

Contractor : *Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizică
Tehnică - IFT Iași*

Cod fiscal : RO 5640892

Raport anual de activitate privind desfășurarea programului nucleu *Magnetism și Materiale Magnetice / MAGMATMAG, 09-43* **anul 2014**

Durata programului: 2009-2015

Data începerii: 13.03.2009

Data finalizării: 31.12.2015

1. Scopul programului:

Scopul Programului nucleu MAGMATMAG constă în dezvoltarea în cadrul *Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizică Tehnică (INCDET - IFT Iași)* a unor activități de cercetare fundamentală și aplicativă de vârf în domeniul *magnetismului, materialelor magnetice și aplicațiilor acestora, precum și în domenii multidisciplinare*. În cadrul Programului nucleu MAGMATMAG au fost dezvoltate cercetări avansate în domeniul materialelor magnetice amorfe, nanocristaline, nanocompozite și nanodimensionate, cu caracteristici fizice superioare, în scopul utilizării ulterioare a acestora în aplicații din domeniile: spintronică, microelectronică, medicină, energie, biologie, etc. În cadrul proiectelor din componența Programului nucleu MAGMATMAG au fost de asemenea evidențiate și dezvoltate noi procese fizice de bază și noi structuri în materiale magnetice avansate, în domeniul micro- și nanotehnologiilor, pentru realizarea de micro și nanodispozitive, precum și în domeniul controlului nedistructiv/neinvaziv. Au fost dezvoltate cercetări avansate vizând tehnici de vârf pentru prepararea și caracterizarea de noi tipuri de micro- și nanomateriale cu aplicații specifice domeniului "high tech".

În cadrul programului MAGMATMAG 09-43 au fost dezvoltate 10 proiecte care au avut ca scop deschiderea de noi direcții de cercetare de mare perspectivă în domeniul *magnetismului și materialelor magnetice* cu aplicații în realizarea de *senzori/sisteme de senzori și biosenzori magnetici pentru aplicații în medicină, biologie, microelectronică, tehnică de calcul, industria automotive și industria aeronautică*. Cercetările dezvoltate au condus la implementarea unor noi tehnici de caracterizare fizică, structurală și compozițională complexă a micro- și nanomaterialelor și materialelor nanostructurate, la dezvoltarea de noi nanotehnologii aplicabile nu numai materialelor magnetice dar și altor tipuri de materiale, fapt care a permis deschiderea unor noi direcții de cercetare multi- și interdisciplinare, cu importante colaborări în diferite domenii ale științei și tehnicii. Rezultatele obținute ca urmare a derulării activităților de cercetare din cadrul Programului nucleu (MAGMATMAG) vor permite identificarea și abordarea unor noi tematici de cercetare în vederea participării cu propuneri noi de proiecte în Programul Cadru 7 al Uniunii Europene (UE) și în programe naționale și internaționale de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de inovare.

2. Modul de derulare al programului:

Programul NUCLEU - Magnetism și Materiale Magnetice (MAGMATMAG - cod PN 09-43) s-a desfășurat în cadrul a 6 proiecte derulate în cadrul a 2 obiective și anume:

- ♦ **Obiectiv 1: Fizica fenomenelor și proceselor magnetice** - 3 proiecte
- ♦ **Obiectiv 2: Fizica materialelor magnetice** - 3 proiecte.

Activitățile de cercetare cuprinse în cadrul celor **6 proiecte** au fost dezvoltate în anul 2014 în cadrul a **18 faze distincte**, după cum urmează:

- proiectul PN 09 43 01 01 - 5 faze
- proiectul PN 09 43 01 02 - 4 faze
- proiectul PN 09 43 01 04 - 2 faze

- proiectul PN 09 43 02 01 - 3 faze
- proiectul PN 09 43 02 02 - 2 faze
- proiectul PN 09 43 02 03 - 2 faze.

În cursul anului 2014 în cadrul Programului MAGMATMAG au fost dezvoltate activități complexe de cercetare fundamentală și/sau aplicativă, în funcție de specificul fiecărui proiect și de structura obiectivelor propuse spre rezolvare. În cadrul celor 6 proiecte derulate în 2014 s-au desfășurat activități de preparare de materiale avansate și activități de caracterizare complexă, magnetică, compozitională, morfologică și structurală a diferitelor tipuri de materiale, masive cu dimensiuni milimetrice și micrometrice (fire convenționale, benzi, fire acoperite cu sticlă, materiale magnetice compozite sub formă de fire multistrat), pulberi, straturi subțiri, nanofire și/sau nanostructuri planare, cu rezultate teoretice și tehnologice/aplicative complexe pentru posibile aplicații în medicină, biotehnologie, microelectronică, energie, electrotehnică, spintronică, etc.

O parte dintre activitățile de cercetare dezvoltate în cadrul proiectelor din Programul NUCLEU au constituit teme de cercetare în **2 proiecte de colaborare bilaterală** cu Slovacia și Grecia și **2 proiecte de colaborare internațională** cu Dubna.

În anul 2014, la INCDFT - IFT Iași și-au desfășurat activitatea de cercetare un număr **6 doctoranzi** și **3 masteranzi** - asistenți de cercetare/ cercetători cuprinși în programul de perfecționare prin doctorate - în sistemul cu frecvență, respectiv în programul de perfecționare prin masterate. Tinerii cercetători au fost implicați în activități de cercetare axate pe tematici dezvoltate în cadrul Programului NUCLEU-MAGMATMAG - PN 09-43, iar rezultatele obținute au constituit subiectul referatelor de doctorat și/sau masterat.

Activitățile de cercetare complexă dezvoltate în cadrul proiectelor din Programul NUCLEU-MAGMATMAG - PN 09-43 au condus la deschiderea de noi direcții de cercetare în domeniul materialelor magnetice dure, domeniul nanomaterialelor magnetice și nanostructurilor speciale precum și în domeniul efectelor/proceselor noi evidențiate în aceste tipuri de materiale/metamateriale avansate care vor constitui teme ce vor fi dezvoltate în proiecte din cadrul Programului Cadru VII al UE, programelor naționale de cercetare, precum și în cadrul programelor internaționale de colaborare bilaterală.

2.1. Descrierea activităților (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, macheta VIII)

Activitățile de cercetare științifică derulate în anul 2014 în cadrul Programului Nucleu MAGMATMAG - cod PN 09 - 43 sunt prezentate în continuare, pentru fiecare proiect în parte. În Raportul anual 2014 sunt evidențiate rezultatele obținute și este prezentat stadiul de realizare a obiectivelor propuse spre rezolvare, după cum urmează:

Proiect PN 09 - 43 01 01/ Studiul dinamicii comutării ultrarapide a magnetizării în microfire feromagnetice amorphe pentru aplicații în spintronică.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 09 - 43 01 01 dezvoltate în anul 2014 s-au derulat în cadrul a 5 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza 1/2014: Faza 1: Efectul dinamicii magnetizării în rețele de microfire magnetice acoperite cu sticlă asupra absorbției selective în domeniul frecvențelor înalte.**

În cadrul Fazei 1/2014 s-a studiat efectul dinamicii magnetizării în rețele de microfire magnetice acoperite cu sticlă asupra absorbției selective în domeniul frecvențelor înalte. Experimental, acest efect a fost pus în evidență prin fenomene rezonante de pierdere a energiei câmpului electromagnetic în rețeaua de microfire. Microfirele magnetice au fost obținute prin metoda tragerii din topitură de aliaj $\text{Fe}_{77,5}\text{Si}_{7,5}\text{B}_{15}$ împreună cu un înveliș de sticlă. Efectul dinamicii magnetizării în rețele de microfire magnetice acoperite cu sticlă s-a studiat prin determinarea spectrelor de reflexie și de transmisie ale acestor rețele prin metoda liniei de transmisie cu ghiduri de undă, respectiv prin metoda „free space” cu antene de microunde liniar polarizate în domeniul de frecvențe 8 GHz÷12 GHz. Spectrele de absorbție obținute prezintă un comportament de absorbție selectivă cu deplasarea valorii frecvenței la care apare absorbția rezonantă spre frecvențe crescătoare. În cazul metodei liniei de transmisie prin ghiduri de undă, prin aplicarea controlată a unui câmp magnetic la nivelul microfirelor se poate controla frecvența de rezonanță. În cazul metodei „free space” cu antene de microunde liniar polarizate, frecvența de absorbție poate fi deplasată controlat prin aplicarea unui câmp magnetic paralel cu microfirele.

- **Faza 2/2014: Efectul anizotropiei de formă asupra vitezei de deplasare a pereților de domenii în microfire feromagnetice amorphe cu magnetostricțiune nulă.**

În cadrul Fazei 2/2014 a fost realizat un studiu detaliat al efectului pe care îl are modificarea „in -situ” a grosimii sticlei asupra vitezei de deplasare a pereților de domenii magnetice din microfire cu magnetostricțiune nulă având compoziția $\text{Co}_{68,1}\text{Fe}_{4,34}\text{Si}_{12,48}\text{B}_{14,98}\text{Mn}_{0,1}$. Modificări magnetice notabile (apariția mecanismului de inversare a magnetizării) au fost observate când deja era îndepărtată, prin corodare chimică, jumătate din

grosimea totală a învelișului de sticlă. Îndepărtarea în continuare a învelișului de sticlă conduce la reducerea tensiunilor mecanice din microfire, cu efect asupra accentuării bistabilității magnetice și comportării magnetice a microfiredelor. Aceste modificări au fost corelate cu modificările anizotropiilor principale din firele feromagnetice studiate, respectiv anizotropia magnetoelastică și anizotropia magnetostatică (de formă). Rezultatele obținute în cadrul experimentelor realizate au fost folosite pentru explicarea modificărilor observate în valoarea vitezei pereților de domenii magnetice și a mecanismului de inversare a magnetizării microfiredelor cu magnetostricțiune aproape nulă, prin prisma modificărilor care au loc în anizotropia magnetică preponderentă, modificări care reflectă la rândul lor reșezarea contribuțiilor de natură magnetoelastică, respectiv magnetostatică, din energia liberă a microfiredelor, ca urmare a reducerii „în - situ” a grosimii învelișului de sticlă.

