

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 2017

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 vârf 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 propuneri 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 2017 în cadrul Programului Nucleu 3MAP - cod PN 16 - 37 s-au desfășurat în cadrul a **17 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 anul 2017 în cadrul a 3 faze, după cum urmează:

- **Faza nr.1/2017: Simularea comportamentului electromagnetic a SIMMs, proiectare model experimental SIMMs.**

În cadrul fazei nr. 1/2017 activitățile de cercetare desfășurate au condus la: proiectarea de structuri planare „celule unitare” pentru realizarea unui model experimental de senzori inteligenți cu metamateriale (SIMMs) pentru domeniul de frecvență 820-900 MHz; realizarea de structuri planare duble utilizabile ca senzori cu metamateriale, configurabili/reconfigurabili, utilizând tehnica litografierii cu fotorezist și iluminare în ultraviolet; proiectarea și realizarea ghiduri de undă coplanare pentru excitarea structurilor; realizarea fizică a ghidului de undă coplanar după multiple simulări numerice utilizând metoda FDTD; efectuarea de măsurători experimentale pe structurile realizate stabilind parametrii care asigură frecvența optimă de test; îmbunătățirea codului numeric cu varianta de calcul a efortului, pentru modelarea funcționării arhitecturilor semiregulare cu ligament simetric și antisimetric ca MM; dezvoltarea unei teorii care permite calculul parametrilor structurilor planare realizate.

- **Faza nr. 2.1/2017: Stabilirea condițiilor optime de testare a parametrilor SIMMs (ϵ , μ , Z , n).**

În cadrul Fazei nr. 2.1/2017 au fost realizate metamateriale (MMs) de tip planare din structuri cu elemente de tip arhitectură semiregulară cu ligament simetric și antisimetric (tip țesătură ,ochi de coș’) - SALSA, nestudiate până în prezent, cu proprietăți deosebite d.p.d.v. practic, remarcându-se concentrarea unui flux magnetic R.F. Datorită proprietăților pe care aceste tipuri de materiale trebuie să le prezinte, a fost necesară dezvoltarea unor metode de proiectare a acestor MMs care să permită obținerea de MMs tip CUP. S-au stabilit parametrii configurației SIMMs și s-au determinat condițiile optime de testare a ariei de senzori pe un strat planar de 5x5 celule unitare (CU). Codul numeric dezvoltat a fost validat pe baza măsurătorilor experimentale, introducându-se corecțiile necesare și corectându-se bug-urile de programare. Pentru evaluarea proprietăților ghidurilor de undă realizate cu MMs de tip CUP tunat, s-au utilizat facilitățile create de RF toolbox al programului Matlab 2014a, considerând că un ghid de undă poate fi reprezentat printr-o cascaderă a unor circuite RLC paralele, ținând cont însă și de existența curenților longitudinali. S-a realizat schema de măsură a parametrilor S (considerați ca cei mai elocvenți pentru caracterizarea MMs) pentru stabilirea condițiilor optime de testare, datele obținute servind ca bază de test pentru codurile dezvoltate anterior. O parte din rezultatele obținute, care reprezintă un grad ridicat de noutate, au fost diseminate. Rezultatele obținute privind arhitectura semiregulară cu ligament simetric și antisimetric - SALSA, duc la concluzia posibilității de utilizare extrem de largi a acestor tipuri de MMs.

- **Faza 2.2./2017: Caracterizarea și evaluarea neinvazivă a materialelor micro/nano-structurate și a dispozitivelor electronice utilizând SIMMs.**

