dar și a dimensiunii și robusteții deosebite a senzorului magnetoelastic, comparativ cu senzorul piezoceramic, senzorul magnetoelastic poate fi folosit la realizarea de dispozitive portabile pentru măsurarea, cu acuratețe, a tensiunii arteriale.

- **Faza nr. 3/2016: Metode digitale pentru facilitarea interpretării unor semnale complexe furnizate de sisteme de senzori și traductori utilizate în identificarea unor afecțiuni ale mușchiului cardiac.**

În cadrul Fazei nr. 3/2016 a fost dezvoltată o metodă pentru identificarea unor semnale specifice anumitor afecțiuni ale mușchiului cardiac (aritmii atrio-ventriculare, tachicardia respectiv fibrilația ventriculară) care integrează un algoritm pentru detecția semnalelor intracardiace anormale, algoritm care are la bază un set de criterii de diferențiere între semnalele normale și cele anormale. Aceste criterii de diferențiere și selecție în timp real a semnalelor anormale iau în considerare următoarele caracteristici ale semnalului de cateter: amplitudine; durată; sincronizarea cu complexul QRS al semnalului cules la electrozii de suprafață (EKG); fragmentare (compoziție spectrală). Pentru implementarea metodei de identificare a unor semnale specifice anumitor afecțiuni ale mușchiului cardiac a fost realizat un aparat special. Avantajele conferite de metoda implementată sunt următoarele: crește acuratețea determinării punctelor cu potențial electric anormal; se scurtează timpul de cartografiere (actual procedura durează, în medie, 4-5 ore); se minimalizează numărul de puncte de aplicație RF în circuitul de reintrare și astfel se poate diminua riscul de perforație miocardică și de ocluzie coronariană atunci când aplicațiile RF sunt epicardice; se ușurează munca medicului și în același timp conduce la scăderea numărului de medici din echipa medicală; scade timpul de expunere la radiații, în special pentru sistemele de mapping convențional; este eliminată posibilitatea inducerii de aritmii ventriculare după tratarea prin ARF a întregii zone cicatricele; se salvează țesutul sănătos adiacent zonelor afectate prin reducerea punctelor de ablație false; este oferit medicului un feedback coerent în decizia de validare a potențialului electric, cu efect asupra scăderii numărului de medici operatori. S-a observat o concordanță bună între validarea manuală a semnalului ca punct de interes și identificarea automată cu ajutorul aparatului construit pentru această aplicație. Având în vedere că în timpul unei proceduri se analizează semnalul electric din aproximativ 200-400 puncte este imperios necesară sortarea și definirea lor automată.

PN 16 37 01 03. Interacții dintre celule normale/tumorale, particule magnetice și câmpuri magnetice statice și dinamice.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 01 03 au fost derulate în cadrul a 3 faze, faza nr. 3/2016 fiind formată din 2 etape, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Particule magnetice cu anizotropie de formă pentru terapia magneto-dinamică a tumorilor maligne. Preparare și caracterizare.**

În cadrul Fazei nr. 1/2016 sunt prezentate rezultate privind sintetizarea particulelor submicronice de magnetită, cu anizotropie de formă, precum și rezultate privind caracterizarea acestor particule submicronice din punct de vedere al proprietăților magnetice, formei, structurii și biocompatibilității. Pentru prepararea pulberilor micrometrice de magnetită având forme octaedrice (forma naturală a cristalului de magnetită) și pseudo-octoedrice, s-a folosit o metodă de precipitare chimică hidrotermală. Valoarea magnetizației de saturatie a particulelor este mică și anume aprox. 65,8 emu/g, comparativ cu 80-100 emu/g cât este magnetizația de saturatie a magnetitei masive. Această diferență poate fi datorată efectelor de oxidare superficială a pulberilor submicronice care se transformă în maghemită, precum și a anizotropiei cristaline și de formă. Caracterizarea prin microscopie electronică de baleaj (SEM) și prin microscopie optică a relevat particule cu forme octaedrice și pseudo-octoedrice (prismatică) și dimensiuni mai mici de 200 nm. Analiza prin difracție de raze X și analiza FTIR relevă faptul că structura nanoparticulelor constă dintr-un amestec de faze magnetită-maghemită. Rezultatele testelor de citotoxicitate au arătat că particulele de magnetită preparate prin metoda menționată nu sunt toxice pentru celule.

- **Faza nr. 2/2016: Studiul interacțiunilor dintre particulele magnetice cu anizotropie de formă și celule în diferite condiții magneto-dinamice.**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 au fost realizate teste pentru evaluarea interacțiunilor dintre particule magnetice (PM) și celule în culturi de celule tumorale încărcate cu material magnetic. Au fost realizate o serie de teste de laborator în diferite condiții dinamice de aplicare a câmpului magnetic asupra unor culturi celulare canceroase umane (celule de ostosarcom) în conjuncție cu particule magnetice cu anizotropie de formă realizate pentru evaluarea unui potențial efect antitumoral indus de forțele fizice de interacțiune dintre particulele magnetice și celule. S-a studiat viabilitatea celulară după interacțiunea celulelor cu particulele de magnetită și respectiv cu ferofluid (FF), după aplicarea unui câmp magnetic dinamic de 0,2 T, cu frecvența de 3 Hz, la 40 minute și respectiv la 24 ore după incubarea particulelor cu celulele. Particulele magnetice nu produc un efect citotoxic prin simpla lor prezență, afectarea viabilității celulare este influențată de prezentă câmpului magnetic dinamic și de concentrația de particule magnetice (aspect mai bine observat la în cazul ferofluidelor). S-a mai constatat că mișcarea particulelor magnetice influențează negativ viabilitatea celulelor. Testele MIT efectuate în cazul aplicării unui câmp magnetic oscilant având diferite intensități și frecvențe au evidențiat faptul că, viabilitatea celulară scade cu creșterea intensității câmpului magnetic și nu este afectată de frecvența acestuia.

- **Faza nr. 3.1/2016: Evaluarea în timp real a interacțiunilor dintre particule și celule în regimuri diferite de temperatură utilizând un incubator special realizat în laborator, fără tratament magneto-dinamic.**

În cadrul primei etape a Fazei nr. 3 (3.1)/2016 a fost realizat un incubator de laborator minituarizat care a fost utilizat pentru monitorizarea în timp real a celulelor la diferite temperaturi, precum și pentru obținerea de informații privind interacțiunile dintre particule și celule, fără tratament magneto-dinamic. Acest incubator de laborator poate fi plasat pe măsuța unui microscop optic inversat, acesta fiind proiectat să depășească unele neajunsuri ale sistemelor de incubație comerciale. În aceste circumstanțe, mini-incubatorul a fost realizat din materiale transparente, design-ul a fost proiectat funcție de dimensiunile măsuței microscopului optic, umiditatea putând fi menținută la 95%, temperatura fiind riguros controlată în domeniul 25-60°C, iar compozitia gazoasă a CO₂, în amestec cu aerul, putând fi menținută la 5%. Evaluarea citotoxicității s-a realizat pe o linie celulară canceroasă umană, MG-63 (osteosarcom). Rezultatele testelor de viabilitate au arătat că tratamentul hipertermic a afectat atât celulele aflate în câmp magnetic cât și cele fără câmp, indiferent de temperatura aplicată (37, 39, 41 sau 43°C). În urma experimentelor realizate s-a constatat că prezența particulelor magnetice nu a influențat viabilitatea celulară, modificările înregistrate fiind puse exclusiv pe seama creșterii temperaturii.