- **Faza 3/2014: Evoluția proceselor de magnetizare în funcție de diametrul microfiredelor amorf/nanocristaline din sistemul Fe-Cu-Nb-Si-B.**

În cadrul Fazei 3/2014 a fost realizat un studiu complex asupra proceselor de magnetizare dinamică în microfire nanocristaline de tip FINEMET (Fe-Cu-Nb-Si-B) în funcție de diametrul și microstructura microfiredelor. Au fost preparate microfire magnetice amorf $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$, cu diametrul de 105 μm , prin metoda eiecției aliajului topit în strat de apă în rotație. În continuare, firele magnetice au fost trefilate la rece în vederea reducerii diametrului la: 90, 80, 70, 60, 50, 45, 35 și respectiv 25 μm . Au fost studiate proprietățile magnetice ale microfiredelor la frecvențe joase și s-a constatat că, în stare as-cast, în urma trefilării, valoarea câmpului coercitiv a microfiredelor crește de la 63 A/m până la 3060 A/m odată cu scăderea diametrului firului de la 105 μm la 70 μm și apoi scade la valori mai mici ale diametrului firelor. Această creștere a coercitivității se datorează tensiunilor interne suplimentare induse în timpul procesului de trefilare. Microfirele au fost tratate termic timp de 1 oră la temperaturi cuprinse între 300 și 600°C în vederea relaxării tensiunilor interne și obținerii unei structuri nanocristaline. Valori optime de tratament au fost la 500°C, timp de 1 oră, pentru care s-a obținut cea mai mare valoare a permeabilității magnetice ($\mu_r=5,3 \times 10^5$ pentru microfirul cu diametrul de 35 μm) și la 550°C pentru care s-a obținut un câmp coercitiv de 2 A/m pentru firul de 25 μm . La frecvențe înalte, valoarea optimă de tratament este de 550°C pentru care s-au obținut valori maxime ale variației impedanței (ex. 161% la 10 MHz pentru microfirul de 25 μm).

- **Faza 4/2014: Efectul tensiunilor mecanice elastice (întindere, torsiune) asupra dinamicii magnetizării în microfire nanocristaline pe bază de FeCuNbSiB.**

În cadrul Fazei nr.4/2014 s-a studiat evoluția proceselor de magnetizare în funcție de tensiunile mecanice elastice de întindere și torsiune aplicate microfiredelor amorf/nanocristaline cu compoziția $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$, atât la frecvențe joase cât și la frecvențe înalte. Firele amorf cu diametrul de 105 μm au fost preparate prin metoda eiecției aliajului topit în strat de apă în rotație. Prin trefilare la rece, diametrul firului a fost redus consecutiv obținându-se un set de eșantioane amorf cu diametre de la 90 μm până la 10 μm . Determinarea caracteristicilor magnetice la frecvențe joase a fost realizată utilizând metoda fluxmetrică de tip Houling. S-a observat că microfirul în stare as-cast prezintă un câmp coercitiv, H_c , de 53 A/m la un câmp maxim aplicat de 2 kA/m, la 50 Hz și o valoare maximă a permeabilității magnetice relative, μ_r , de 4×10^4 . După trefilare la 80 μm , H_c crește la 1250 A/m și se păstrează în jurul acestei valori pentru firele trefilate cu diametre reduse până la 50 μm . Pentru firele cu diametre mai mici (până la 25 μm) H_c scade cu scăderea diametrului firului. Creșterea pronunțată a H_c după trefilare determină o scădere drastică a permeabilității magnetice. Acest comportament se explică prin tensiunile interne suplimentare, de valoare mare, induse în timpul procesului de trefilare. Prin tratarea termică a microfiredelor între 400 și 600 °C, timp de 1h, tensiunile interne induse în timpul trefilării sunt relaxate. Odată cu creșterea temperaturii de tratament, permeabilitatea magnetică relativă crește, atingând un maxim pentru tratamentul termic la 500°C. Determinarea comportamentului magnetic al eșantioanelor la frecvențe înalte a fost realizată prin măsurători de magneto-impedanță (MI). Valorile maxime ale MI se obțin pentru eșantioanele tratate termic la 550°C. Eșantioanele cu diametrul de 10 μm prezintă cea mai mare variație relativă a MI, respectiv 248% la 100 MHz. Dependența puternică a proceselor de magnetizare de tensiunile mecanice elastice de întindere și torsiune aplicate microfiredelor amorf/nanocristaline cu compoziția $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$ deschide noi posibilități de aplicare ale acestora ca elemente sensibile pentru senzori magnetici, de tensiune, torsiune, vibrație, etc.

- **Faza 5/2014: Studiu privind posibilitatea obținerii de condensatori electrice cu capacitate ridicată pe bază de microfire metalice acoperite cu sticlă.**

În cadrul Fazei 5/2014 s-au realizat o serie de studii privind influența proceselor fizice care au loc la interfața metal-sticlă-metal asupra capacității electrice a microfiredelor metalice (Cu, aliaj Co-Fe-Si-B, aliaj Fe-Si-B-Cu-Nb) acoperite cu sticlă, precum și dependența capacității electrice a microfiredelor funcție de caracteristicile geometrice ale acestora. Pentru aceste studii au fost realizate fire metalice având grosimi ale miezului între 2 și 50 μm și înveliș de sticlă cu grosimi cuprinse între 2 și 30 μm . Microfirul este lipit pe un suport realizat dintr-un cablaj imprimat. Condensatorii electrice au fost realizați în 2 variante și anume: (1) o armătură a condensatorului este miezul metalic al microfirului, cealaltă armătură este realizată prin acoperirea microfirului cu cositor, iar sticla este dielectricul; (2) o armătură a condensatorului este miezul metalic al microfirului, cealaltă armătură un strat subțire metalic realizat prin pulverizare în vid, iar sticla este dielectricul. Din analiza rezultatelor obținute

rezultă că: valorile capacității electrice a condensatorilor realizați din microfibre cu aceleași caracteristici fizice, sunt identice, indiferent de structura constructivă, însă depind puternic de grosimea învelișului de sticlă. Grosimea învelișului de sticlă a fost diminuată ($< 1 \mu\text{m}$) și prin corodarea chimică în acid fluorhidric, după o tratare termică prealabilă de detensionare a firelor metalice, în pași, la 550°C , timp de 1 oră/pas. Pentru un condensator cu fir de Cu și grosimea sticlei de $0,75 \mu\text{m}$ s-a obținut o capacitate electrică de $31,5 \text{ pF/cm}$. Dacă sticla este depusă prin pulverizare r.f., și are grosimea de 100 nm , capacitatea electrică este de $1,76 \text{ nF/cm}$. Prin cuplarea în paralel a mai multor fire ($\text{volum} = 1 \text{ cm}^3$) s-a obținut un condensator cu capacitatea de $35 \mu\text{F}$. Capacitatea electrică poate crește și cu creșterea diametrului armăturii interioare. S-au realizat condensatori subțiri cu grosimi de ordinul micrometrilor și foarte lungi de ordinul metrilor, conectați în paralel care pot stoca energie electrică pe lungimea lor, cu posibile aplicații ca filtre împotriva șocurilor electrice de tensiune pentru protecția aparatelor electrice (aceste rezultate vor fi valorificate printr-o cerere de brevet).

Proiect PN 09 - 43 01 02/Noi tehnici de caracterizare structurală, topologică, morfologică și compozițională a sistemelor de nanomateriale și nanostructuri.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 09 - 43 01 02 dezvoltate în anul 2014 s-au derulat pe parcursul a 4 faze, după cum urmează:

- **Faza 1/2014: Studii privind evidențierea ariei întregulare în micro și nanopulberi magnetice aglomerate prin corelarea datelor obținute prin difracție de raze X cu măsurătorile BET de determinare a suprafețelor specifice.**

În cadrul Fazei 1/2014 au fost determinate dimensiunile micro- și nanopulberilor din aliaje de tip Fe-ETM-Nb-B (ETM = Cr, Ti, Ta sau Nb) prin difracție de raze X combinată cu măsurători ale suprafeței specifice BET și cu analize morfologice prin microscopie electronică de baleiaj (SEM). Au fost studiate pulberi magnetice având compozițiile $\text{Fe}_{66,7}\text{Ta}_{13}\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ și $\text{Fe}_{62,7}\text{Ti}_{17}\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$, obținute prin măcinarea mecanică a benzilor, diferiți timpi cuprinși între 1 și 150 ore. Inițial benzilor au fost supuse unui tratament termic de relaxare în vid timp de 1 oră la temperatura de 400°C . Dimensiunea pulberilor scade cu creșterea timpului de măcinare. Pulberile obținute au forme aplatizate cu grosimi de câțiva zeci de nm și dimensiuni în plan de la câțiva microni până la zeci de nanometri, funcție de timpii de măcinare. Creșterea timpilor de măcinare conduce la creșterea cantității de fază/faze cristaline, precum și a suprafeței specifice. Ca rezultat al aglomerării pulberilor, valoarea suprafeței specifice a acestora scade.