În cadrul Fazei 2.2/2017 s-au proiectat și realizat elementele constitutive de tip arhitecturi semiregulare cu ligament simetric/antisimetric și arhitecturi de celule unitare periodice (CUP) – ansamblu hexagon. Arhitecturile planare utilizând CUP, cu formă specială, realizate din materiale foldabile configurabile/reconfigurabile permit obținerea SIMMs pentru care au fost determinați parametrii S din care s-au extras coeficienții de reflexie și transmisie. Elementele CUP trebuie selectate astfel încât frecvența de operare a fiecărui element individual să nu difere cu mai mult de 1,5% din frecvența medie de operare (au fost elaborate 4 buletine de măsurători). A fost proiectat și realizat echipamentul de măsură adecvat, în variantă modulară, adaptând obiectivelor proiectului sistemul de excitare astfel încât să poată fi cuplat cu arhitectura SIMMs. Măsurătorile experimentale efectuate pentru validarea acestor tipuri de senzori sunt în bună concordanță cu simulările numerice efectuate. Pentru ameliorarea calității imaginilor a fost utilizat un algoritm de super-rezoluție. Codul numeric dezvoltat anterior a fost optimizat prin introducerea unei funcții pentru răspunsul nominal în frecvență. S-a testat arhitectura de senzori simetrici/antisimetrici SIMMs pentru caracterizarea și evaluarea neinvazivă a materialelor microstructurate. Pentru convertirea datelor binar-ASCII, procesarea și postprocesarea de semnal s-a utilizat un software de achiziții date optimizat. Utilizarea metodei *time of flight* asociată cu metoda *maximum likelihood* a permis ameliorarea imaginii furnizate de arie.

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, dezvoltate în anul 2017, s-au derulat în cadrul a 3 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr.1/2017: Senzori magnetici pe baza efectului magnetoimpedanței gigant și a efectului magnetorezistiv pentru detecția unor biomolecule. Studiu comparativ.**

În cazul fazei nr.1/2017 s-au urmărit realizarea și testarea comparativă a două tipuri de senzori magnetici, pentru detecția unor biomolecule, a căror funcționare se bazează pe efectul magnetoimpedanță gigant (GMI) și efectul magnetorezistiv. Criteriul tehnic de apreciere a celor două tipuri de senzori constă în capabilitatea de a determina concentrația particulelor magnetice detectate. Senzorul magnetorezistiv permite detecția particulelor magnetice într-o gamă largă de concentrații. Pentru concentrații cuprinse între 0,1 mg/ml și 1 mg/ml, răspunsul sensorului magnetorezistiv este liniar astfel încât acesta poate fi utilizat pentru a determina concentrația particulelor detectate. În cazul sensorului GMI s-a observat că sistemul detectează cu precădere prezența particulelor în lichid, mai puțin datorită influenței magnetice a acestora și mai mult prin modificarea conductivității electrice a lichidului ce înconjoară elementul sensibil al sensorului GMI.

- **Faza nr. 2/2017: Microsisteme magnetice pentru monitorizarea forței, presiunii și deplasării în aplicații medicale.**

În cadrul fazei nr. 2/2017 au fost realizate două sisteme de microsenzori pe bază de materiale magnetice amorfe sub formă de fire pentru monitorizarea forței de apăsare/presiunii și a deplasării în vederea utilizării acestora în aplicații medicale. Microsenzorul de forță care constă dintr-un fir magnetic amorf pe bază de CoFeSiB cu diametrul de 100μm și lungime ade 12 mm, pe care se înfășoară 200 spire de Cu în două straturi, poate măsura cu precizie atât forța de apăsare cât și forța de întindere. Domeniul de măsură a forței poat fi ușor ajustat prin modificarea tipului de suport cilindric sau a rigidității acestuia. Microsenzorul de deplasare format dintr-o bobină cu 1600 spire din aliaj CuEm cu diametrul de 10μm, în interiorul căreia este un miez magnetic mobil pe bază de CoFeSiB, poate măsura deplasări pe distanțe de circa 1,5 mm, cu o precizie de aproximativ 10 micrometri. Distanța de deplasare se poate modifica prin alungirea sau scurtarea bobinei și miezului magnetic. Senzorii realizați pot fi utilizați în diferite aplicații medicale care necesită determinarea unor forțe de apăsare sau deplasare.

- **Faza nr. 3/2017: Sistem inteligent de senzori magnetici pentru detecția poziției în spațiu a unui element magnetic.**

În cadrul Fazei nr. 3/2017 au fost studiate și testate două posibilități de detecție magnetică a poziției în spațiu și anume: detecția unui element magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic continuu, generat de acesta, cu ajutorul unui sistem de senzori; detecția poziției unui senzor magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic alternativ generat cu ajutorul unui sistem de bobine. A fost realizat un sistem de senzori 3D cu sensibilitate ridicată. Cu acest sistem au fost realizate experimente de detecție a unui element magnetic. În acest caz s-a evidențiat faptul că precizia de detecție a poziției elementului magnetic în spațiu este puternic influențată de calitatea elementului magnetic, distanța dintre magnet și senzori și de câmpurile magnetice externe perturbatoare. A fost realizat și testat un sistem de detecție a poziției unui senzor magnetic în spațiu a cărui funcționare se bazează pe măsurarea câmpului magnetic alternativ generat de către un sistem de bobine. Acest sistem este mai fiabil prin faptul că este mai puțin influențat de prezența unor câmpuri magnetic perturbatoare.