- **Faza nr. 3.2/2016: Evaluarea în timp real a interacțiunilor dintre particule și celule în regimuri diferite de temperatură utilizând un incubator special realizat în laborator, fără tratament magneto-dinamic.**

În cadrul celei de a doua etape a Fazei 3 (3.2)/2016 au fost realizate experimente de laborator pentru evaluarea și cuantificarea efectelor produse de acțiunea dinamică a unor nanoparticule magnetice (PM) biocompatibile asupra unor culturi de celule tumorale (osteosarcom uman) sub influența unui câmp magnetic variabil. Din experimentele realizate s-a constatat că, simpla prezență a particulelor magnetice în mediu nu a influențat viabilitatea celulară, modificările înregistrate fiind datorate exclusiv creșterii temperaturii. În prezența unui câmp magnetic variabil însă, în aceleși condiții experimentale, viabilitatea celulară a scăzut dramatic, tinzând spre zero, la 47°C. S-a constatat de asemenea că, efectul antitumoral al nanoparticulelor magnetice asupra celulelor cancerioase aflate într-un câmp magnetic dinamic s-ar putea datora efectelor mecanice induse de nanoparticule asupra celulelor, influențelor asupra depolarizării membranei celulare, afectării nanocanalelor, a receptorilor cellulari de suprafață, etc. Prin urmare, tratamentul mixt, magnetic și hipertermic (care poate fi induc prin intermediul hipertermiei magnetice) ar putea avea un succes major în distrugerea celulelor tumorale. Dacă se ia în considerare și includerea unui medicament antitumoral, precum Mitoxantrona, rezultatele ar putea fi mult îmbunătățite. Din analiza rezultatelor prezentate se poate concluziona că, terapia antitumorală bazată pe chimioterapie ar putea beneficia de o scădere a concentrației medicamentelor administrate pacienților, în condițiile în care aceștia ar beneficia de un tratament complex: chimioterapic, hipertermic și magneto-dinamic.

PN 16 37 02 01. Noi materiale feromagnetice cu proprietăți superelastice obținute prin răcire rapidă din topitură pentru realizarea de microelemente cu aplicații medicale.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 02 01, dezvoltate în anul 2016, s-au derulat în cadrul a 2 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Stabilirea parametrilor optimi de preparare prin răcire rapidă din topitură a materialelor din sistemul Fe-Ni-Co-Al. Stabilirea procedeului de obținere a firelor prin deformare plastică la rece a firelor obținute prin răcire rapidă din topitură.**

În cadrul Fazei nr. 1/2016 au fost preparate și caracterizate fire magnetice superelastice obținute prin răcire rapidă din topitură urmată și tragerea la rece. Au fost preparate fire magnetice amorse având compoziția $Fe_{40,95}Ni_{28}Co_{17}Al_{11,5}Ta_{2,5}B_{0,05}$, cu diametre cuprinse între 170 și 200 μm , prin răcire rapidă din topitură în următoarele condiții experimentale: diametrul duzei de ejeție aprox. 200 micrometri; unghiul de ejeție de aprox. 45 grade, presiunea de ejeție aprox. 5 bari; temperatura de ejeție aprox. 1400°C; viteza de roație a discului aprox. 360 rpm. În cazul procedeului de trefilare și tragere la rece au fost urmăriți și optimizați următorii parametri experimentalni: viteza de trefilare, forma orificiului filierei, lubrifierea, starea de tensiune-deformare. Utilizând cele două procedee de preparare, răcirea rapidă din topitură urmată și tragerea la rece, au fost obținute fire magnetice amorse cu diametre de până la 50 μm .

- **Faza nr. 2/2016: Proiectarea și analiza compoziției optime a materialelor din sistemul Fe-Ni-Co-Al obținute prin răcire rapidă din topitură.**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 s-a realizat formularea și proiectarea de compozitii pentru sistemul Fe-Ni-Co-Al sub formă de fire obținute prin răcire rapidă din topitură, care să permită obținerea unui efect superelastic de valoare cât mai mare. Au fost preparate fire din sistemul Fe-Ni-Co-Al cu adiții de Ta și B, cu diametrul de 180 μm , care au fost supuse unor tratamente mecanice și termice în vederea optimizării efectului superelastic și a proprietăților magnetice. A fost analizat efectul adiției de Ta și B asupra acestor proprietăți fizice, prin prisma modificării proprietăților magnetice ca efect al inducerii fazelor premartensitice. În cazul probelor as-cast din sistemul Fe-Ni-Co-Al sub formă de fire trefilate se constată creșterea temperaturii Curie de la 300 la 450°C, formarea unei faze suplimentare [Al(Ni/Co)Ta] în matricea de bază, care poate fi rezultatul transformării austenită-martensită. Adiția de Ta și B facilitează formarea unei faze premartensitice, scăderea ușoară a magnetizării de saturatie și scăderea temperaturii Curie de la 300°C la 250°C (chiar după trefilare). Ca urmare a trefilării, la aceste tipuri de materiale se constată de asemenea apariția unei anizotropii longitudinale.

Tratamentul termic la temperatura de 800°C timp de 1 oră, conduce la îmbunătățirea proprietăților magnetice.

PN 16 37 02 02. Noi materiale inteligente - micro- și nano- (fire, pulberi, structuri) - obținute prin metode fizice, electrochimice și micro/nanostructurare; elaborarea de tehnici și metode de simulare numerică pentru caracterizarea acestora.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 02 02, dezvoltate în anul 2016, s-au derulat în cadrul a 3 faze distințe, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Dezvoltarea unei metode pentru determinarea analitică și prin simulări micromagnetice a anizotropiei de formă în cazul nanofirelor magnetice cu diferite compozиii.**

În cadrul Fazei nr. 1/2016 a fost dezvoltată o metodă nouă pentru determinarea, prin simulări numerice (micromagnetice), a anizotropiei magnetice de formă în cazul nanofirelor magnetice cu lungimea de 1 µm, diametrul de 30 nm și dimensiunea de discretizare de 2 nm și diferite compozиii (NiFe, FeCo), prin intermediul dependenței de unghiul dintre direcția câmpului magnetic aplicat și axa nanofirelor, a cuplului dintre magnetizație și câmpul magnetic aplicat. Metoda are la bază simulările micromagnetice într-un câmp magnetic constant, aplicat sub diferite unghiuri. Simulările au fost efectuate utilizând metoda elementului finit. Rezultatele obținute au fost comparate cu cele determinate în mod analitic. Magnetizatia este uniformă la un unghi de aplicare a câmpului magnetic de 30°. Verificarea ipotezei magnetizării uniforme a fost realizată în toate cazurile studiate prin vizualizarea distribuțiilor momentelor magnetice din nanofire utilizând programul ParaView în care datele de intrare au provenit de la codul micromagnetic dezvoltat în Magpar. Un rezultat important al acestei faze este realizarea unei metode cu caracter general pentru analiza anizotropiei magnetice de formă în cazul nanofirelor magnetice având diferite compozиii și prin urmare și diferite caracteristici magnetice de bază.

- **Faza nr. 2/2016: Realizarea unui cod micromagnetic pentru analiza și determinarea tipurilor de anizotropie magnetică din nanofire magnetice cu anizotropie magnetocrystalină.**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 a fost realizat un cod micromagnetic pentru analiza și determinarea tipurilor de anizotropie magnetică de formă în cazul nanofirelor magnetice cu anizotropie magnetocrystalină. Pentru acest caz a fost realizat un studiu micromagnetic și analitic al anizotropiei magnetice prin intermediul dependenței cuplului dintre magnetizație și câmpul aplicat în cazul nanofirelor de cobalt (Co) de unghiul magnetic dintre câmpul magnetic aplicat și axa nanofirelor. A fost elaborat un model de calcul care să țină cont de dimensiunea, forma și mișcarea relativă a momentelor magnetice din sistem (în acest caz nanofirul). Au fost realizate activități de simulare a ciclului de histerezis magnetic în cazul unui nanofir de Co (cu structură hcp, respectiv amorfă) cu lungimea de 1 µm, diametrul de 30 nm și dimensiunea de discretizare de 2 nm, pentru diferite direcții ale anizotropiei cristaline uniaxiale. Metoda de studiu a anizotropiei magnetice de formă are la bază simulările magnetice într-un câmp magnetic constant aplicat sub diferite unghiuri. S-a considerat că magnetizația nanofirului este uniformă. Utilizând codul realizat în Magpar, s-a determinat valoarea maximă a produsului vectorial dintre magnetizație și câmpul magnetic aplicat pentru nanofirul de Co. S-a calculat valoarea anizotropiei pentru nanofirul de Co care este caracterizat și de anizotropie de formă pe lângă cea magnetocrystalină, iar această valoare coincide cu valoarea obținută prin simulări micromagnetice. Simulările micromagnetice pentru determinarea cuplului resultant a fost realizate pentru 3 cazuri: (i) nanofir monocristalin (pur); (ii) nanofir la care jumătate din morfologie constă din grăunți cu structura hcp iar cealaltă jumătate are structura fcc (amorf); (iii) material cu 10% grăunți cu structura fcc. Cea mai mare valoare a cuplului resultant s-a obținut pentru nanofirul de Co având structura descrisă mai sus (ii).