- **Faza 2/2014: Studii prin microscopie TEM/STEM asupra evoluției microstructurii în pulberi nanocristaline de tip FINEMET, în funcție de condițiile de tratament și de măcinare.**

În cadrul Fazei 2/2014 s-au efectuat studii complexe de microscopie electronică de transmisie de rezoluție ultraînaltă UHR-TEM/STEM asupra evoluției microstructurii în pulberi nanocristaline de tip FINEMET obținute prin măcinarea mecanică a benzilor amorse preparate prin răcire rapidă din topitură, luând în considerare și condițiile de tratament și măcinare. Aceste analize microstructurale au fost corelate cu analize structurale prin difracție de raze X, măsurători magnetice și termomagnetice. Gradul de cristalinitate a pulberilor crește odată cu creșterea timpului de măcinare, cu precădere de la 4 ore spre 24 ore. Mediul de măcinare are influență de asemenea asupra gradului de cristalinitate. Imaginile UHR-TEM indică prezența unui număr însemnat de nanogăruți ($7\div 10\text{nm}$) dispersați în matrice amorfă reziduală în cazul unor pulberi obținute din bandă tratată la 420°C și măcinată în acid stearic, timp de 24 ore. În cazul benzilor tratate la 450°C și măcinate în acid stearic timp de 24 ore, imaginile HR-TEM indică o creștere a dimensiunilor nanogăruților ($12\div 18 \text{ nm}$), în timp ce pulberile obținute din bandă tratată la 420°C și măcinată în acid oleic timp de 24 ore conțin nanogăruți cu dimensiuni cuprinse în domeniul $8\div 20 \text{ nm}$. Din benzile tratate la 450°C se obțin pulberi cu nanogăruți având dimensiuni mai mari (ex. $12\div 28 \text{ nm}$). Din analiza rezultatelor obținute s-a constatat că acidul stearic este cel mai eficient mediu de măcinare în ceea ce privește menținerea structurii cristaline a benzii tratate și inhibarea creșterii necontrolate a găruților cristalini.

- **Faza 3/2014: Evidențierea structurilor atomice locale și a interacțiunilor magnetice dintre acestea în materiale cu structuri de tip "glassy" din sistemul Fe-Cr-Nb-B.**

În cadrul Fazei 3/2014 s-a realizat un studiu complex asupra distribuției clusterilor de atomi de Fe și/sau Cr în funcție de conținutul de Cr din benzile de Fe-Cr-Nb-B și influența acestora asupra interacțiunilor magnetice locale. Comportamentul magnetic al aliajelor Fe-Cr depinde de concentrația de Cr și de temperatura de aliere a aliajului binar. Aliajele $\text{Fe}_{79,7-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ ($x = 11\div 13 \text{ at.}\%$) au fost obținute prin topire în arc electric, din care apoi au fost preparate benzi cu grosimi de $20\text{-}25 \mu\text{m}$ și lățimi de $2\text{-}3 \text{ mm}$. Microstructura benzilor a fost studiată prin microscopie electronică de transmisie de rezoluție ultraînaltă (UHR-TEM) la tensiuni de accelerare de 200 kV . Structura benzilor, evidențiată prin tehnica difracției de electroni pe arie selectată (SAED), este amorfă. Investigarea distribuției atomilor de Fe și Cr în matricea amorfă s-a făcut utilizând maparea EDX (difracție de raze X cu dispersie după energie). Utilizând această tehnică a fost evidențiată, în structura amorfă a benzilor, prezența nanoclusterilor de Cr cu următoarele dimensiuni: aproximativ 1 nm pentru $x=1 \text{ at.}\%$ și aproximativ 3 nm pentru $x=13 \text{ at.}\%$. Dimensiunea clusterelor de Fe scade odată cu creșterea dimensiunii clusterilor de Cr. Pentru $x=13 \text{ at.}\%$, dimensiunea celor două tipuri de clustere ajunge să fie egală. Din măsurători magnetice s-a constatat că o creștere a concentrației de Cr determină o scădere a valorii temperaturii Curie (T_c) a benzilor din aliaj Fe-

Cr-Nb-B ca efect a scăderii interacțiunilor magnetice dintre clustere. Prezența Cr în aliaj conduce la reducerea tăriei interacțiunilor Fe-Fe și Fe-Cr. Ciclurile de histerezis indică un comportament superparamagnetic pentru $x=11,5$ at.% și 12 at.% Cr, la 350K, și pentru $x = 13$ at.% Cr, la 300 K. T_c a clusterelor scade cu reducerea concentrației de Fe. Valoarea T_c a clusterilor este dublă față de T_c a sistemului, indicând astfel că cele mai multe interacțiuni dintre atomii de Fe sunt de tip feromagnetic.

- **Faza 4/2014: Studiu privind posibilitatea obținerii de senzori magnetorezistivi pe bază de structuri multistrat, cu sensibilitate ridicată și aplicații în medicină și inginerie.**

În cadrul fazei 4/2014 s-a realizat un studiu asupra influenței compoziției și grosimii straturilor subțiri constituite ale unor structuri multistrat de tip valvă de spin asupra caracteristicilor magnetorezistive (MR) ale acestora. Aceste structuri magnetorezistive cu dimensiuni micro/nanometrice au fost realizate în scopul utilizării lor ca senzori magnetorezistivi cu sensibilitate ridicată în aplicații medicale și în inginerie. Au fost realizate o serie de structuri multistrat magnetorezistive tip valvă de spin urmărind creșterea magnetorezistenței și scăderea câmpului coercitiv al stratului feromagnetic liber prin modificarea compoziției și grosimii straturilor componente. Inițial s-a studiat efectul naturii stratului tampon (stratul dintre suport și structura multistrat), în următoarea configurație Ta(y)/Ru(x)/CoFe(3)/IrMn(20)/CoFe(3)/Cu(3)/CoFe(3)/NiFe(5)/Ta(5nm) ($y=5$ nm și 10 nm; $x = 0,5$ nm și 10 nm), unde cifrele reprezintă grosimea straturilor în nanometri (nm). Prezența stratului tampon de Ru are efect negativ asupra MR, în timp ce reducerea stratului de Ta de la 10 nm la 5 nm conduce la creșterea MR de la 3,85% la 4,15%. S-a studiat apoi influența grosimii stratului feromagnetic liber - stratul dublu de CoFe/NiFe. Pentru combinația CoFe(2nm)/NiFe(7nm) s-au obținut valori optime ale MR de 4,13% și ale câmpului coercitiv de 19 Oe. Pe baza acestei structuri s-au microfabricat elemente magnetorezistive cu lungimea de 100 μ m și lățimea de 2 μ m, utilizând tehnica litografierii cu fascicul de electroni și litografierii cu fascicul laser (pentru contacte). S-a obținut astfel un senzor magnetorezistiv cu sensibilitatea de 0,22 mV/Oe.

Proiect PN 09 - 43 01 04 / Fenomene și procese fizice în metamateriale 1D și 2D cu aplicații în radiofrecvență; dezvoltarea de senzori și tehnici neinvazive bazate pe acestea.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 09 - 43 01 04 desfășurate în anul 2014 s-au derulat în cadrul a 2 faze, după cum urmează:

- **Faza 1/2014: Modelarea funcționării unor senzori cu metamateriale bazați pe structuri multiple în regim de joasă frecvență.**

În cadrul activităților desfășurate în Faza 1/2014 s-a investigat o gamă de materiale anizotrope - la care una dintre componentele permitivității dielectrice are semn opus față de cealaltă. Aceste materiale suportă propagarea unor moduri care în mod normal sunt evanescente; ele sunt capabile să colecteze și să transfere câmpul apropiat. S-a pus la punct un procedeu de extragere a parametrilor unui mediu efectiv obținut prin algoritmi de regularizare pentru a putea proiecta lentile cu metamateriale. Aproximația mediului efectiv utilizată este valabilă deoarece dimensiunea elementelor de metamaterial este mult mai mică decât lungimea de undă a radiației incidente. A fost stabilită metoda de evaluare a intensificării anumitor frecvențe din spectrul electromagnetic utilizat, folosind în acest scop un software de simulare adecvat. În baza datelor de proiectare obținute prin simulare a fost testată posibilitatea de a realiza un model de lentilă electromagnetică cu metamateriale bazată pe structuri multiple. Acest model, cu celule unitate în formă de U, reprezintă un nou tip de metamaterial dezvoltat în cadrul proiectului și care urmează să fie brevetat. Cu ajutorul unui cod de simulare FDTD a fost simulat și analizat comportamentul metamaterialului de tip celule U-shape și s-a demonstrat capabilitatea de transmisie a lentilei.

- **Faza 2/2013: Structuri planare multiple cu metamateriale pentru monitorizarea integrității structurale.**

În cadrul activităților desfășurate în Faza 2/2014 s-au testat structuri planare multiple cu metamateriale care pot servi ca bază pentru construcția de senzori tensiune/deformare în condițiile cuplării cu un element sensibil la solicitare - tensiune. Rezultatele simulării comportamentului metamaterialului de tipul U-shape multiplu, utilizând codul XFDTD, au demonstrat capabilitatea de a obține răspunsuri reproductibile ale obiectului examinat și au pus în evidență posibilitatea realizării de configurații care să măsoare și tensiuni/deformări bi-dimensionale. S-a analizat comportamentul rezonant al unei astfel de structuri. S-a demonstrat că acesta poate prezenta, aproape de frecvența de rezonanță, o permeabilitate magnetică pozitivă de valori mari (U-shape este confecționat din Cu depus pe un suport dielectric) în timp ce la frecvențe mai mari decât cea de rezonanță prezintă o permeabilitate magnetică negativă. S-au realizat și testat transductori electromagnetici pentru detecție solicitare - tensiune, utilizând senzori U-shape formați din două sau mai multe elemente din metamateriale, care pot fi montați în timpul fabricației subansamblului astfel încât prezența lor să nu influențeze starea de tensiuni remanente a subansamblului.

Proiect PN 09 -43 02 01/ Interacțiuni magnetice și transformări de fază în magneți permanenți nanocompoziți izotropi și anizotropi.