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, dezvoltate în anul 2017, au fost derulate în cadrul a 3 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2017: Metodă de investigare a activității fagocitare a celulelor tumorale pe bază de particule magnetice funcționalizate.**

În cadrul Fazei nr. 1/2017 sunt prezentate experimente de laborator axate pe: prepararea și funcționalizarea unor nanoparticule magnetice (MNPs) cu medicament antitumoral; obținerea unei metode de evaluare a activității fagocitare a unor celule tumorale și evaluarea dinamicii în timp real a unor celule stem încărcate cu nanoparticule magnetice funcționalizate cu medicament antitumoral împotriva unor celule tumorale. Au fost realizate teste de viabilitate pentru evaluarea citotoxicității induse de MNPs, de medicamentul antitumoral precum și de particulele acoperite cu medicament

(MNPs-MIT- mitoxantronă) și s-au constatat următoarele: nanoparticulele magnetice sunt lipsite de toxicitate; medicamentul antitumoral prezintă toxicitate pentru concentrații mai mari de 0,1 μg/ml; toxicitatea MNPs-MIT este ușor mai crescută pentru concentrații MIT mai mici de 0,1 μg/ml. Testele de evaluare a capacității de fagocitare a celulelor tumorale au relevat faptul că rata medie de fagocitare pe celulă a fost de cca 368 particule/min. Procesul fagocitare a nanoparticulelor magnetice poate fi evaluat cu ajutorul unei metode bazată pe magnetometria cu probă vibrantă. Experimentele realizate pe celule stem co-incubate cu nanoparticule magnetice și medicament antitumoral, au arătat că celulele stem își păstrează atât viabilitatea cât și capacitatea de migrare către celulele tumorale, sugerând astfel un nou mod de transport al substanțelor antitumorale către tumori.

- **Faza nr. 2/2017: Teste de hipertermie magnetică in-vitro utilizând celule canceroase și particule magnetice acoperite cu o substanță antitumorală.**

În cadrul Fazei nr. 2/2016 au fost realizate experimente de laborator pentru: prepararea și funcționalizarea unor nanoparticule magnetice de tip Fe-Cr-Nb-B (MNPs) cu un medicament antitumoral și caracterizarea spectrofotometrică a complexului format; testarea modificărilor de viabilitate a unor culturi de celule tumorale supuse unui tratament de hipertermie magnetică în prezența unor MNPs nefuncționalizate și respectiv funcționalizate cu medicament antitumoral. Particulele MNPs au fost obținute prin măcinarea mecanică în acid oleic a benzilor amorfe din aliaj Fe-Cr-Nb-B. Analizele spectrofotometrice au evidențiat un grad de încărcare cu mitoxantronă pe suprafața MNPs de 19%, ceea ce reprezintă 9,23 μg mitoxantronă/mg MNPs. Testul de viabilitate celulară realizat după tratamentul hipertermic (43°C) cu MNPs neacoperite cu medicament a evidențiat că nici o celulă tumorală nu a murit imediat. Însă, după 20 ore s-a constatat că procesul de necroză celulară a fost inițiat de tratamentul hipertermic ceea ce a condus la moartea a 27% din celule. În cazul MNPs acoperite cu medicament antitumoral (MNPs-Mit), testul cantitativ de viabilitate efectuat după 20 ore a arătat că cca 76% din celulele tumorale au murit (viabilitate 33,47%) după inițierea procesului de necroză de către tratamentul hipertermic.