- **Faza nr. 3/2016: Microfire nanocristaline cu proprietăți magnetice și magnetoelastice reproductibile, obținute prin trefilare.**

În cadrul Fazei nr. 3/2016 au fost preparate fire amorse precursoare având compozиia $Fe_{73,5}Si_{13,5}B_9Cu_1Nb_3$ prin metoda ejeсiei aliajului topit în strat de apă în rotație. Diametrul acestor fire amorse a fost redus prin trefilare succesivă la rece, de la dimensiuni mai mari decât 100 µm până la 10 µm, obținând astfel microfire amorse. La aplicarea unor tensiuni mecanice de întindere, s-a

observat că permeabilitatea, respectiv coercitivitatea microfirului, se modifică cu tensiunea mecanică aplicată. Microfirele trefilate au fost tratate termic prin efect Joule, utilizând diferite frecvențe și intensități ale curentului de tratament, pentru relaxarea tensiunilor induse în timpul trefilării și pentru a induce formarea stării nanocristaline. S-a conceput o metodă de tratament termic în curent de înaltă frecvență care favorizează obținerea de materiale sub formă de microfire subțiri cu proprietăți superioare și, cel mai important, reproductibile. Utilizarea curentului alternativ pentru tratamentul termic favorizează obținerea unor caracteristici magnetice cu un grad ridicat de simetrie în cazul microfirelor nanocristaline. S-a studiat influența condițiilor de tratament termic asupra proprietăților magnetice și magnetoelastice ale microfirelor astfel preparate. Cele mai bune rezultate au fost obținute în cazul microfirelor tratate termic folosind un curent electric cu frecvență de 1 MHz.

PN 16 37 02 03. Magneți permanenți cu produs energetic mare, sub formă de straturi groase, cu aplicații în domeniul senzorilor și actuatorilor magnetici, cu geometrie planară.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 16 - 37 02 03, dezvoltate în anul 2016, s-au derulat în cadrul a 2 faze distințe, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2016: Materiale magnetice dure pe bază de pământuri rare (ex. Nd-Fe-B cu adiții), sub formă de straturi groase, simple și multistrat, cu produs energetic mare.**

În cadrul Fazei nr. 1/2016 s-a urmărit obținerea de straturi groase de Nd-Fe-B cu caracteristici magnetice dure bune, în condițiile în care straturile de Nd-Fe-B sunt procesate la temperaturi scăzute și au grosimea de ordinul micronilor. Au fost preparate și caracterizate straturi subțiri și groase de Nd-Fe-B cu adaos de Mo, în variantele single layer Mo/NdFeB/Mo și multilayer Mo/[NdFeB/Mo]xn/Mo (n=3 și respectiv 9), cu anizotropie magnetică perpendiculară la planul stratului. Caracterizarea magnetică, morfologică și structurală a straturilor subțiri de Nd-Fe-B cu adaos de Mo a permis stabilirea modalității optime de secvențare a stratului magnetic de Nd-Fe-B, cu grosimea de ordinul micronilor, pentru obținerea unui material magnetic dur cu produs energetic mare, specific aplicațiilor în domeniile MEMS/NEMS. Structurarea stratului magnetic de Nd-Fe-B, cu grosimea de 540 nm, din compoziția stratului single layer Mo/NdFeB(540nm)/Mo, în 3 structuri bilayer NdFeB(180nm)/Mo(5nm), a condus la îmbunătățirea caracteristicilor magnetice dure anizotrope ale stratului multilayer Mo/[NdFeB(180nm)/Mo(5nm)]xn/Mo în sensul că, coercivitatea a crescut de la ~ 800 kA/m la ~ 1.220 kA/m, iar raportul M_r/M_s a crescut de la ~ 0,92 la ~ 0,99. Prin creșterea numărului de secvențe bilayer NdFeB(180nm) /Mo(5nm) de la 3 la 9, câmpul coercivitiv al stratului gros multiplu Mo/[NdFeB(180)/Mo(5)]x9/Mo a crescut de la ~ 1.220 kA/m la ~ 1.490 kA/m datorită creșterii numărului de interfețe NdFeB/Mo care constituie centri de 'pinning' pentru domeniile magnetice.

- **Faza nr. 2/2016: Materiale magnetice dure fără pământuri rare, sub formă de straturi groase, simple și multistrat, cu produs energetic mare.**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 au fost preparate straturi magnetice dure, fără pământuri rare, pe bază de Mn-Bi. Utilizând tehnica de depunere în vid prin pulverizare în câmp de radiofrecvență (r.f.), au preparate și studiate straturi de $Mn_{100-x}Bi_x$ (cu x = 55, 50 și 45 at.%) cu grosimea de aproximativ 1 μm. Straturile subțiri de $Mn_{100-x}Bi_x$ (cu x = 55, 50 și 45 at.%) au fost realizate pe suporturi de siliciu menținute în timpul depunerii la temperatura camerei. Prin modificarea raportului Mn/Bi și prin tratamente termice adecvate, realizate la diferite temperaturi, diferite perioade de timp, au fost controlate atât microstructura cât și proprietățile magnetice dure ale compusului Mn-Bi. Cele mai bune proprietăți magnetice dure au fost obținute pentru stratul $Mn_{50}Bi_{50}$ care conține un procentaj mare de fază magnetică dură de temperatură joasă (LTP), fapt confirmat și de difractogramele de raze X. Curbele de histerezis magnetic arată că, stratul $Mn_{50}Bi_{50}$ prezintă, în egală măsură, atât anizotropie magnetică în afara planului stratului cât și anizotropie magnetică în planul stratului. Cercetările viitoare vor fi axate pe îmbunătățirea caracteristicilor magnetice dure ale compusului Mn-Bi cu anizotropie magnetică perpendiculară prin corelarea condițiile de procesare (preparare și tratament termic și/sau magnetic) cu utilizarea de adaosuri adecvate.

2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	2016
1) PN 16 37 01 Fizica fenomenelor și proceselor magnetice	3	-	3
2) PN 16 37 02 Fizica materialelor magnetice	3	-	3
Total: 2 obiective	6	-	6

2.3. Situația centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu:

	lei
I. Cheltuieli directe	2016
1. Cheltuieli de personal	1.910.754
2. Cheltuieli materiale și servicii	846.147
II. Cheltuieli Indirecte: Regia	2.334.043
III. Achiziții / Dotări independente din care:	1.209.056
1. pentru construcție/modernizare infrastructură	1.137.112
TOTAL (I+II+III)	6.300.000

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

În anul 2016 au fost dezvoltate activități de cercetare în cadrul a **6 proiecte** din Programul NUCLEU (Magnetism, Materiale Magnetice și Aplicații - 3MAP, cod 16 37). Obiectivele prevăzute în cadrul celor **15 faze** derulate până la data de 10.12.2016 au fost îndeplinite în totalitate și anume:

- S-a calculat distribuția spațială a câmpului generat de un sistem de senzori inteligenți cu metamateriale (SIMMs). S-au determinat parametrii SIMMs. S-a elaborat un model fizic pentru studiul distribuției spatiale a câmpului generat de senzori inteligenți cu metamateriale (SIMMs) și s-a dezvoltat un cod numeric de simulare a funcționării SIMMs, de determinare a parametrilor și funcție de geometrie, frecvență, forma, orientarea și apropierea dintre celule unitare periodice (CUPs).
- S-a dezvoltat un model fizic pentru studiul focalizării undelor magneto-inductive cu MM foldabile configurabile/reconfigurabile și s-a dezvoltat un cod numeric pentru modelarea funcționării arhitecturilor semiregulare cu ligament simetric și antisimetric ca MM, importând modelele CAD/CAM proiectate.
- S-a realizat un senzor pentru detecția deformărilor mecanice pe suprafețe mari (peste 1m) utilizând efectul magnetoinductiv generat în noi tipuri de microfire magnetice de înaltă permeabilitate magnetică, cu aplicații în monitorizarea apneeii.
- S-a realizat un senzor magnetoelastic și un senzor piezoceramic, pentru detecția deformărilor mecanice apărute la suprafața pielii datorate circulației pulsatorii a săngelui. Au fost realizate studii comparative a caracteristicilor tehnice ale celor 2 tipuri de senzori și s-a decis că, senzorul magnetoelastic poate fi folosit la realizarea de dispozitive portabile pentru măsurarea, cu acuratețe, a tensiunii arteriale.
- S-a dezvoltat o metodă pentru identificarea unor semnale specifice anumitor afecțiuni ale mușchiului cardiac (aritmii atrio-ventriculare, tahicardia respectiv fibrilația ventriculară) care integrează un algoritm pentru detecția semnalelor intracardiace anormale. Pentru implementarea acestei metode s-a realizat un aparat special.
- S-au sintetizat particule submicronice de magnetită, cu anizotropie de formă și au fost obținute rezultate privind caracterizarea acestor particule submicronice din punct de vedere al proprietăților magnetice, formei, structurii și biocompatibilității.