Activitățile de cercetare din cadrul proiectului PN 09 43 02 01 derulate în cursul anului 2014 au fost dezvoltate în cadrul a 3 faze distincte și anume:

- **Faza 1/2014: Studii privind influența compoziției și grosimii stratului 'buffer' și efectului de stratificare asupra proprietăților magnetice și mecanice ale straturilor de NdFeB cu anizotropie perpendiculară.**

În cadrul Fazei 1/2014 au fost preparate straturi subțiri magnetice dure cu anizotropie magnetică perpendiculară, în varianta 'single layer': Ta(40)/NdFeB(540)/Ta(20), Ta(40)/Mo(40)/NdFeB(540)/Mo(20), Mo(40)/NdFeB(540)/Mo(20) și Ni(t)/Mo(40)/NdFeB(540)/Mo(20) și straturi magnetice dure în varianta 'multilayer' Ni(t)/Mo(40)/[NdFeB/Mo] $\times$ 3/Mo(20) cu diferite grosimi 't' ale stratului 'buffer layer' de Ni, utilizând următoarea modalitate de procesare: depunerea stratului 'buffer layer' pe suport menținut în timpul depunerii la temperatura camerei (TC); depunerea stratului magnetic pe bază de Nd-Fe-B pe ansamblul Si/'buffer layer' menținut în timpul depunerii la temperatura de 470°C; depunerea stratului 'capping layer' pe ansamblul Si/'buffer layer',/NdFeB, menținut în timpul depunerii la TC; tratarea termică în vid înalt a sistemului Si/'buffer layer'/NdFeB/'capping layer' la temperatura de 550°C, timp de 20 minute. Caracteristicile magnetice și mecanice ale straturilor pe bază de Nd-Fe-B depind puternic de natura și grosimea stratului 'buffer layer'. În comparație cu straturile de Ta sau Ta/Mo, utilizate ca 'buffer layers', stratul de Mo este mult mai eficient în procesul de nucleere a grăunților de fază dură Nd₂Fe₁₄B având axa c perpendiculară la planul stratului. S-a utilizat suplimentar un strat de Ni cu grosimea de 10 nm ca strat 'buffer layer', alături de stratul de Mo, și acest fapt a condus la îmbunătățirea aderenței mecanice la suportul de Si a sistemului magnetic Ni(10)/Mo(40)/NdFeB(540)/Mo(20). Împărțirea stratului de Nd-Fe-B într-o succesiune de trei 'bilayers' NdFeB(180)/Mo(5nm) cu ajutorul straturilor 'interlayer' de Mo având grosimea optimă de 5 nm a condus la o creștere suplimentară a valorilor câmpului coercitiv de la 9 kOe la 15,5 kOe și la o îmbunătățire a remanenței magnetice perpendiculare de la 0,91 la 0,99.

- **Faza 2/2014: Studiul evoluției stabilității termice și a comportării magnetice a magneților hibridi Nd₂Fe₁₄B/3:29 și Nd₂Fe₁₄B/SmCo, în funcție de raportul celor două faze principale.**

În cadrul Fazei 2/2014 au fost preparate și caracterizate magnetic și structural două tipuri de magneți permanenți hibridi și anume: Nd₂Fe₁₄B/3:29 [R₃(Fe,M)₂₉ - cu R = Ce, Pr, Nd, Sm., sau combinații ale acestora; M= Ti, Mo, V, Cr și Mn]; Nd₂Fe₁₄B/SmCo. Inițial au fost preparate benzi amorfe cu următoarele compoziții: Nd₁₂Fe₈₂B₆ (proba B1); Nd_{9,375}Fe_{59,0625}Co_{25,3125}Ti_{6,25} (proba B2); Sm(Co_{0,74}Fe_{0,1}Cu_{0,12}Zr_{0,04})₈ (proba B3). Benzile amorfe au fost tratate termic după cum urmează: la 630°C pentru B1 și la 650°C pentru B2, timp de 20 minute; la 850°C pentru B3, timp de 3 ore. Benzile astfel tratate au fost măcinate mecanic și au fost amestecate astfel: Nd₂Fe₁₄B/3:29 (90/10; 85/15; 80/20, masic %); Nd₂Fe₁₄B/SmCo (90/10; 85/15; 80/20; 50/50; 25/75, masic %). Coeficienții de temperatură ai inducției remanente și coercitivității, precum și produsul energetic (BH)_{max}, scad cu scăderea conținutului de NdFeB din conținutul ambelor tipuri de magneți hibridi. Scăderea valorilor parametrilor magnetici cu creșterea temperaturii până la 200°C sunt mai mici la magneții hibridi, comparativ cu cei pe bază de NdFeB.

- **Faza 3/2014: Efectul parametrilor tehnologici asupra caracteristicilor structurale, morfologice și magnetice ale firelor de Nd-Fe-B obținute prin răcire rapidă din topitură în strat de răcire în rotație.**

În Faza 3/2014 s-a stabilit modul în care parametrii tehnologici de preparare a microfiredelor de Nd-Fe-B influențează caracteristicile structurale, morfologice și magnetice ale acestor materiale obținute prin răcire rapidă din topitură în strat de răcire în rotație. În cadrul acestei faze au fost preparate - pentru prima dată la nivel mondial - microfiredelor amorfe din aliaje cu următoarele compoziții: Nd_{4,5}Fe₇₇B_{18,5}; Nd₁₂Fe₈₂B₆; Nd₈Fe₈₆B₆. Microfiredelor obținute din primul aliaj au structura amorfă cu o temperatură de nanocristalizare la 580°C, în timp ce microfiredelor obținute din celelalte două aliaje indică în structură prezența unei cantități mici de fază 2:14:1 încorporată în matricea amorfă, și o temperatură de nanocristalizare cuprinsă în intervalul 620-650°C. Microfiredelor bifazice cu 4,5 at. % Nd au structură rafinată formată din grăunți cu dimensiunea de 50 nm înconjurați de o zonă bogată în Nd. După tratamentul la 690°C dimensiunea grăunților scade la 20-30 nm, apar grăunți de Fe alături de cei de Nd, iar câmpul coercitiv crește la 4,5 kOe. Pentru microfiredelor cu 12 at.% Nd, cantitatea de fază dură este mică fiind inhibată de prezența Nd la granița de grăunți, iar caracteristicile magnetice dure sunt reduse. Microfiredelor cu 8 at.% Nd, după tratamentul termic la 690°C, timp de 20 min., prezintă un câmp coercitiv de 1,65 kOe. Procesele de magnetizare în microfiredelor Nd-Fe-B sunt strâns legate de simetria cilindrică a microfiredelor și de microstructură. În timpul procesului de preparare, tensiunile induse în microfiredelor forțează grăunții cristalini să crească de-a lungul direcției axiale a microfiredelor inducându-se astfel o anizotropie uniaxială în lungul acestora. Din analiza rezultatelor prezentate se poate constata că microfiredelor de Nd-Fe-B cu 4,5 at.% Nd pot fi o alternativă de succes pentru aplicații specifice miniaturizării, inclusiv pentru cele care utilizează straturi subțiri de Nd-Fe-B.

Proiect PN 09 43 02 02/ Membrane poroase suport pentru creșterea de nanostructuri cu topologii complexe.

Activitățile de cercetare din cadrul acestui proiect derulate în cursul anului 2014 au fost dezvoltate în cadrul a 2 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza 1/2014: Realizarea de contacte electrice pe un singur nanofir multistrat din structuri complexe electrodepuse în membrane de Al₂O₃ cu nanopori de dimensiuni controlate.**

În cadrul Fazei 1/2014 s-au realizat depuneri electrochimice în nanoporii unor membrane poroase în vederea studiului proprietăților magnetice și de transport (magnetorezistență gigant, inversia magnetizării) a unui singur nanofir. Pentru măsurarea proprietăților magnetorezistive ale unui singur nanofir izolat a fost elaborată o metodă de realizare a contactului electric superior, contactul de la bază (inferior) al nanofirului făcându-se prin

intermediului unui strat de Au depus inițial pe o parte a membranei nanoporoase. Succesiunea operațiilor pentru realizarea contactului la partea superioară a nanofirului este următoarea: depunerea prin evaporare termică a unui strat de Au pe una din părțile membranei; depunerea electrochimică de nanofire multistrat de tipul NiF/Cu în nanoporii membranei; șlefuirea membranei, pe partea cu nanofire, cu o pastă de diamant; acoperirea membranei cu un strat izolator format din 30 nm Al_2O_3 și 500 nm SiO_2 ; depunerea peste stratul izolator a unui strat de Au (30-40 nm); formarea unei găuri prin corodare ionică în stratul izolator pentru descoperirea capătului unui nanofir; depunerea unui strat conductor de Pt cu ajutorul instalației FIB (Focused Ion Beam); depunerea unui strat de Au cu rol de contact superior al nanofirului; lipirea a două fire electrice la contactul superior de Au și la stratul de Au care constituie contactul inferior al nanofirului; eliberarea nanofirului de membrană prin corodare în KOH timp de 3 zile; separarea nanofirelor cu un magnet; spălarea nanofirului de mai multe ori cu apă distilată; lipirea cu pastă de Ag a nanofirului pe un suport; măsurarea proprietăților de magnetotransport. Au fost realizate și măsurate nanofire multistat $\text{NiFe}(50\text{nm})/\text{Cu}(10\text{nm})\times n$ izolate, cu diametrul de 200 nm. Valoarea magnetorezistenței unui nanofir izolat a fost de aproximativ 0,9 %.

- **Faza 2/2014: Obținerea de membrane poroase suport cu regiuni având densități și diametre ale nanoporilor diferite.**

În cadrul Fazei 2/2014 au stabilite condițiile experimentale pentru fabricarea unor membrane poroase din alumina având regiuni cu diferite densități și diametre ale nanoporilor care să permită depunerea localizată și controlată de nanofire în vederea utilizării pentru detecția de semnale proporționale cu diametrul nanofirelor electrodepusse în fiecare regiune. Inițial s-au stabilit parametrii experimentali necesari pentru a obține membrane cu pori având același diametru pe toată membrana și anume: 25 nm (prin anodizare în acid sulfuric), 50 nm (prin anodizare în acid oxalic) și respectiv 150 nm (prin anodizare în acid fosforic). Pentru fiecare dimensiune a diametrului nanoporilor au fost stabiliți parametrii experimentali specifici. În etapa următoare s-a trecut la ansamblarea celor trei regiuni, cu cele trei dimensiuni ale diametrelor nanoporilor, prin anodizări succesive pe aceeași foiță de aluminiu, cu schimbarea electrolitului. După metalizarea pe una din fețe, aceasta membrană având trei dimensiuni ale diametrelor nanoporilor va constitui suport pentru obținerea prin electrodepunere de nanofire cu trei diametre diferite. Aceste tipuri de materiale pot avea aplicații medicale.