- **Faza nr. 3/2017: Nanoparticule magnetice de Fe-Ni obținute prin depunere electrochimică pentru aplicații în terapia cancerului; teste preliminare privind interacția cu celule tumorale.**

În cadrul Fazei nr. 3/2017 au fost realizate experimente de laborator privind prepararea și caracterizarea nanoparticulelor magnetice (MNPs) de Ni-Fe cu diferite dimensiuni prin depunere electrochimică în porii unor membrane de alumina nanoporoase. Dimensiunile și compoziția nanoparticulelor a fost studiată cu ajutorul microscopului electronic cu baleaj de înaltă rezoluție HR-SEM. Au fost stabilite condițiile optime de electrodepunere (potențial electric, timp de depunere) a MNPs pentru terapia cancerului pe baza rezultatelor obținute privind variația caracteristicilor magnetice funcție de compoziția aliajului și dimensiunile nanoparticulelor. În cadrul fazei au fost realizate teste preliminare privind interacția cu celule tumorale. Aceste teste au demonstrat că nanoparticulele de Ni-Fe, fără prezența câmpului magnetic variabil (ex. câmp magnetic rotitor de joasă frecvență) nu modifică semnificativ viabilitatea celulelor, fiind compatibile cu acestea. În schimb, în prezența câmpului magnetic variabil MNPs de Ni-Fe inițiază acțiunea de distrugere a celulelor canceroase prin efect magneto-mecanic. S-a constatat o scădere a viabilității celulelor canceroase de până la 76% pentru o concentrație de nanoparticule de 2 mg/ml și o durată de expunere de 3 minute.

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 2017, s-au derulat în cadrul a 2 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr. 1/2017: Investigarea efectului tratamentelor termo/magneto/mecanice - asupra transformării martensitice în materiale din sistemul Fe-Ni-Co-Al obținute prin răcire rapidă din topitură.**

În cadrul Fazei nr. 1/2017 a fost analizată influența compoziției și a tratamentelor mecanice de trefilare și a tratamentelor termice asupra formării fazei γ' - caracteristică tranziției de la starea austenitică la cea martensitică a materialelor din sistemul Fe-Ni-Co-Al cu adiții de Ta și B sub formă

de fire obținute prin răcire rapidă din topitură. Utilizând microscopia electronică de baleiaj (SEM) și de transmisie (TEM) a fost analizat efectul adității de Ta și B la aliajul de bază Fe-Ni-Co-Al și efectul tratamentelor termice și mecanice asupra structurii și morfologiei acestor tipuri de materiale. Maparea EDX (Energy Dispersive X-Ray Microanalysis) indică o bună uniformitate compozițională pe întreaga suprafață a microfirului, cu multe artefacte de tăiere, probabil de la densitățile diferite ale materialului. Urmare a tratamentului termic la 800°C s-a observat o creștere a grăunților cristalini (0,8-2 μm) și o delimitare clară a acestora, alungiți pe direcția axei firului. Maparea EDX după tratament indică o ușoară neuniformitate compozițională, cu cristale bogate în CoFe. Elementele Ni și Al sunt uniform distribuite în structura cristalină de bază. Incluziunile de Ta (aprox.30 nm) sunt poziționate la granița grăunților de FeCo și AlNi și împreună cu incluziunile de B sunt responsabile de formarea structurii policristaline și precipitării fazei γ', chiar și în aliajul as-cast.

- **Faza nr. 2/2017: Studiul proprietăților mecanice și magnetice în materiale din sistemul Fe-Ni-Co-Al obținute prin răcire rapidă din topitură și prin deformare plastică la rece.**

În cadrul Fazei nr. 2/2017 s-a efectuat un studiu aprofundat privind analiza proprietăților mecanice și magnetice a firelor și benzilor magnetice obținute prin răcire rapidă din topitură având compozițiile: Fe_{43,95}Ni₂₈Co₁₇Al_{11,5} și cu aditie de Ta și B - Fe_{40,95}Ni₂₈Co₁₇Al_{11,5}Ta_{2,5}B_{0,05}. Au fost efectuate studii de determinare a punctelor critice de transformare structurală prin variații ale rezistivității electrice și magnetizării funcție de temperatură, precum și studii privind determinarea răspunsului elementelor multifuncționale, sub formă de bandă sau fir, la stimuli externi cum ar fi alungirea. Valori excelente a superelasticității, apropiate de 3,2% au fost obținute în cazul benzilor și de 5% în cazul firelor trefilate având compoziția FeNiCoAl. Ca urmare a adității de Ta și B, valorile obținute pentru efectul superelastic sunt mai mici, de până la 1%. Valoarea de 5% obținută în cazul firelor trefilate cu diametrul de 50 μm este suficientă pentru utilizarea acestor tipuri de materiale ca fire de ghidare sau catetere în chirurgia neurologică sau vasculară, răspunzând astfel cerinței de realizare de dispozitive miniaturale, necesare în aceste tipuri de aplicații.