- S-au realizat teste pentru evaluarea interacțiunilor dintre particule magnetice și celule în culturi de celule tumorale încărcate cu material magnetic. S-au realizat teste de laborator în diferite condiții dinamice de aplicare a câmpului magnetic asupra unor culturi celulare canceroase umane (celule de ostosarcom) în conjuncție cu particule magnetice cu anizotropie de formă. S-a studiat viabilitatea celulară după interacțiunea celulelor cu particulele de magnetită și respectiv cu ferofluid.
- S-a realizat un incubator de laborator minituarizat care a fost utilizat pentru monitorizarea în timp real a celulelor la diferite temperaturi, precum și pentru obținerea de informații privind interacțiunile dintre particule și celule, fără tratament magneto-dinamic.
- S-a realizat un studiu de evaluare a modificărilor de viabilitate celulară în prezența particulelor magnetice sub influența unui câmp magnetic dinamic.
- S-au preparat și caracterizat materiale magnetice superelastice sub formă fire convenționale având compoziția $Fe_{40,95}Ni_{28}Co_{17}Al_{11,5}Ta_{2,5}B_{0,05}$, cu diametre cuprinse între 170 și 200 μm , obținute prin răcire rapidă din topitură urmată de tragerea la rece pentru reducerea diametrelor de până la 50 μm .
- S-a realizat formularea și proiectarea de compozitii pentru sistemul Fe-Ni-Co-Al, cu adiții de Ta și B, sub formă de fire obținute prin răcire rapidă din topitură, care să permită obținerea unui efect superelastic de valoare cât mai mare. Ca urmare a trefilării, la aceste tipuri de materiale s-a constatat apariția unei anizotropii longitudinale.
- S-a dezvoltat o metodă nouă pentru determinarea, prin simulări numerice (micromagnetice), a anizotropiei magnetice de formă în cazul nanofirelor magnetice cu lungimea de 1 μm , diametrul de 30 nm și dimensiunea de discretizare de 2 nm și diferite compozitii (NiFe, FeCo), prin intermediul dependenței de unghiul dintre direcția câmpului magnetic aplicat și axa nanofirelor, a cuplului dintre magnetizație și câmpul magnetic aplicat.
- S-a realizat un cod micromagnetic pentru analiza și determinarea tipurilor de anizotropie magnetică de formă în cazul nanofirelor magnetice cu anizotropie magnetocristalină. S-a realizat un studiu micromagnetic și analitic al anizotropiei magnetice prin intermediul dependenței cuplului dintre magnetizație și câmpul aplicat în cazul nanofirelor de cobalt (Co) de unghiul magnetic dintre câmpul magnetic aplicat și axa nanofirelor.
- S-au studiat proprietățile magnetice și magnetoelastice ale microfirelor cu compoziția $Fe_{73,5}Si_{13,5}B_9Cu_1Nb_3$ (FINEMET), trefilate și tratate termic prin efect Joule în curent alternativ la frecvențe ridicate (100 KHz - 10 MHz), în vederea obținerii de proprietăți magnetice superioare și reproductibile. A fost dezvoltată o metodă de tratament termic în curent de înaltă frecvență care favorizează obținerea de materiale sub formă de microfire subțiri cu proprietăți superioare și reproductibile.
- S-au preparat și caracterizat structural și magnetic straturi subțiri și groase de Nd-Fe-B cu adaos de Mo, în variantele single layer Mo/NdFeB/Mo și multilayer Mo/[NdFeB/Mo] xn /Mo (cu $n = 3$ și respectiv 9), cu anizotropie magnetică perpendiculară la planul stratului, în vederea obținerii de magneti permanenți, în structură planară, cu produs energetic mare.
- S-au preparat și caracterizat magnetic straturi magnetice dure pe bază de Mn-Bi utilizând tehnica de depunere în vid prin pulverizare în câmp de radiofrecvență, în vederea obținerii de magneti permanenți fără pământuri rare.

4. Prezentarea rezultatelor:

4.1. Stadiul de implementare al proiectelor componente

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului estimat (studiu proiect, prototip, tehnologie, etc., alte rezultate)	Stadiul realizării proiectului
PN 16 37 01 01 Caracterizarea și evaluarea neinvazivă a materialelor micro/nanostructurate și a dispozitivelor electronice utilizând senzori inteligenți cu metamateriale SIMMs	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • calculul distribuției spațiale a câmpului generat de senzori inteligenți cu meta-materiale (SIMMs); metode de configurare a proprietăților metamaterialelor în funcție de dimensiuni geometrice, frecvență, layout; determinarea parametrilor SIMMs <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • model fizic pentru studiul distribuției spațiale a câmpului generat de (SIMMs) • cod numeric de simulare a funcționării SIMMs și de determinare a parametrilor S <p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • studiu privind modelarea funcționării senzorilor în banda de frecvență radio ISM (industrial, scientific, medical). Evaluarea proprietăților SIMMs în funcție de Figure of Merit (FoM) <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • model fizic pentru studiul focalizării undelor magneto-inductive cu metamateriale (MMs) foldabile configurabile/reconfigurabile • cod numeric pentru modelarea funcționării arhitecturilor semiregulare cu ligament simetric și antisimetric ca MMs, importând modelele CAD/CAM proiectate 	Faza nr. 1/2016
PN 16 37 01 02 Dezvoltarea de noi sisteme inteligente de senzori pe bază de micro și nanomateriale magnetice pentru aplicații în medicină și inginerie	<p>Scheme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scheme electrice a sistemului electronic de monitorizare a apneei <p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • studiu experimental privind testarea sensibilității la curbare a senzorului magnetoinductiv lung în vederea utilizării pentru aplicații medicale - monitorizarea apneei (detecția mișcărilor respiratorii ale unei persoane și a perioadelor când respirația lipsește) <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • senzor format dintr-un microfir magnetic lung (1,05 m) pentru detecția deformărilor mecanice pe suprafețe mari (peste 1m) utilizând efectul magnetoinductiv • sistem electronic pentru generarea semnalului de excitare, detecție și prelucrarea semnalelor <p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • studiu experimental axat pe analiza comparativă a formelor de undă de puls emise de senzorul magnetoelastic și senzorul piezoceramic, în vederea utilizării selectării celui mai bun senzor pentru realizarea de dispozitive portabile necesare măsurării, cu acuratețe, a tensiunii arteriale <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • senzor magnetoelastic pentru detecția undei de puls 	Faza nr. 1 /2016
		Faza nr. 2 /2016