Proiect PN 09 43 02 03/ Materiale magnetice compozite sub formă de fire multistrat (metal/sticlă/metal) cu comportare magnetică controlată.

Activitățile de cercetare din cadrul acestui proiect derulate în cursul anului 2014 au fost dezvoltate în cadrul a 2 faze, după cum urmează:

- **Faza 1/2014: Studiul efectului trefilării, a tensiunilor mecanice de întindere și a temperaturii asupra comportării magnetice a firelor precursore materialelor compozite de tip $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})/\text{Ta}, \text{Nb}$.**

În cadrul Fazei 1/2014 au fost stabiliți parametrii optimi de preparare a unor materiale noi, inteligente de tipul firelor compozite $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})\text{B}$. În cadrul acestei faze a fost studiat răspunsul firelor compozite la acțiunea simultană a factorilor mecanici, termici și magnetici. Pentru realizarea firelor compozit, pe circumferința firelor având compoziția $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}(\text{Ta}, \text{Nb})_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%), cu diametrul miezului metalic de 80 μm sau 50 μm , obținute prin tragerea la rece (trefilare) a microfiredor as-cast cu diametrul de 170 μm preparate prin răcire rapidă din topitură, s-a depus în vid prin pulverizare în câmp de radiofrecvență straturi de Ti sau Ta cu grosimea de până la 1 μm . Trefilarea firelor conduce la deteriorarea caracteristicilor de material magnetic moale. Probele au fost tratate termic la 800°C, timp de 1 oră. Acest tratament termic induce o transformare de tip martensită-austenită, cu comportament bifazic ca rezultat a formării fazelor $\text{Al}(\text{Ni}/\text{Co})\text{Ta}$ în matricea de bază, relevat de măsurătorile magnetice. În cazul firelor trefilate până la 50 μm se observă un efect de creștere a câmpului coercitiv - comportare specifică materialelor magnetice semi-dure. Acoperirile de Ta sau Ti nu au modificat semnificativ comportarea magnetică a acestor fire compozite comparativ cu cea a firelor simple. Materialele compozite (fir acoperit cu materiale metalice sau polimerice biocompatibile) pot avea potențiale aplicații în microchirurgie.

- **Faza 2/2014: Studiul efectului depunerilor de Ta și Nb și de biopolimeri asupra proprietăților magnetice ale firelor $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})\text{B}$ după trefilare și tratamente termice.**

În cadrul Fazei 2/2014 s-a studiat efectul depunerilor de Ta, Nb sau biopolimeri, utilizate ca acoperiri biocompatibile, asupra proprietăților magnetice ale firelor $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})\text{B}$ după trefilare și tratamente termice aplicate în vederea obținerii efectului superelastic, pe de o parte, a unor caracteristici magnetice excelente, pe de altă parte, care să conofere multifuncționalitate, prin răspuns rapid, dimensiuni mici, și fiabilitate, pentru aplicații în medicină. Realizarea firelor compozite multistrat (compozit *material magnetic cu memoria formei/acoperiri Ta, Nb, biopolimer*) a constat în prepararea a 3 seturi de probe: 2 probe prin depunerea în vid prin pulverizare în câmp de radiofrecvență a unor straturi de Ta sau Nb cu grosimi de până la 1 μm și 1 probă prin depunerea unui polimer (chitosan), pe toată circumferința microfiredor având compozițiile $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Ta}_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%) și $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Nb}_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%), cu diametrul miezului metalic de până la 50 μm , obținute prin tragerea la rece (trefilare) a microfiredor as-cast cu diametrul de aprox. 200 μm , preparate anterior prin răcire rapidă din topitură în strat de apă în rotație. Utilizând tehnica de difracție de raze X

a fost evidențată formarea fazei γ' (picul de difracție (111)), responsabilă de apariția efectului superelastice după tratamentele termice aplicate microfiredelor la 800°C, 1 oră. Din măsurătorile magnetice rezultă că depunerile de Nb, Ta sau chitosan nu modifică semnificativ comportarea magnetică a microfiredelor magnetice de FeNiCoAlTaB și FeNiCoAlNbB. În ceea ce privește toxicitatea, chitosanul produce efecte minime fiind considerat ca material sigur în aplicații „in vivo”.

2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Valoare (mii lei)		Nr. personal CD	
			Total	2014	Total	Studii superioare
01	3	0	13.372.764	3.272.037	53	47
02	2	0	15.316.100	2.199.898		
Total:	5	0	29.552	5.471.935		

2.3. Situatia centralizata a cheltuielilor privind programul nucleu MAGMATMAG PN 09 43

Cheltuieli – lei

Categorii de cheltuieli	Estimate	Efectuate
I. Cheltuieli directe	2.288.068	2.245.418
1. Cheltuieli de personal, din care	1.898.468	1.882.702
1.1. Cheltuieli cu salariile	1.749.968	1.738.491
1.2. Alte cheltuieli de personal, din care:	148.500	144.211
a) deplasări în țară	1.500	3.843
b) deplasări în străinătate	147.000	140.368
2. Cheltuieli materiale și servicii, din care:	389.600	362.716
2.1. Materii prime și materiale	237.100	204.349
2.2. Lucrări și servicii executate de terți	152.500	158.367
II. Cheltuieli Indirecte: Regia	2.195.047	2.207.813
III. Dotări independente și studii pentru obiective de investiții proprii, din care:	988.820	1.018.704
1. Echipamente pentru cercetare-dezvoltare	852.720	961.228
2. Mobilier și aparatură birotică	0	0
3. Calculatoare și echipamente periferice	136.100	57.476
TOTAL (I+II+III)	5.471.935	5.471.935

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

În Programul NUCLEU (MAGMATMAG PN 09 43) au fost dezvoltate activități de cercetare complexe în cadrul a **6 proiecte**. Obiectivele prevăzute în cadrul celor **18 faze** derulate în anul 2014 au fost îndeplinite în totalitate, obținându-se următoarele rezultate:

- un studiu asupra efectului dinamicii magnetizării în rețele de microfired magnetice acoperite cu sticlă asupra absorbției selective în domeniul frecvențelor înalte.
- un studiu detaliat al efectului pe care îl are modificarea „in situ” a grosimii sticlei asupra vitezei de deplasare a pereților de domenii magnetice din microfired cu magnetostricțiune nulă având compoziția $\text{Co}_{68,1}\text{Fe}_{4,34}\text{Si}_{12,48}\text{B}_{14,98}\text{Mn}_{0,1}$.
- un studiu complex privind procesele de magnetizare dinamică în microfired nanocristaline de tip FINEMET ($\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$) în funcție de diametrul și microstructura microfiredelor.
- un studiu privind efectul tensiunilor mecanice elastice (întindere, torsiune) asupra dinamicii magnetizării în microfired amorf/nanocristaline pe bază de FeCuNbSiB.
- realizarea de condensatori electrice pe bază de microfired metalice acoperite cu sticlă, cu capacitate ridicată.
- determinarea dimensiunilor micro- și nanopulberilor din aliaje având compozițiile $\text{Fe}_{66,7}\text{Ta}_{13}\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ și $\text{Fe}_{62,7}\text{Ti}_{17}\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$, obținute prin măcinarea mecanică a benzilor, timpi diferiți cuprinși între 1 și 150 ore, prin difracție de raze X combinată cu măsurători ale suprafeței specifice BET și cu analize morfologice prin microscopie electronică de baleiaj - SEM, funcție de condițiile de tratament și măcinare.
- un studiu de caracterizare morfologică prin microscopie UHR-TEM combinată cu tehnicile de analiză compozițională și structurală EELS, EDX, difracție de electroni și EBSD, a firelor magnetostrictive pe bază de $\text{Fe}_{1-x}\text{Ga}_x$ ($x=15, 17,5; 19,5; 21; 22,5; 25; 28$) preparate prin tehnica răcirii rapide din topitură în strat de apă în rotație, cu lungimi de ordinul centimetrelor și cu diametre cuprinse între 100 și 250 μm .