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 2017, s-au derulat în cadrul a 3 faze distincte, după cum urmează:

- **Faza nr.1/2017: Nanofire și fire submicronice nanocristaline obținute prin răcire rapidă din topitură. Stabilirea elementelor tehnologice de preparare, corelarea acestora cu dimensiunile, condițiile de tratament și proprietățile magnetice.**

În cadrul Fazei nr. 1/2017 s-au realizat modificări ale tehnologiei existente de preparare a firelor magnetice acoperite cu sticlă prin metoda tragerii aliajului topit în capilar de sticlă, pentru a facilita obținerea de fire cu dimensiuni submicronice ale miezului metalic. Au fost preparate fire amorfe Fe_{73,5}Cu₁Nb₃Si_{13,5}B₉ acoperite cu sticlă, cu dimensiuni ale miezului metalic de până la 185 nm. Aceste fire amorfe au fost tratate termic la temperaturi cuprinse între 500°C și 650°C. În vederea stabilirii valorii optime a temperaturii de tratament pentru obținerea structurii nanocristaline, s-a urmărit evoluția caracteristicilor magnetice a firelor magnetice nanocristaline funcție de temperatura de tratament. Au fost realizate de asemenea măsurători magnetice pe fire submicronice utilizând tehnici de măsură special adaptate pentru a permite determinarea proprietăților magnetice pe un singur fir. S-a evidențiat faptul că, firele submicronice necesită condiții de tratament termic, pentru obținerea structurii nanocristaline, diferite față de microfibre. Pentru acest aspect s-a dat o explicație fenomenologică.

- **Faza nr. 2/2017: Studiul influenței proceselor de dezordine spinorială asupra comportării magnetice a unor nanopulberi de tip metal/oxid de metal.**

În cadrul Fazei nr. 2/2017 a fost studiată influența proceselor de dezordine spinorială asupra comportării magnetice a nanopulberilor de tip „core-shell” Fe/Fe₂O₃ și Fe/ Fe₃O₄. Nanopulberile au fost obținute prin măcinarea mecanică în atmosferă uscată sau/și umedă a unor micropulberi comerciale de Fe cu diametre sub 10 μm. Aceste nanoparticule de tip „core-shell” prezintă, comparativ cu nanoparticulele simple de Fe sau oxid de Fe, numeroase avantaje precum și posibilitatea de manipulare a acestora mult mai facilă, în special pentru aplicații biomedicale.

Funcționalizarea nanopulberilor cu liganzi specifici pentru aplicații biomedicale modifică legăturile chimice din straturilor de oxid de Fe de pe suprafața acestora și, implicit, modifică proprietățile magnetice macroscopice. Modificarea proprietăților magnetice este cauzată de scăderea cuplajului spin orbită și a anizotropiilor de suprafață, adică a dezordinii spinoriale induse de prezența unor legături chimice noi cauzate de liganzii legați de suprafața nanoparticulelor de Fe/oxid de Fe.

- **Faza nr. 3/2017: Oscilatoare cu transfer de spin. Studiul condițiilor de realizare și a naturii structurii asupra frecvenței de oscilație.**

În cadrul Fazei nr. 3/2017 au fost realizați și testați oscilatori cu transfer de spin utilizând structuri multistrat cu efect magnetorezistiv gigant tip „pillar”. Au fost realizate studii privind influența naturii structurii magnetorezistive asupra caracteristicilor tehnice ale oscilatorilor. A fost realizată o structură multistrat de tip pseudo-valvă de spin [substrat(Si/SiO₂)/strat tampon(Ta)/strat feromagnetic fix (polarizor- CoFe)/strat separator(Cu)/strat feromagnetic liber(CoFe/NiFe)/strat de protecție(Ta)] care a fost optimizată prin studii asupra influenței grosimii stratului feromagnetic liber din NiFe între 4 și 10 nm și a stratului separator din Cu între 2 și 6 nm, asupra caracteristicilor de transfer specifice. Pentru microfabricarea oscilatorilor cu transfer de spin au fost utilizate succesiv următoarele tehnici, cu precădere de structurare geometrică: litografiere cu fascicul de electroni, litografiere cu fascicul laser, corodare cu fascicul de ioni depuneri în vid și „lift-off”. A fost realizat un sistem de măsură pentru caracterizarea electrică în funcție de frecvență a elementelor magnetorezistive de tip „pillar”. Caracterizarea electrică a demonstrat posibilitatea de a utiliza structurile magnetorezistive ca oscilatori cu transfer de spin. În cadrul acestei faze au fost obținuți oscilatori cu transfer de spin cu o putere maximă de 150 pW.