	<p>bazat pe microfire magnetice amorse</p> <ul style="list-style-type: none"> • senzor pentru detecția undei de puls pe bază de elemente piezoceramice <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> • metodă pentru identificarea unor semnale specifice anumitor afecțiuni ale mușchiului cardiac, care integrează un algoritm pentru detecția semnalelor intracardiace anormale <p>Alte rezultate (produse):</p> <ul style="list-style-type: none"> • aparat pentru implementarea metodei de identificare a unor semnale specifice anumitor afecțiuni ale mușchiului cardiac (aritmii atrio-ventriculare, tahicardia respectiv fibrilația ventriculară) 	Faza nr. 3/2016
PN 16 37 01 03 Interacțiile dintre celule normale/tumorale, particule magnetice și câmpuri magnetice statice și dinamice	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • studii privind caracterizarea magnetică, structurală, morfologică și studii asupra citotoxicității particulelor submicrometrice de magnetită <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> • metodă de precipitare chimică hidrotermală pentru prepararea de particule magnetice octaedrice și pseudo-octaedrice cu anizotropie de formă pentru terapia magneto-dinamică a tumorilor maligne. <p>Alte rezultate (materiale):</p> <ul style="list-style-type: none"> • particule submicronice (< 200 nm) de magnetită/maghemită, biocompatibile <p>Teste:</p> <ul style="list-style-type: none"> • teste de laborator realizate în diferite condiții dinamice de aplicare a câmpului magnetic asupra unor culturi celulare canceroase umane (celule de ostosarcom) în conjuncție cu particulele magnetice cu anizotropie de formă realizate pentru evaluarea unui potential efect antitumoral indus de forțele fizice de interacțiune dintre particulele magnetice și celule. <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incubator de laborator minituarizat utilizat pentru obținerea de informații privind interacțiunile dintre particulele magnetice și celulele tumorale <p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • studiu privind evaluarea în timp real a interacțiunilor dintre particule și celule tumorale în regimuri diferite de temperatură, fără tratament magneto-dinamic 	Faza nr. 1/2016 Faza nr. 2/2016 Faza nr. 3.1 /2016 Faza nr. 3.2 /2016
PN 16 37 02 01 Noi materiale feromagnetice cu proprietăți superelasticice obținute prin răcire rapidă din topitură pentru realizarea de microelemente cu aplicații medicale	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stabilirea parametrilor optimi de preparare prin răcire rapidă din topitură a firelor magnetice amorse din sistemul Fe-Ni-Co-Al, cu adaosuri de Ta și B <p>Tehnologii/procedee:</p> <ul style="list-style-type: none"> • procedeu de obținere a firelor magnetice cu dimensiuni reduse până la 50 µm prin tragere la rece din fire magnetice amorse cu diametre cuprinse între 170 și 200 µm <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fire magnetice superelasticice din sistemul Fe-Ni-Co-Al, cu adaosuri (Ta, B) obținute prin răcire rapidă din topitură urmată tragerea la rece <p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formularea și proiectarea de compozitii pentru 	Faza nr. 1/2016 Faza nr. 2/2016

	sistemul Fe-Ni-Co-Al sub formă de fire obținute prin răcire rapidă din topitură, care să permită obținerea unui efect superelastic de valoare cât mai mare	
PN 16 37 02 02 Noi materiale inteligente - micro- și nano- (fire, pulberi, structuri) - obținute prin metode fizice, electrochimice și micro/nanostructurare; elaborarea de tehnici și metode de simulare numerică pentru caracterizarea acestora	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> studii privind simularea ciclului de histerezis a nanofirelor magnetice, determinarea dependenței dintre produsul vectorial al magnetizației cu câmpul aplicat și unghiul dintre câmpul magnetic, de diferite valori ($0,7\text{--}2\text{T}$) și axa nanofirelor de FeNi și FeCo, utilizând codul scris înMagpar, vizualizarea în ParaView a distributiei momentelor magnetice de spin a nanofirelor magnetice cu lungimea de $1\mu\text{m}$, diametrul de 30 nm și dimensiunea de discretizare de 2 nm <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> metodă nouă, cu caracter general, pentru determinarea prin simulări numerice a anizotropiei magnetice de formă în cazul nanofirelor magnetice având diferite compozitii 	Faza nr. 1/2016
	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> studiu micromagnetic și analitic al anizotropiei magnetice prin intermediul dependenței cuplului dintre magnetizație și câmpul aplicat în cazul nanofirelor de Co de unghiul magnetic dintre câmpul magnetic aplicat și axa nanofirelor cu lungimea de $1\mu\text{m}$, diametrul de 30 nm și dimensiunea de discretizare de 2 nm <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> cod micromagnetic pentru analiza și determinarea tipurilor de anizotropie magnetică în cazul nanofirelor magnetice cu anizotropie magnetocrystalină 	Faza nr. 2/2016
	<p>Studii:</p> <ul style="list-style-type: none"> studiu privind proprietăile magnetice și magnetoelastice ale microfirelor cu compozitia $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$ (FINEMET), trefilate și tratate termic prin efect Joule în curent alternativ la frecvențe ridicate (100 KHz - 10 MHz), în vederea obținerii de proprietăți magnetice superioare și reproductibile <p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> metodă de tratament termic în curent de înaltă frecvență care favorizează obținerea de materiale sub formă de microfire subțiri cu proprietăți superioare și reproductibile <p>Materiale:</p> <ul style="list-style-type: none"> microfire nanocristaline cu proprietăți magnetice și magnetoelastice reproductibile, obținute prin răcire rapidă din topitură și trefilare <p>Alte rezultate:</p> <ul style="list-style-type: none"> s-a realizat o incintă închisă, pentru tratamentul termic controlat, care prezintă pe pereții externi o conductă prin care circulă un lichid la o temperatură termostatată (ex. 22°C) 	Faza nr. 3/2016
PN 16 37 02 03 Magneți permanenți cu produs energetic mare, sub formă de	<p>Sudii:</p> <ul style="list-style-type: none"> obținerea de straturi groase, de ordinul micronilor, pe bază de Nd-Fe-B/Mo, cu caracteristici 	Faza nr. 1/2016

straturi groase, cu aplicații în domeniul senzorilor și actuatorilor magnetici, cu geometrie planară	magnetice dure bune, specifice aplicațiilor în domeniile MEMS/NEMS, procesate la temperaturi scăzute. Studii: • stabilirea unei compozitii adecvate și a condițiilor optime de procesare (preparare, tratamente termice) privind prepararea prin depunere în vid de straturi groase magnetice dure, fără pământuri rare, pe bază de compuși Mn-Bi	Faza nr. 2/2016
---	--	------------------------

4.2. Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea:

Tip	Nr. realizat in 2016
Documentații	15 Rapoarte de fază
Studii	13
Lucrări: <i>Publicate/trimise/acceptate</i>	36
<i>Comunicate</i>	16
Planuri	
Scheme	1 tip
Altele asemenea (se vor preciza)	

din care:

4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2016): 8 lucrări,
din care: 4 publicate, 1 acceptată pentru publicare și 3 trimise spre publicare

Nr. Crt.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării	Scorul relativ de influență al articolului	Numărul de citări ISI
1.	Pulse wave detection magnetoelastic sensing device based on nanocrystalline microwires for the indirect diagnosis of paroxysmal rhythm disorders	IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 52, Nr. 7, Art. nr. 4001404	Chiriac H.; Hlenschi C.; Corodeanu S.; Grecu M.; Ovari T.-A.; Lupu N.	2016	0,923	
2.	New mechanisms of vesicles migration revised	General Physiology and Biophysics, Vol. 35, No. 3, pag. 287-298	Aursulesei V.; Vasincu D.; Timofte D.; Vrajitoriu L.; Gatu I.; Iacob D.D.; Ghizdovat V.; Buzea C.G.; Agop M.	2016	0,369	
3.	Magnetic properties and giant magnetoimpedance in FINEMET cold drawn microwires	Optoelectronics and Advanced Materials - Rapid Communication, Vol. 10, Nr. 11-12, pag. 958-960	Donac A.; Corodeanu S.; Lupu N.; Óvári T.-A.; Chiriac H.	2016	0,154	
4.	Enhancement of spatial resolution of sensors for detection pipes using evanescent waves	Acta Physica Polonica A	Iftimie N.; Savin A.; Steigmann R.; Dobrescu G.S.; Faktorova D.	2017	0,284	