- un studiu complex privind distribuția clusterilor de atomi de Fe și/sau Cr în funcție de conținutul de Cr din benzile realizate din aliajele $\text{Fe}_{79,7-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ ($x = 11 \div 13$ at.%) și influența acestora asupra interacțiunilor magnetice locale.
- un studiu privind influența naturii și grosimii straturilor subțiri constitutive ale unor structuri multistrat tip valvă de spin asupra caracteristicilor magnetorezistive.
- un senzor magnetorezistiv cu sensibilitatea de 0,22 mV/Oe cu posibile aplicații în medicină și inginerie.
- un model de funcționare a unor senzori cu metamateriale bazați pe structuri multiple folosind metoda de evaluare a intensificării anumitor frecvențe din spectrul electromagnetic utilizând un software de simulare adecvat.
- 1 model experimental de senzor cu structuri planare din metamateriale.
- o activitate de simulare a comportamentului metamaterialului de tip *celule U - shape* cu ajutorul unui cod de simulare FDTD prin care se demonstrează capabilitatea de transmisie a lentilei realizată din metamateriale.
- testarea posibilității ca structurile planare multiple cu metamateriale să poată servi ca bază pentru construcția unor senzori de tensiuni sau deformări mecanice bi-dimensionale.
- un studiu asupra preparării și caracterizării magnetice și mecanice a straturilor subțiri magnetice dure cu anizotropie magnetică perpendiculară $\text{Ni(t)/Mo(40)/[NdFeB/Mo]x3/Mo(20)}$ cu diferite grosimi 't' ale stratului 'buffer layer' de Ni, cu scopul de a le îmbunătăți aderența la suport.
- prepararea și caracterizarea magnetică și structurală a două tipuri de magneți permanenți hibridi: $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (cu adaosuri)/3:29 și $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\text{SmCo}$, pentru care s-au studiat de asemenea coeficienții de temperatură ai inducției remanente și coercitivității, precum și produsul energetic $(\text{BH})_{\text{max}}$.
- un studiu privind efectul parametrilor tehnologici asupra caracteristicilor structurale, morfologice și magnetice ale firelor de Nd-Fe-B obținute prin răcire rapidă din topitură în strat de fluid de răcire în rotație.
- un studiu privind proprietățile magnetice și de transport (magnetorezistență gigant, inversia magnetizării) a unui nanofir izolat realizat prin depunere electrochimică în nanoporii unei membrane poroase.
- un studiu asupra parametrilor experimentali necesari obținerii de membrane cu pori având diametre diferite: 25 nm (prin anodizare în acid sulfuric), 50 nm (prin anodizare în acid oxalic) și respectiv 150 nm (prin anodizare în acid fosforic).
- un studiu privind răspunsul firelor acoperite cu sticlă având compoziția $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Ta}_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%), cu diametrul miezului metalic de 80 μm sau 50 μm , pe suprafața cărora s-a depus în vid straturi de Ti și Ta cu grosimea de până la 1 μm , la acțiunea simultană a factorilor mecanici, termici și magnetici, în vederea utilizării acestor materiale în microchirurgie.
- un studiu privind efectul depunerilor de Ta, Nb sau biopolimeri (chitosan) asupra proprietăților magnetice ale firelor FeNiCoAl(Ta,Nb)B după trefilare și tratamente termice aplicate la 800°C, timp de 1 oră.

4. Prezentarea rezultatelor

4.1. Rezultate concretizate în studii, proiecte prototipuri (produse), tehnologii, alte rezultate (inclusiv fila de catalog a produsului, tehnologiei sau serviciului – după [modelul anexat](#)):

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului (studiu proiect, prototip, tehnologie, etc., alte rezultate)	Efecte scontate
Proiect PN 09 - 43 01 01/ Studiul dinamicii comutării ultrarapide a magnetizării în microfire feromagnetice amorse pentru aplicații în spintronică	Studii: 7 • studiul dinamicii magnetizării în rețele de microfire magnetice acoperite cu sticlă asupra absorbției selective în domeniul frecvențelor înalte • studiu privind efectul de modificare 'in -situ' a grosimii sticlei asupra vitezei de deplasare a pereților de domenii magnetice din microfire $\text{Co}_{68,1}\text{Fe}_{4,34}\text{Si}_{12,48}\text{B}_{14,98}\text{Mn}_{0,1}$ cu magnetostricțiune nulă • studiul distribuției clusterilor de atomi de Fe și/sau Cr în funcție de conținutul de Cr din benzile realizate din aliajele $\text{Fe}_{79,7-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ ($x = 11 \div 13$ at.%) și influența acestora asupra interacțiunilor magnetice locale • procesele de magnetizare dinamică în microfire nanocristaline de tip FINEMET ($\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$) în funcție de diametrul și microstructura microfirelor • studiul efectului tensiunilor mecanice elastice	Studiile asupra influenței grosimii firului metalic și grosimii sticlei asupra dinamicii magnetizării în rețele de microfire sau microfire acoperite cu sticlă și asupra vitezei pereților de domenii oferă posibilități multiple de identificare a noi aplicații pentru participarea în parteneriat la competiții de proiecte naționale și internaționale de cercetare complexă.

	(întindere, torsiune) asupra dinamicii magnetizării în microfire amorse/nanocristaline pe bază de FeCuNbSiB • studiul influenței proceselor fizice care au loc la interfața metal-sticlă-metal asupra capacității electrice a microfirelor metalice acoperite cu sticlă • studiul dependenței capacității electrice a microfirelor metalice acoperite cu sticlă de caracteristicile geometrice ale acestora.	
	Produse: 3 • microfire magnetice cu diametre diferite ale miezului metalic • microfire magnetice acoperite cu sticlă având diferite grosimi ale învelișului de sticlă • condensator electric pe bază de microfire metalice acoperite cu sticlă, cu capacitate ridicată.	
Proiect PN 09 - 43 01 02/ Noi tehnici de caracterizare structurală, topologică, morfologică și compozițională a sistemelor de nanomateriale și nanostructuri.	Studii: 4 • studiu privind evidențierea ariei întregranulare în micro și nanopulberi magnetice aglomerate utilizând difracția de raze X și măsurătorile BET de determinare a suprafețelor specifice • studiu asupra evoluției microstructurii în pulberi nanocristaline de tip FINEMET, în funcție de condițiile de tratament și de măcinare utilizând tehnicile de microscopie electronică TEM/STEM • studiu complex privind distribuția clusterilor de atomi de Fe și/sau Cr în funcție de conținutul de Cr din benzile $\text{Fe}_{79,7-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ ($x = 11 \div 13$ at.%) și influența acestora asupra interacțiunilor magnetice locale • studiu privind influența compoziției și a grosimii straturilor subțiri constituente ale unor structuri multistrat de tip valvă de spin asupra caracteristicilor magnetorezistive. Produs: 1 • senzor magnetorezistiv cu sensibilitatea de 0,22 mV/Oe, cu posibile aplicații în medicină și inginerie.	Utilizarea microscopiei electronice de transmisie de rezoluție ultraînaltă și a difracției de electroni permite obținerea de informații complexe asupra morfologiei, structurii și compoziției unor tipuri noi de micro și nanomateriale care vor constitui obiective pentru proiecte naționale și/sau internaționale de cercetare aplicativă.
Proiect PN 09 - 43 01 04 / Fenomene și procese fizice în metamateriale 1D și 2D cu aplicații în radio-frecvență; dezvoltarea de senzori și tehnici neinvazive bazate pe acestea.	Modele teoretice/Coduri numerice: 1/2 • model de funcționare a senzorilor cu metamateriale bazați pe structuri multiple folosind metoda de evaluare a intensificării anumitor frecvențe din spectrul electromagnetic utilizând un software de simulare adecvat • coduri de simulare FDTD și XFDTD pentru simularea comportamentului metamaterialului de tip celule <i>U-shape</i> și respectiv pentru evidențierea posibilității de realizare de configurații care să măsoare și tensiuni/deformări bi-dimensionale. Produse: 1 • 1 model experimental de senzor cu structuri planare din metamateriale.	Participarea la propunerea de proiecte științifice cu finanțare externă în cadrul programului ERA.NET. Participarea la proiecte de cooperare bilaterală.
Proiect PN 09-43 02 01/ Interacțiuni magnetice și transformări de fază în magneți permanenți nanocompoziți izotropi și anizotropi.	Studii: 3 • studiu privind influența naturii și grosimii stratului 'buffer' și a stratificării stratului de NdFeB asupra proprietăților magnetice și mecanice ale acestora în variantele 'single layer' și 'multilayer' • studiu asupra îmbunătățirii coeficienților de temperatură a caracteristicilor magnetice prin	Obținerea de materiale electrotehnice pentru aplicații tehnologice 'high tech': sisteme MEMS, micro componente electrotehnice pentru sisteme 'harvesting',

	stabilirea valorii optime a raportului fazelor principale ale magneților hibridi $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/3:29$ și $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\text{SmCo}$ • studiu privind efectul parametrilor tehnologici asupra caracteristicilor structurale, morfologice și magnetice ale firelor de NdFeB obținute prin răcire rapidă din topitură. Materiale: 2 • magneți permanenți de tip $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/3:29$ • magneți permanenți planari cu anizotropie perpendiculară de tip multistrat $\text{Mo}(40\text{nm})/[\text{NdFeB}(180\text{nm})/\text{Mo}(5\text{nm})] \times 3/\text{Mo}(20\text{nm})$.	etc. Participarea la proiecte științifice cu finanțare externă în programul FP7. Participarea la proiecte naționale și internaționale de cooperare bilaterală.
Proiect PN 09 43 02 02/ Membrane poroase suport pentru creșterea de nanostructuri cu topologii complexe.	Studii: 1 • studiu complex asupra proprietăților magnetice și de transport (magnetorezistență gigant, inversia magnetizării) în cazul unui nanofir izolat realizat prin depunere electrochimică în nanoporii unei membrane poroase. Produse: 1 • membrană cu pori având diametre diferite: 25 nm (prin anodizare în acid sulfuric), 50 nm (prin anodizare în acid oxalic) și respectiv 150 nm și 350 nm (prin anodizare în acid fosforic).	Obținerea de nanomateriale sub formă de nanofire pentru micro și nanodispozitive în vederea participării la proiecte de naționale și internaționale de cercetare complexă realizate în parteneriat
Proiect PN 09 43 02 03/ Materiale magnetice compozite sub formă de fire multistrat (metal/sticlă/metal) cu comportare magnetică controlată.	Studii: 2 • studiul efectului trefilării, a tensiunilor mecanice de întindere și a temperaturii asupra comportării magnetice a firelor compozite de tip $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})/\text{Ta}, \text{Nb}$ • studiul efectului depunerilor de Ta, Nb și biopolimeri asupra proprietăților magnetice ale firelor $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta},\text{Nb})\text{B}$ după trefilare și tratamente termice. Materiale: 1 • fire multistrat de $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}(\text{Ta}, \text{Nb})_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%) cu înveliș de sticlă, cu diametrul miezului metalic de 80 μm sau 50 μm, obținute prin trefilare, cu proprietăți superelastice, acoperite cu straturi subțiri de Ta, Nb sau biopolimeri (chitosan).	Obținerea de fire magnetice compozite super-elastice de tip $\text{FeNiCoAlTaB}/\text{Ta}$ pentru senzori magnetici utilizați în industria automotive, aeronautică și în medicină ca și catetere pentru ghidajul stenturilor în microchirurgia neurologică. Participarea la proiecte de cercetare naționale și internaționale realizate în parteneriat.