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 2017, s-au derulat în cadrul a 3 faze, după cum urmează:

- **Faza nr.1/2017: Studii experimentale de evaluare comparativă a caracteristicilor tehnice ale magneților permanenți, cu sau fără pământuri rare, sub formă de straturi groase, structurați la nivel „micro”, în vederea alegerii soluțiilor compoziționale și dimensionale optime.**

În cadrul Fazei nr.1/2017 s-a urmărit obținerea de straturi groase de Nd-Fe-B cu caracteristici magnetice dure bune, în condițiile în care conținutul de Nd a fost menținut la nivelul compoziției stoichiometrice, specifice compusului magnetic dur Nd₂Fe₁₄B și anume de 12,8 at.%. Au fost preparate și caracterizate straturi subțiri magnetice dure cu grosimea de 540 nm și straturi groase cu grosimea de 1.620 nm din Nd-Fe-B cu „adaos” de Mo - ca straturi buffer, strat exterior și interlayer, în variantele *single-layer* Mo/NdFeB(x=540nm;1,620nm)/Mo și *multilayer* Mo/[NdFeB(x=540nm;180nm;90nm)/Mo]x_n/Mo, (n= 3, 9, 18), cu anizotropie magnetică perpendiculară la planul stratului. Caracteristici magnetice dure bune au fost obținute pentru: straturi subțiri *single-layer* Mo(40)/NdFeB (540)/Mo(20) tratate termic 20 min. la temperatura de 550°C (câmp corciv H_c = 14,70 kOe; produs energetic maxim (BH)_{max.} = 73 kJ/m³); straturi groase multistrat Mo(40)/[NdFeB(180)/Mo(5)]x₉/Mo(20) tratate termic 40 min. la temperatura de 550°C (H_c = 13,80 kOe; (BH)_{max.} = 93 kJ/m³).

- **Faza nr.2.1/2017: Integrarea, prin scalare la nivel „micro”, a unui magnet/sistem de magneți permanenți, pe bază de straturi groase, cu produs energetic mare, în structura unui senzor sau actuator magnetic.**

În cadrul Fazei nr. 2.1/2017 s-a urmărit integrarea unui magnet/sistem de magneți permanenți, pe bază de straturi groase, în structura unui senzor MR. Proprietăți magnetice dure bune au fost obținute pentru stratul gros (Mo(40)/[NdFeB(180)/Mo(5)]x₉/Mo(20) stratificat în 9 bistraturi NdFeB (180nm)/Mo(5nm) și tratat termic 40 min. la 550°C. Studiile privind influența câmpului de polarizare H_p creat de magneții permanenți asupra histerezisului MR al unei valvei de spin au evidențiat următoarele: (i) un câmp H_p de până la +35 Oe aplicat în planul stratului, paralel la direcția de măsurare a răspunsului MR, a contribuit la reducerea histerezisului MR de până la 50%. Pentru H_p ≤ -35 Oe, reducerea histerezisului MR este ≤ 30%, sau nesemnificativă; (ii) un câmp H_p de 10 Oe aplicat în planul stratului, perpendicular la direcția de măsurare a răspunsului MR, anulează histerezisul MR

al curbei de transfer, cu menținerea constantă a valorii câmpului magnetic de saturație, H_s , și reducerea ușoară a răspunsului MR. Pentru $H_p > 10$ Oe, reducerea răspunsului MR este semnificativă, iar câmpul H_s crește. Un câmp $H_p = 5$ Oe aplicat perpendicular la planul stratului și la direcția de măsurare a răspunsului MR, reduce aproape în totalitate histerezisul curbei de transfer, reduce ușor răspunsul MR (aprox. 2%), produce o deplasare pe verticală a curbei de transfer, de până la 10% și liniarizează curba de transfer pentru valori ale câmpului magnetic aplicat cuprinse între 23 și 40 Oe.