5.	Long GMI sensors for the detection of local mechanical deformation on flexible surfaces (<i>aprobată pentru publicare</i>)	AIP Advances	Corodeanu S.; Chiriac H.; Óvári T-A.; Lupu N.	2017	1,182	
6.	Laboratory setup for equilibrium temperature evaluation during magnetic hyperthermia to partially simulate the active heat transfer developed in biological tissues (<i>lucrare trimisă spre publicare</i>)	International Journal of Hyperthermia	Herea D.D.; Chiriac H.; Lupu N.; Grigoras M.; Stoian G.	2017	1,140	
7	Hybrid Nd ₂ Fe ₁₄ B/3:29 and Nd ₂ Fe ₁₄ B/SmCo Magnets With Improved Thermal Stability (<i>trimisă spre publicare</i>)	Journal of Magnetic and Magnetic Materials	Grigoras M.; Urse M.; Chiriac H.; Lupu N. and Lostun M.	2017	1,103	
8	Structural, magnetic and mechanical properties of Fe-Ni-Co-Al-based rapidly quenched microwires (<i>trimisă spre publicare</i>)	Journal of Alloys and Compounds	Borza F., Bujoreanu L.-G., Grigoras M., Stoian G., Lupu N., Chiriac H.	2017	2,607	

4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferinte, seminarii, worksopuri, etc): 20 lucrări

Nr. crt.	Titlul articolului Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	An apariție	Nr. citări ISI
1.	Mechanically-induced necrosis of human malignant cells by sharp magnetite nanoparticles <i>11th International Conference on the Scientific and Clinical Applications of Magnetic Carriers, Vancouver, Canada, 31 Mai-4 Iunie, 2016</i>	Chiriac H.; Herea D.D.; Radu E.; Lupu N.	2016	
2.	Nondestructive evaluation and characterization of GFRP using non-contact ultrasound and complementary method <i>ModTech International Conference Modern Technologies in Industrial Engineering, Iasi, Romania, 15-18 Iunie, 2016</i>	Steigmann R.; Iftimie N.; Dobrescu G.S.; Barsanescu P.D.; Curtu I.; Stanciu M.D.; Savin A.	2016	
3.	Influence of chemical compositions and thermal treatments on the structure and mechanical properties of zirconia based thermal coatings <i>19th World Conference on Non-Destructive Testing, Munich, Germany, 13-17 Iunie 2016</i>	Ruch M.; Savin A.; Steigmann R.; Iftimie N.; Malo S.; Brumă A.; Craus M.L.; Fava J.; Cosarinsky G.	2016	
4.	Investigation of structural, magnetic and mechanical properties of Fe-Ni-Co-Al-Ta-B rapidly quenched microwires <i>11th International European Sensors and Actuators Conference - EMSA 2016, Torino, Italy, 12-15 Iulie, 2016</i>	Borza F.; Bujoreanu L.-G.; Grigoras M.; Stoian G.; Lupu N.; Chiriac H.	2016	
5.	Long GMI sensors for the detection of local mechanical deformation on flexible surfaces <i>11th International European Sensors and Actuators Conference - EMSA 2016, Torino, Italy, 12-15 Iulie, 2016</i>	Corodeanu S.; Chiriac H.; Óvári T-A.; Lupu N.	2016	

6.	Theoretical method for the evaluation material concentration by magnetoresistive cytometry <i>11th International European Sensors and Actuators Conference - EMSA 2016, Torino, Italy, 12-15 Iulie, 2016</i>	Jitariu A.; Duarte C.; Cardoso S.; Freitas P.P.; Chiriac H.	2016	
7.	Magnetoelastic properties of FINEMET nanocrystalline microwires <i>11th International European Sensors and Actuators Conference - EMSA 2016, Torino, Italy, 12-15 Iulie, 2016</i>	Damian A.; Corodeanu S.; Lupu N.; Óvári T.A.; Chiriac H.	2016	
8.	Magnetic nanoparticles for mechanically induced necrosis of cancerous cells <i>Noutăți în domeniul nano-particulelor magnetice: obținere, proprietăți și aplicații ale acestora, Iași, Romania, Iulie, 2016</i>	Herea D.D.; Chiriac H.; Radu E.; Lupu N.	2016	
9.	Magnetic nanoparticles with shape anisotropy for in vitro mechanically-induced necrosis of human malignant cells <i>The Joint European Magnetic Symposia (JEMS), Glasgow, UK, 21-26 August, 2016</i>	Herea D.; Radu E.; Lupu N.; Stoian G.; Chiriac H.	2016	
10.	Structural, magnetic and mechanical properties of Fe-Ni-Co-Al-Ta-B rapidly quenched microwires <i>The Joint European Magnetic Symposia (JEMS), Glasgow, UK, 21-26 August, 2016</i>	Borza F.; Bujoreanu L.G.; Grigoras M.; Stoian G.; Ababei G.; Lupu N.; Chiriac H.	2016	
11.	Magnetic nanoparticles detection in hyperthermia application <i>11th International Conference on Physics of Advanced Materials (IFCAM), Cluj-Napoca, România, 8-14 Septembrie, 2016</i>	Chiriac H.; Jitariu A.; Dragos O.; Ghemes C.; Radu E.; Lupu N.		
12.	NdFeB thick film permanent magnet: Influence of multilayered effect and Mo content on anisotropic hard magnetic and mechanical characteristics <i>11th International Conference on Physics of Advanced Materials (IFCAM), Cluj-Napoca, România, 8-14 Septembrie, 2016</i>	Urse M.; Grigoras M.; Borza F.; Lupu N.; Chiriac H.	2016	
13.	Fabrication and characterisation of novel amorphous/SMA CoFeSi /NiTi multilayer microwires obtained by functionally graded deposition of NiTi thin films <i>61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2016), New Orleans, Louisiana, SUA, 31 Octombrie-4 Noiembrie, 2016</i>	Borza F.; Corodeanu S.; Ovari T.-A.; Grigoras M.; Chiriac H.	2016	
14.	Magnetic field controlled oscillations of Fe-Cr-Nb-B magnetic particles for destruction of osteosarcoma cells <i>61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2016), New Orleans, Louisiana, SUA, 31 Octombrie-4 Noiembrie, 2016</i>	Chiriac H.; Radu E.; Herea D.; Stoian G.; Ovari T.-A.; and Lupu N.	2016	
15.	Magnetic particles detection by using spin-valve sensors and magnetic traps <i>61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2016), New Orleans, Louisiana, SUA, 31 Octombrie-4 Noiembrie, 2016</i>	Jitariu A.; Ghemes C.; Lupu N.; Chiriac H.	2016	
16.	Creep induced anisotropy in CoFeSiB cold drawn amorphous microwires <i>61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2016), New Orleans, Louisiana, SUA, 31 Octombrie-4 Noiembrie, 2016</i>	Chiriac H.; Damian A.; Corodeanu S.; Dobrea V.; Ovari T.A.; Lupu N.	2016	

17.	Long GMI sensors for the detection of repetitive deformation of a surface <i>61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2016), New Orleans , Louisiana, SUA, 31 Octombrie- 4 Noiembrie, 2016</i>	Corodeanu S.; Chiriac H.; Ovari T.A.; Lupu N.	2016	
18.	Effect of the stress distribution on the hysteresis loops of amorphous glass-coated nanowires <i>The 6th National Conference of Applied Physics, Iasi, Romania, 26 – 27 Noiembrie, 2016</i>	Rotărescu C.; Lupu N.; Chiriac H.; Óvári T.A.	2016	
19.	Magnetic behavior of FINEMET cold drawn microwires <i>The 6th National Conference of Applied Physics, Iasi, Romania, 26 – 27 Noiembrie, 2016</i>	Damian A.; Corodeanu S.; Lupu N.; Óvári T.A.; Chiriac H.	2016	
20.	Magnetoresistive device with integrated current lines for magnetic particles detection <i>The 6th National Conference of Applied Physics, Iasi, Romania, 26 – 27 Noiembrie, 2016</i>	Jitariu A.; Ghemes C.; Lupu N.; Chiriac H.	2016	