4.2. Valorificarea în producție a rezultatelor obținute:

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului	Utilizatori	Efecte socio-economice la utilizator
Proiect PN 09 - 43 01 01/ Studiul dinamicii comutării ultrarapide a magnetizării în microfire feromagnetice amorse pentru aplicații în spintronică	Studii: 5 • studii asupra influenței grosimii sticlei, efectului de trefilare, tratamentului termic și compoziției asupra dinamicii magnetizării și vitezei de deplasare a pereților de domenii în rețele de fire și microfire acoperite cu sticlă Produse: 3 • microfire magnetice amorse / nanocristaline cu diferite diametre ale firului metalic • microfire magnetice acoperite cu sticlă cu diferite grosimi ale învelișului de sticlă • condensator electric cu	• INCDFE-IFT Iași • industria electronică și tehnica de calcul	Cunoștințe avansate privind dinamica magnetizării și viteza de deplasare a domeniilor magnetice în rețele de fire și microfire acoperite cu sticlă, cu importanță practică în domeniul componentelor electrotehnice avansate și a elementelor de logică.

	capacitate ridicată pe bază de microfire metalice acoperite cu sticlă.		
Proiect PN 09 - 43 01 02/ Noi tehnici de caracterizare structurală, topologică, morfologică și compozițională a sistemelor de nanomateriale și nanostructuri.	Studii: 4 - studii asupra evoluției microstructurii, structurii de clusteri și compoziției microfirelor magnetice amorse /nanocristaline Produse: 1 - senzor magnetorezistiv cu sensibilitatea de 0,22 mV/Oe, cu posibile aplicații în medicină și inginerie. Produse livrate: 1 - microfire magnetice amorse (preparare și caracterizare morfologică, structurală și compozițională).	- INCDFT-IFT Iași - industria electronică și automotivă - medicină NDI Europe GmbH, Germania	Prepararea de micro-și nanomateriale avansate pentru aplicații industriale și medicale. Creșterea ofertei de materiale magnetice cu structuri speciale livrate de INCDFT-IFT Iași.
Proiect PN 09 - 43 01 04 / Fenomene și procese fizice în metamateriale 1D și 2D cu aplicații în radiofrecvență; dezvoltarea de senzori și tehnici neinvazive bazate pe acestea.	Produse: 1 1 model experimental de senzor cu structuri planare din metamateriale.	INCDFT-IFT Iași	Dezvoltarea de studii teoretice și metamateriale pentru senzori bazați pe structuri multiple și pentru lentile electro-magnetice.
Proiect PN 09 - 43 02 01/ Interacțiuni magnetice și transformări de fază în magneți permanenți nanocompoziți izotropi și anizotropi.	Produse: 1 magneți permanenți de tip $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/3:29$ sub formă de inele și discuri cu diferite diametre (milimetrice).	- INCDFT-IFT Iași - industria electronică și electrotehnică - SC ROFEP SA Urziceni /potențial utilizator.	Realizarea de <i>magneți permanenți</i> pentru componente utilizate în sisteme electro-tehnice și de tip MEMS pentru industria electronică, electrotehnică și automotivă.
Proiect PN 09 43 02 02/ Membrane poroase suport pentru creșterea de nanostructuri cu topologii complexe.	Produse: 2 - nanofire izolate realizate prin depunere electrochimică în porii unei membrane nanoporoase - membrană cu pori având diametre diferite: 25 nm, 50 nm și respectiv 150 nm.	- INCDFT-IFT Iași, - microelectronica	Nanomateriale sub formă de nanofire pentru micro și nanodispozitive. Membrane nanoporoase cu diametre diferite ale porilor pentru obținerea unei rețele de nanofire având diferite diametre, pentru aplicații medicale.
Proiect PN 09 - 43 02 03/ Materiale magnetice compozite sub formă de fire multistrat (metal/sticlă/metal) cu comportare magnetică controlată.	Produse: 1 fire superelastice multistrat $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}(\text{Ta}, \text{Nb})_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%) cu înveliș de sticlă acoperite cu straturi subțiri de Ta, Nb sau chitosan	- INCDFT-IFT Iași - Industria automotivă și aeronautică, medicină.	Realizarea de senzori magnetici pentru industria automotivă, petrolieră și aeronautică. Realizarea de catetere pentru ghidajul stenturilor în microchirurgia neurologică.

4.3. Participarea la colaborări internaționale:

Nr.	Denumirea	<u>Țară și/sau CE</u>	Denumire proiect	Valoarea proiectului
-----	-----------	-----------------------	------------------	----------------------

crt.	programului internațional	unități colaboratoare		Valoare totală proiect	Valoare țară
1.	Cooperare bilaterală România - Slovacia 2013-2014	Facultatea de Electrotehnica Universitatea din Žilina, Slovacia	Spectroscopie rezonantă de ultrasunete - aplicații la evaluarea nedistructivă a unor proteze medicale	9.000 Euro	19.000 lei
2.	Cooperare bilaterală România - Grecia 2012-2014	Institute for Materials Science de la NCSR Demokritos Universitatea de Vest din Macedonia (UOWM)	Noi materiale avansate integrate pentru stocarea eficientă a hidrogenului - HYDROMAT, Contract nr. 572/14.06.2012	42.320 lei	16.624 lei
3.	Cooperare bilaterală Romania-Rusia (Dubna) 2013-2014	Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna	Materiale nanostructurate și nanomateriale	18.000 USD	9.000 USD
4.	Cooperare bilaterală Romania-Rusia (Dubna) 2013-2014	Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna	Acoperiri cu Zirconia a unor oțeluri austenitice	8000 USD	2000 USD

4.4. Articole (numai cele publicate în reviste cu referenți de specialitate):

Nr. crt.	Denumirea publicației	Titlul articolului
	- în țară:	
1.	<i>U.P.B. Sci. Bull. ISSN 1454-2331, Series , Vol., Iss. , Series A, Vol. 76, Iss. 4, 2014</i>	<i>Travelling Waves and Shapiro Steps in a Tumor-Growth Model</i> , Autori: Vasincu D., Buzea C. Gh., Agop M., Timofte D.
2.	<i>BUL. INST. POLITEHNIC din Iași, Tomul LX (LXIV), Fasc. 3, pp. 41-53, 2014.</i>	<i>Active Device for Internet of Things Using the Honeybee as Sensor</i> , Autori: Pantilimonescu F., Magdici M., Niculescu O., Buzea C Gh., Agop M.
3.	<i>BUL. INST. POLITEHNIC din Iași, Tomul LX (LXIV), Fasc. 3, pp. 67-75, 2014</i>	<i>New Tumor Evolution Model. Chaos and Self-Structuring</i> , Autori: Cobzeanu B M, Buzea C. Gh., Stana B.
	- în străinătate:	
1.	<i>IEEE Transactions on Magnetics</i> , vol. 50, Issue: 4 , Part: 1, Article Number: 2004504 DOI: 10.1109/TMAG.2013.2290534 Published: APR 2014	<i>Contact and Magnetoresistance Measurement of a Single NiFe/Cu Multilayer Nanowire Within a Template Nanowire Array</i> , Autori: Chiriac H., Dragos OG, Stoian G., Grigoras M., Lupu N.
2.	<i>Journal of Applied Physics</i> (acceptată pentru publicare)	<i>Tailoring the magnetic properties of new Fe-Ni-Co-Al-(Ta,Nb)-B superelastic rapidly quenched microwires</i> , Autori: Borza F., Lupu N., Chiriac H.
3.	<i>Journal of Applied Physics</i> (acceptată pentru publicare)	<i>Influence of Cr on the nanoclusters formation and superferromagnetic behavior of Fe-Cr-Nb-B glassy alloys</i> , Autori: Chiriac H., Whitmore L., Ababei G., Grigoraș M., Lupu N.
4.	<i>Journal of Applied Physics</i> (acceptată pentru publicare)	<i>Influence of cold drawing on the magnetic properties and GMI response of FINEMET nanocrystalline wires</i> ”, Autori Chiriac H., Corodeanu S., Donac A., Dobrea V., Ababei G., Stoian G., Lostun M., Óvári T.-A., Lupu N.
5.	<i>Journal of Applied Physics</i> (trimisă spre publicare)	<i>In-Rotating Liquid Spinning (INRILISP) NdFeB Amorphous and Nanocrystalline Microwires</i> , Autori: Chiriac H., Corodeanu S., Ababei G., Grigoraș M., Lupu N.
6.	<i>Romanian Reports in Physics</i> (trimisă pentru publicare)	<i>Annealing influence of on the structural and magnetic properties of Fe_{73.5} Cu₁Nb₃ Si_{13.5} B₉ powders</i> , Autori: Budeanu L., Chiriac H., Lupu N., Neagu M., Borza F.
7.	<i>Electromagnetic Nondestructive Evaluation (XVII), Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics</i> , 39, (July 2014) pag.3-10, DOI 10.3233/978-1-61499-407-7-3	<i>Electromagnetic Metamaterial Sensors for Structural Health Monitoring</i> , Autori: Grimberg R., Tian G.Y., Savin A., Steigmann R., Dobrescu G.S.
8.	<i>Proceedings of ASME 2014 12th Biennial</i>	<i>Metamaterial sensors for structural health monitoring</i> ,