- **Faza nr. 2.2/2017: Stabilirea procedeeleor tehnice de procesare și integrare a magneților permanenți, compatibile cu tehnicile de procesare ale senzorilor sau actuatorilor magnetici.**

În cadrul Fazei 2.2/2017 s-a realizat integrarea a unui magnet permanent în geometrie planară, cu anizotropie magnetică perpendiculară, în proximitatea unui senzor MR, pe același suport de Si. Magnetul permanent pe bază de straturi groase multistrat $Mo(40)/NdFeB(180)/Mo(5)]x_n/Mo(20)$ a fost realizat pe fața suportului de Si neacoperită cu SiO_2 . În timpul depunerii straturilor multiple, suportul de Si a fost menținut la temperatura de 470°C. Stratul magnetic multistrat a fost acoperit cu un strat de SiO_2 și apoi a fost tratat termic în vid la temperatura de 550°C, timp de 40 min. Pentru obținerea unui magnet permanent de formă dreptunghiulară s-a utilizat în timpul depunerii o mască metalică cu dimensiunile de 2 mm x 0,5 mm. *Valva de spin* din componența senzorului MR a fost formată, prin depuneri succesive în vid, pe cealaltă față a suportului de Si acoperită în prealabil cu un strat de SiO_2 . Poziționarea valvei de spin în raport cu magnetul permanent, dimensionarea acesteia (100 μ m x 2 μ m) și realizarea contactelor electrice s-au realizat prin structurări geometrice succesive utilizând tehnicile de litografiere cu fascicul de electroni și respectiv de litografiere cu fascicul laser. Datorită prezenței magnetului permanent care generează la nivelul valvei de spin un câmp de polarizare de 5 Oe, curba de transfer a senzorului MR este liniară, iar sensibilitatea acestuia, pe intervalul de câmp magnetic pentru care variația este liniară (± 30 Oe), este de $\sim 0,22$ mV/Oe.

2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	2017
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:

	2017
I. Cheltuieli directe	2.921.720
1. Cheltuieli de personal	2.496.958
2. Cheltuieli materiale și servicii	424.762
II. Cheltuieli Indirecte: Regia	3.242.581
III. Achiziții / Dotări independente din care:	289.784
1. pentru construcție/modernizare infrastructură	227.476
TOTAL (I+II+III)	6.454.085

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

În anul 2017 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 **17 faze** derulate în perioada 01.01.2017- 20.12.2017 au fost îndeplinite în totalitate și anume:

- au fost proiectate structuri planare „celule unitare” pentru realizarea unui model experimental de senzori inteligenți cu metamateriale (SIMMs) pentru domeniul de frecvență 820-900 MHz;