4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante: 8 lucrări

Nr. Crt.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării
1.	Damage detection of carbon reinforced composites using nondestructive evaluation with ultrasound and electromagnetic methods	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 133, nr.1 6 pages (2016) 012013 doi:10.1088/1757-899X/133/1/012013	Savin A.; Barsanescu P.D.; Vizureanu P.; Stanciu M.D; Curtu I.; Iftimie N.; Steigmann R.	2016
2.	Quality control of thin films deposited on special steels used in hydraulic blades	Advanced Materials Research, Innovative Technologies for Joining Advanced Materials, vol. 1138, pag. 62-68	Tugui C.A.; Vizureanu P.; Savin A.; Iftimie N.; Perju M.C; Cimpoesu N.; Nejneru C.	2016
3.	Malignant invasion model with a small amount of diffusion in the framework of the non-standard scale relativity theory. Part I - Evolution equations	Proceedings of the Romanian Academy, Series A: Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science, Volume 17, Number 1, 24-30	Grădinaru I.; Buzea C.G.; Stana B.; Eva L.; Agop M.; Ochiuz L.; Gheucă-Solovăstru L.; Baroi G. L.; Popa R.F.	2016
4.	Malignant invasion model with a small amount of diffusion in the framework of the non-standard scale relativity theory. Part II – Analytical solutions	Proceedings of the Romanian Academy, Series A: Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science Volume 17, Number 2, 117-125	Popa R.F.; Baroi G.L.; Ochiuz L.; Gheucă-Solovăstru L.; Eva L.; Buzea C.G.; Stana B.; Agop M.; Grădinaru I.	2016
5.	Nondestructive evaluation and characterization of GFRP using non-contact ultrasound and complementary method	IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 145 7 pages (2016) 032010 doi:10.1088/1757-899X/145/3 /032010	Steigmann R.; Iftimie N.; Dobrescu G.S.; Barsanescu P.D.; Curtu I.; Stanciu M.D.; Savin A.	2016
6.	ZnO thin film as MSG for sensitive biosensor	IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 145 (2016) 042030 doi:10.1088/1757-899X/145/4/042030	Iftimie N.; Savin A.; Steigmann R.; Faktorova D.; Salaoru I.	2016
7.	Some aspects over the quality of thin films deposited on special steels used in hydraulic blades	IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 147 (2016) 012040 doi:10.1088/1757-899X/147/1/012040	Tugui C.A.; Vizureanu P.; Iftimie N.; Steigmann R.	2016
8.	Nondestructive testing of advanced materials using	IOP Conference Series: Materials Science and	Steigmann R.; Danila N.A.; Iftimie N.; Tugui C.A.; Novy	2016

	sensors with metamaterials	Engineering, vol. 161, no. 1, p. 012060	Fr.; Fintova S.; Vizureanu P.; Savin A.	
--	----------------------------	---	---	--

4.2.4. Studii, Rapoarte, Documente de fundamentare sau monitorizare care:

a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:

Tip document	Nr.total	Publicat în:
Hotărâre de Guvern		
Lege		
Ordin ministrului		
Decizie președinte		
Standard		
Altele (se vor preciza)		

b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site		
Emisiuni TV		
Emisiuni radio		
Presă scrisă/electronica		
Cărți		
Reviste		
Bloguri		
Altele (se vor preciza)		

4.3. Tehnologii, procedee, produse informatiche, rețele, formule, metode și altele asemenea:

Tip	2016
Tehnologii	
Procedee	1
Produse informatiche	3 coduri numerice
Rețele	
Formule	
Metode	4
Altele asemenea:	
Teste	1 tip
Modele (fizice, teoretice, etc.)	2 modele fizice
Materiale	3 tipuri
Produse	6

Din care:

4.3.1 Propuneri de brevete de inventie, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea: 1 propunere de brevet de inventie

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM	1.	Patent Application Number: 00415/07.06.2016	CHIRIAC Horia; GRECU Mihaela; CORODEANU Sorin; TIBU Mihai; LUPU Nicoleta	Apparatus for determination of abnormal electric potentials from ventricular region of the heart
EPO				
USPTO				

4.4. Structura de personal:

Personal CD (Nr.)	2016
Total personal	86
Total personal CD	68
din care:	
cu studii superioare	61
cu doctorat	41
doctoranzi	4

4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:

Nr.	Nume și prenume	Grad	Functia	CNP	Echivalent normă întreagă	Anul angajării	Nr. Ore/ 2016
1	Chiriac Horia	CS I	Responsabil tema		3,70/12	1967	626
2	Lupu Nicoleta	CS I	Responsabil tema		1,28/12	1997	217
3	Borza Firuta	CS I	Responsabil tema		6,98/12	1986	1.182
4	Buzea Gheorghe	CS I	Participant		8,98/12	1991	1.520
5	Ovari Tibor Adrian	CS I	Responsabil tema		3,05/12	1993	517
6	Ursu Maria	CS II	Responsabil tema		8,10/12	1977	1.372
7	Savin Adriana	CS II	Responsabil tema		4,28/12	1985	724
8	Darie Iulian	CS III	Participant		4,46/12	2003	756
9	Tiba Mihai	CS III	Participant		8,87/12	2001	1.502
10	Grigoras Marian	CS III	Participant		6,12/12	2002	1.036
11	Dobre Vioral	CS III	Participant		8,93/12	1986	1.512
12	Gaburici Maria	CS III	Participant		6,28/12	2009	1.064
13	Mohorianu Sergiu	CS III	Participant		8,13/12	1985	1.376
14	Grecu Mihaela	CS III	Participant		2,17/12	2015	368
15	Herea Dumitru Daniel	CS III	Responsabil tema		8,93/12	2001	1.512
16	Corodeanu Sorin	CS III	Participant		7,78/12	2003	1.318
17	Ababei Gabriel	CS III	Participant		5,59/12	2004	946
18	Stoian George	CS III	Participant		8,93/12	2006	1.512
19	Dragos Oana	CS III	Participant		8,98/12	2007	1.520
20	Nistor Ioan Cristian	CS	Participant		8,98/12	2015	1.520
21	Steigmann Rozina	CS	Participant		5,10/12	2000	863
22	Murgulescu Iulian	CS	Participant		6,50/12	2012	1.100
23	Grigoras Mihaela	CS	Participant		5,48/12	2005	928
24	Iftimie Nicoleta	CS	Participant		5,04/12	2001	853
25	Hlenschi Costica	ACS	Participant		8,79/12	2010	1.488
26	Donac (Damian) Alina	ACS	Participant		8,71/12	2011	1.475
27	Rotarescu Cristian	ACS	Participant		7,18/12	2012	1.216
28	Racila (Budeanu) Luiza	ACS	Participant		8,92/12	2012	1.510
29	Jitariu Andrei Claudiu	ACS	Participant		8,83/12	2010	1.496
30	Atitoie Alexandru	ACS	Participant		0,71/12	2013	120
31	Nedelcu Ovidiu	ACS	Participant		8,98/12	2014	1.520
32	Radu Ecaterina	ACS	Participant		8,88/12	2014	1.504
33	Corodeanu Cristina	Fiz.	Participant		8,65/12	2003	1.464
34	Gherghel Mihai	Ing.	Participant		8,60/12	1982	1.456
35	Porcescu Marieta	Ing.	Participant		8,95/12	1985	1.516
36	Mocanu Alexandru	Ing.	Participant		8,95/12	2005	1.516
37	Danila Narcis	Ing.	Participant		5,42/12	2014	918

38	Mocanu Manuela	Ing.	Participant		8,88/12	1999	1.504
39	Dobrescu Gabriel	Ing.	Participant		5,42/12	2010	918
40	Surdu Georgiana	Ec.	Participant		8,93/12	2007	1.512
41	Cojocaru (Cozma) Cristina	Ec.	Participant		3,40/12	2006	576
42	Rosu Tudor	Ec.	Participant		8,88/12	2002	1.504
43	Nutu Carmen	SubIng.	Participant		5,26/12	1986	890
44	Duta Sergiu	Tehn.	Participant		8,93/12	1996	1.512
45	Stoica Remus	Tehn.	Participant		8,69/12	1985	1.472
46	Caslaru Laurentiu	Tehn.	Participant		8,93/12	1988	1.512
47	Pascalu Mircea	Tehn.	Participant		8,55/12	2001	1.448
48	Ureche Oana	Tehn.	Participant		8,49/12	2006	1.438
49	Barbieru Constantin	Muncitor	Participant		8,83/12	1979	1.496
50	Tinjala Constantin	Muncitor	Participant		8,83/12	2000	1.504
51	Ghemes Iulian Adrian	CS III	Participant		4,02/12	2014	680
52	Ghemes Crina	CS III	Participant		3,21/12	2014	544
53	Tugui Catalin	Tehn.	Participant		4,25/12	2015	720