	Conference on Engineering Systems Design and Analysis, Volume 2: Dynamics, Vibration and Control; Energy; Fluids Engineering; Micro and Nano Manufacturing, Copenhagen, Denmark, July 25–27, 2014, Paper No. ESDA2014-20596, pp. V002T07A027; 6 pages, ISBN: 978-0-7918-4584-4, doi:10.1115/ESDA2014-20596	Autori: Savin A., Steigmann R., Dobrescu G.S.
--	--	---

4.5. Cărți/capitole de cărți publicate:

Nr. ctr.	Titlul cărții/capitole de cărți	Editura	Autor principal
	- în țară:		
	- în străinătate:		
1.	Theoretical Concepts of Quantum Mechanics - book <i>Implications of the “Subquantum Level” in Carcinogenesis and Tumor Progression via Scale Relativity Theory - chapter</i>	InTech Europe Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croația	Daniel Timofte, Lucian Eva, Decebal Vasincu, Călin Gh. Buzea, Maricel Agop, Radu Florin Popa
2.	Theoretical Concepts of Quantum Mechanics – book <i>Implications of Quantum Informational Entropy in Some Fundamental Physical and Biophysical Models - chapter</i>	InTech Europe Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croația	Maricel Agop, Alina Gavriluț, Călin Gheorghe Buzea, Lăcrămioara Ochiuz, Dan Tesloianu, Gabriel Crumpei, Cristina Popa

4.6. Manifestări științifice:

Nr. crt.	Manifestări științifice	Număr de manifestări	Număr de comunicări
	a) congrese internaționale:	1	1
	<i>2nd National Congress of The FEDERATION of ROMANIAN CANCER SOCIETIES, Sinaia, 23-25 October, 2014.</i>	1	1
	b) simpozioane:		
	c) seminarii, conferințe	5	13
1.	<i>IEEE International Magnetism Conference, INTERMAG Europe 2014, Dresda, Germania, 4- 8 Mai 2014</i>	1	5, din care 2 lucrări prezentate oral
2.	<i>ASME 2014 12th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis (ESDA 2014), Copenhaga, Danemarca, 24-27 Iunie 2014</i>	1	1 lucrare prezentată oral
3.	<i>International Conference on Physics of Advanced Materials (ICPAM -10)</i>	1	3, din care 1 lecție invitată și 1 lucrare prezentată oral
5.	<i>59th Annual Magnetism and Magnetic Materials Conference - MMM 2014, Honolulu, Hawaii, 3-7 noiembrie 2014</i>	1	3, din care 1 lucrare prezentată oral
6.	<i>Conferințele Institutului Regional de Oncologie Iași - CONFER 2014, 27-30 November, Iași, 2014.</i>	1	1
	d) workshop/școli de vară:	2	2
1.	<i>IEEE Magnetism Society Chapter Romania Section, Iași, Romania, 13 iunie 2014</i>	1	1
2.	<i>Autumn School on Physics of Advanced Materials (PAMS-1) Iasi, 22-28 Septembrie, 2014</i>	1	1 lecție invitată

4.7. Brevete rezultate din tematica de cercetare:

Nr.	Specificație	Brevete înregistrate	Brevete acordate	Brevete vândute
-----	--------------	----------------------	------------------	-----------------

crt.		(nr.)	(nr.)	(nr.)
	- în țară:	-	-	-
	- în străinătate:			
	Total:	-	-	-

5. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:

Obiectivele propuse pentru a fi dezvoltate în cursul anului 2014 în cadrul celor **6 proiecte** finanțate în Programul NUCLEU (MAGMATMAG - PN 09 43) au fost îndeplinite în totalitate. Activitățile de cercetare dezvoltate în cadrul celor 6 proiecte finanțate în anul 2014 s-au desfășurat în bune condiții, cu următoarele rezultate:

- **11 articole publicate/acceptate pentru publicare/trimise pentru publicare** în reviste de specialitate din țară și din străinătate cotate/indexate ISI, din care: **6 articole** publicate (5 articole în reviste NON-ISI, 1 articol într-o revistă ISI), **3 articole** acceptate pentru publicare și **2 articole** trimise spre publicare la reviste indexate ISI.
- **2 capitole de cărți** publicate în cartea *Theoretical Concepts of Quantum Mechanics* - editată în străinătate.
- **16 lucrări științifice** comunicate, din care 2 lecții invitate și 5 lucrări prezentate oral, la **8 manifestări științifice internaționale și naționale cu participare internațională** (5 conferințe, 1 congres, 1 workshop, o școală de vară).
- **16 studii/analize**, referitoare la:
 - dinamica magnetizării în rețele de microfire magnetice acoperite cu sticlă asupra absorbției selective în domeniul frecvențelor înalte;
 - efectul de modificare „in situ” a grosimii sticlei asupra vitezei de deplasare a pereților de domenii magnetice din microfire $\text{Co}_{68,1}\text{Fe}_{4,34}\text{Si}_{12,48}\text{B}_{14,98}\text{Mn}_{0,1}$ cu magnetostricțiune nulă;
 - distribuția clusterilor de atomi de Fe și/sau Cr în funcție de conținutul de Cr din benzile realizate din aliajele $\text{Fe}_{79,7-x}\text{Cr}_x\text{Nb}_{0,3}\text{B}_{20}$ ($x = 11 \div 13$ at.%) și influența acestora asupra interacțiunilor magnetice locale;
 - procesele de magnetizare dinamică în microfire nanocristaline de tip FINEMET ($\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$) în funcție de diametrul și microstructura microfiredelor;
 - efectul tensiunilor mecanice elastice (întindere, torsiune) asupra dinamicii magnetizării în microfire amorse/nanocristaline pe bază de FeCuNbSiB ;
 - studiul influenței proceselor fizice care au loc la interfața metal-sticlă-metal asupra capacității electrice a microfiredelor metalice acoperite cu sticlă;
 - studiul dependenței capacității electrice a microfiredelor metalice acoperite cu sticlă de caracteristicile geometrice ale acestora;
 - evidențierea ariei integranulare în micro și nanopulberi magnetice aglomerate utilizând difracția de raze X și măsurătorile BET de determinare a suprafețelor specifice;
 - evoluția microstructurii în pulberi nanocristaline de tip FINEMET, în funcție de condițiile de tratament și măcinare utilizând tehnicile de microscopie electronică TEM/STEM;
 - influența compoziției și a grosimii straturilor subțiri constituite ale unor structuri multistrat de tip valvă de spin asupra caracteristicilor magnetorezistive;
 - influența naturii și grosimii stratului „buffer” și a stratificării stratului magnetic de NdFeB asupra proprietăților magnetice și mecanice ale acestora, în variantele „single layer” și „multilayer”;
 - îmbunătățirea coeficienților de temperatură a caracteristicilor magnetice prin stabilirea valorii optime a raportului fazelor principale ale magneților hibridi $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/3:29$ și $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\text{SmCo}$;
 - efectul parametrilor tehnologici asupra caracteristicilor structurale, morfologice și magnetice ale firelor de Nd-Fe-B obținute prin răcire rapidă din topitură;
 - proprietățile magnetice și de transport a unui nanofir izolat obținut prin depunere electrochimică în nanoporii unei membrane poroase;
 - efectul trefilării, a tensiunilor mecanice de întindere și a temperaturii asupra comportării magnetice a firelor compozite de tip $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta,Nb})/\text{Ta, Nb}$;
 - efectul depunerilor de Ta, Nb și bio-polimeri asupra proprietăților magnetice și elastice ale firelor $\text{FeNiCoAl}(\text{Ta,Nb})\text{B}$ după trefilare și tratament termic.

1/2 modele teoretice/coduri numerice:

- model de funcționare a unor senzori cu metamateriale bazați pe structuri multiple folosind metoda de evaluare a intensificării anumitor frecvențe din spectrul electromagnetic utilizând un software de simulare adecvat;
- coduri de simulare FDTD și XFDTD utilizate pentru simularea comportamentului metamaterialului de tip celule U - shape și respectiv evidențierea posibilității de realizare de configurații care să măsoare și tensiuni/deformări bi-dimensionale.
- **1 model experimental:**
 - 1 model experimental de senzor cu structuri planare din metamateriale.
- **8 produse/materiale/structuri noi:**
 - microfire magnetice cu diferite diametre ale firului metalic;

- microfire magnetice acoperite cu sticlă având diferite grosimi ale învelișului de sticlă;
- senzor magnetorezistiv cu sensibilitatea de 0,22 mV/Oe, cu posibile aplicații în medicină și inginerie;
- condensator electric pe bază de microfire metalice acoperite cu sticlă, cu capacitate ridicată;
- magneți permanenți de tip $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/3:29$ cu dimensiuni milimetrice;
- magneți permanenți planari cu anizotropie perpendiculară de tip multistrat $\text{Mo}(40\text{nm})/[\text{NdFeB}(180\text{nm})/\text{Mo}(5\text{nm})] \times 3/\text{Mo}(20\text{nm})$;
- membrană cu diferite diametre ale porilor: 25 nm, 50 nm și respectiv 150 nm și 350 nm.
- fire multistrat de $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}(\text{Ta}, \text{Nb})_{2,5}\text{B}_{0,05}$ (at.%) cu înveliș de sticlă, cu diametrul miezului metalic de 50 μm , obținute prin trefilare, cu proprietăți superelastice, acoperite cu straturi subțiri de Ta, Nb sau chitosan.

În anul 2014 activitatea de monitorizare a proiectelor din cadrul Programului NUCLEU (MAGMATMAG - PN 09 43) s-a desfășurat la timp și acest fapt a condus la o finanțare ritmică și la termen a activităților dezvoltate în cadrul celor 6 proiecte, ceea ce a condus la realizarea în totalitate, cu rezultate bune, a tuturor obiectivelor planificate.

DIRECTOR GENERAL,
Prof. Dr. Nicoleta LUPU

DIRECTOR DE PROGRAM,
Prof. Dr. Horia CHIRIAC

DIRECTOR ECONOMIC,
Maria POPESCU