* Se vor specifica numărul de ore lucrate în fiecare dintre anii de derulare ai Programului Nucleu, prin inserarea de coloane

4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date continând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază de date...	Data achiziției	Valoarea achiziției (lei)	Sursa finanțării	Valoarea finanțării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu (lei)	Nr. Ore-om de utilizare a infrastructurii pentru Programul-nucleu (%)
1.	Echipament de corodare cu fascicul de ioni	05.12.2016	756.672,02	PN 16 37 01 01; PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 03; PN 16 37 02 03	756.672,02	60
2.	Punte RLC cu accesoriu	05.12.2016	7.608,09	PN 16 37 02 03	7.608,09	70
3.	Surse programabile	05.12.2016	11.967,16	PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 02	11.967,16	60
4.	Calculator Assus All in One cu licență Windows	07.12.2016	2.700	PN 16 37 01 02	2.700	80
5.	Surse bipolare BOP 50-4M	06.12.2016	34.336,50	PN 16 37 01 02; PN 16 37 01 03	34.336,50	60
6.	Sisteme desktop (unitate centrală, monitor, tastatura, mouse) cu licență licenta Windows si Office	07.12.2016	58.680	PN 16 37 01 02; PN 16 37 01 03; PN 16 37 02 03	58.680	50
7.	Osciloscop TEKTRONIX MDO 3014	06.12.2016	18.881,11	PN 16 37 01 02	18.881,11	60
8.	Pompa de vid ACP 28	07.12.2016	25.114,46	PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 02	25.114,46	65
9.	Tanc azot lichid	05.12.2016	10.359,25	PN 16 37 01 03	10.359,25	55
10.	Răcitor KUHLMOBIL 132-RB400-MK-SA-16	06.12.2016	26.686,41	PN 16 37 01 03	26.686,41	45

11.	Videoproiector EB-1980-WU	06.12.2016	7.711,20	PN 16 37 02 03	7.711,20	50
12.	UPS tip MKD 3000 RT	07.12.2016	3.309 lei	PN 16 37 02 03	3.309	45
13.	Desicador	17.11.2016	15.869,09	PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 02; PN 16 37 02 03	15.869,09	100
14.	Circulator pentru termostatare (răcitor cu recirculare F250)	23.11.2016	12.060	PN 16 37 01 02	12.060	100
15.	Antivirus Norton	24.11.2016	4.755	PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 03; PN 16 37 01 03; PN 16 37 02 02	4.755	80
16.	Congelator COLD BOX B35-85	02.11.2016	24.305,38	PN 16 37 01 03	24.305,38	100
17.	Stereomicroscop Nexus 200 mm, Model NZ 1902-U	04.11.2016	3.669,84	PN 16 37 01 03	3.669,84	100
18.	Termomixer cu bloc de încălzire	08.11.2016	5.152,37	PN 16 37 01 03	5.152,37	100
19.	Balanță analitică KERN ABJ 80-40 NM	04.11.2016	4.634,75	PN 16 37 01 03	4.634,75	80
20.	Sursa de tensiune dubla 2-CH, 70V, BK9174	01.11.2016	6.137,60	PN 16 37 02 02	6.137,60	60
21.	Placa de achizitie NI USB 7846 R	03.11.2016	20.356,93	PN 16 37 02 02	20.356,93	70
22.	Pirometru KTR4475-1	24.11.2016	13.638,61	PN 16 37 02 02	13.638,61	60
23.	Surse duble de tensiune BK 9174	22.11.2016	12.143,23	PN 16 37 02 02	12.143,23	60
24.	Sisteme desktop HP 400 (unitate centrală, monitor, licență Windows 10/64 bits și licență Office Home and Business 2016)	12.10.2016	18.857,38	- PN 16 37 02 01) - CONTRACT DUBNA (Proiect nr. 32; Proiect nr. 78)	3.356,38	50
25.	Bază de date ICCD PDF 2 (pentru Difractometru D8 Advance)	08.09.2016	55.555	PN 16 37 02 02	55.555	70
26.	Upgrade componente (adaptor, controler electronic, răcitor cu azot, etc.) pentru Analizor Mecanic de Dinamică tip DMA 242-C Netzch	26.08.2016	38.989,50	PN 16 37 02 01	38.989,50	80
27.	Placa achizitie Ni USB-6210 Bus -powered M series DAQ, Placa achizitie Ni USB-6218 Isolated Bus -powered M series DAQ	16.03.2016	24.408	PN 16 37 02 02	24.408	70

5. Rezultatele Programului-nucleu au fundamentat alte lucrări de cercetare:

	Nr.	Tip
Proiecte internaționale	1	<i>Program P3 - Bilateral/Multilateral - Proiect de cercetare international cu JINR Dubna Rusia - tema 04-4-1121-2015/2017 "Special alloys protected with doped zirconia coatings".</i>
Proiecte naționale	18	<p><i>Proiecte de cercetare în programe PNCD III:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Program P1 - 1 proiect de cercetare pentru stimularea tinerelor echipe independente - Competitie 2016</i> - <i>Program P2 - 15 proiecte experimental demonstrative - Competitie 2016</i> - <i>Program P4 - 2 proiecte de cercetare exploratorie - Competitia 2016</i>

6. Rezultate transferate în vederea aplicării:

Tip rezultat	Instituția beneficiară (nume instituție)	Efecte socio-economice la utilizator
<i>Ex. tehnologie, studiu</i>	<i>nume IMM/institutie</i>	

7. Alte rezultate: (a se specifică, dacă este cazul)

8. Aprecieri asupra derulării programului și propunerii:

În anul 2016, în cadrul proiectelor dezvoltate în cadrul **Programului NUCLEU - Magnetism, Materiale Magnetice și Aplicații, acronim - 3MAP, cod 16 37**, s-au obținut următoarele rezultate:

Diseminare de informații:

- **16 lucrări științifice publicate/acceptate pentru publicare/trimise spre publicare**, din care: **8 lucrări** în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul; **8 lucrări** în alte publicații relevante;
- **20 lucrări științifice** comunicate la **9 manifestări științifice** (7 conferințe, 1 simpozion, 1 workshop);
- **1 cerere de brevet de invenție**.

Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea: 15 rapoarte de fază; 13 studii teoretice și experimentale; 1 tip de schemă electrică (ex. scheme electrice a sistemului de monitorizare a apneeii).

Tehnologii/procedee, produse informative, rețele, formule, metode și altele asemenea: 1 procedeu; 4 metode; 3 coduri numerice; 1 tip de test special.

Materiale/modele fizice/produse, etc.:

- **3 tipuri de materiale** (particule submicronice; fire magnetice superelastice; microfire nanocristaline cu proprietăți magnetice și magnetoelastice reproductibile); **2 modele fizice; 6 produse** (3 tipuri de senzori, 1 dispozitiv, 1 aparat, 1 stand pentru tratament termic controlabil).

Activitățile de cercetare dezvoltate în anul 2016 în cadrul proiectelor din **Programul nucleu - 3MAP, cod 16 37** au condus la deschiderea de noi direcții de cercetare științifică și tehnologică, cu precădere în domeniul precum Eco-Nano-Tehnologii și Materiale Avansate; Sănătate; Energie, Mediu și Schimbări Climatice, care vor constitui teme pentru noi **proiecte de cercetare** teoretică, industrială și aplicativă cu care institutul a participat la competițiile organizate în anul 2016 și va participa la viitoarele competiții organizate în programe de cercetare naționale și internaționale. În anul 2016, institutul a participat cu un număr de **17 propuneri de proiecte** la competițiile organizate în cadrul PN III și anume: *Program P1 - 1 proiect de cercetare pentru stimularea tinerelor echipe independente; Program P2 - 15 proiecte experimental demonstrative; Program P4 - 2 proiecte de cercetare exploratorie*.

DIRECTOR GENERAL,
Dr. LUPU Nicoleta



DIRECTOR DE PROGRAM,
Prof. Dr. CHIRIAC Horia



CONTABIL ȘEF,
POPESCU Maria