- a fost îmbunătățit codul numeric cu varianta de calcul a efortului, pentru modelarea funcționării arhitecturilor semiregulare cu ligament simetric și antisimetric ca MM; a fost dezvoltată o teorie care permite calculul parametrilor structurilor planare realizate;
- au fost realizate metamateriale (MMs) de tip planare din structuri cu elemente de tip arhitectură semiregulară cu ligament simetric și antisimetric (tip țesătură ,ochi de coș') - SALSA; s-au stabilit parametrii configurației SIMMs și s-au determinat condițiile optime de testare a ariei de senzori pe un strat planar de 5x5 celule unitare (CU);
- s-au proiectat și realizat elementele constitutive de tip arhitecturi semiregulare cu ligament simetric/antisimetric și arhitecturi de celule unitare periodice (CUP) - ansamblu hexagon; a fost utilizat un algoritm de super-rezoluție pentru ameliorarea calității imaginilor.
- s-a testat arhitectura de senzori simetrici/antisimetrici SIMMs pentru caracterizarea și evaluarea neinvazivă a materialelor microstructurate;
- au fost realizate și testate două tipuri de senzori magnetici pentru detecția unor biomolecule a căror funcționare se bazează pe efectul magnetoimpedanță gigant (GMI) și efectul magnetorezistiv (MR); s-a determinat că, senzorul MR permite detecția particulelor magnetice într-o gamă largă de concentrații, în timp ce senzorul GMI detectează cu precădere prezența particulelor în lichid, mai puțin datorită influenței magnetice a acestora și mai mult prin modificarea conductivității electrice a lichidului ce înconjoară elementul sensibil al senzorului GMI;
- a fost realizat și testat microsenzorul de forță care constă dintr-un fir magnetic amorf pe bază de CoFeSiB cu diametrul de 100μm și lungime ade 12 mm, pe care se înfășoară 200 spire de Cu în două straturi, care poate măsura cu precizie atât forța de apăsare cât și forța de întindere. Domeniul de măsură a forței poate fi ușor ajustat prin modificarea tipului de suport cilindric sau a rigidității acestuia;
- a fost realizat și testat microsenzorul de deplasare format dintr-o bobină cu 1600 spire din aliaj CuEm cu diametrul de 10μm, în interiorul căreia este un miez magnetic mobil pe bază de CoFeSiB care poate măsura deplasări pe distanțe de circa 1,5 mm, cu o precizie de aproximativ 10 micrometri;
- a fost realizat un sistem de detecție magnetică a poziției unui obiect într-un spațiu dat; au fost studiate și testate două posibilități de detecție magnetică și anume: detecția unui element magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic continuu, generat de acesta, cu ajutorul unui sistem de senzori; detecția poziției unui senzor magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic alternativ generat cu ajutorul unui sistem de bobine;
- a fost realizat un sistem de senzori 3D cu sensibilitate ridicată cu care au fost realizate experimente de detecție a unui element magnetic. Acest sistem este influențat de prezența câmpurilor externe perturbatoare;
- a fost realizat și testat un sistem de detecție a poziției unui senzor magnetic în spațiu a cărui funcționare se bazează pe măsurarea câmpului magnetic alternativ generat de către un sistem de bobine. Acest sistem este mai fiabil decât sistemul care realizează detecția unui element magnetic cu ajutorul unui sistem de senzori, prin faptul că este mai puțin influențat de prezența unor câmpuri magnetice perturbatoare;
- au fost realizate experimente de laborator axate pe: prepararea și funcționalizarea unor nanoparticule magnetice (MNPs) cu medicament antitumoral; au fost dezvoltate metode de evaluare a activității fagocitare a unor celule tumorale și evaluarea dinamicii în timp real a unor celule stem încărcate cu nanoparticule magnetice funcționalizate cu medicament antitumoral împotriva unor celule tumorale;
- au fost realizate teste de viabilitate pentru evaluarea citotoxicității induse de MNPs, de medicamentul antitumoral, precum și de particulele acoperite cu medicament (MNPs-MIT-mitoxantronă);
- au fost preparate și funcționalizate nanoparticule magnetice (MNPs) de tip Fe-Cr-Nb-B cu un medicament antitumoral și a fost realizată caracterizarea spectrofotometrică a complexului format;

- au fost testate modificările de viabilitate a unor culturi de celule tumorale supuse unui tratament de hipertermie magnetică în prezența unor MNPs nefuncționalizate și respectiv funcționalizate cu medicament antitumoral;
- au fost realizate experimente de laborator privind prepararea și caracterizarea nanoparticulelor magnetice (MNPs) de Ni-Fe cu diferite dimensiuni prin depunere electrochimică în porii unor membrane de alumina nanoporoasă;
- au fost realizate teste preliminare privind interacția cu celule tumorale și s-a demonstrat că MNPs de Ni-Fe, fără prezența câmpului magnetic variabil nu modifică semnificativ viabilitatea celulelor, fiind compatibile cu acestea, în timp ce MNPs de Ni-Fe în prezența câmpului magnetic variabil inițiază acțiunea de distrugere a celulelor canceroase prin efect magneto-mecanic (ex. viabilitatea celulelor canceroase scade până la 76%).
- a fost analizată influența compoziției și a tratamentelor mecanice de trefilare și a tratamentelor termice asupra formării fazei γ' - caracteristică tranziției de la starea austenitică la cea martensitică a materialelor din sistemul Fe-Ni-Co-Al cu adăugarea de Ta și B sub formă de fire obținute prin răcire rapidă din topitură. Firele FeNiCoAlTaB, trefilate până la diametrul de 50 μm și tratate termic timp de 1 oră la 800°C prezintă un efect superelastice de aprox. 2%.
- s-a efectuat un studiu aprofundat privind analiza proprietăților mecanice și magnetice a firelor și benzilor magnetice obținute prin răcire rapidă din topitură având compozițiile: $\text{Fe}_{43,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}$ și cu adăugarea de Ta și B - $\text{Fe}_{40,95}\text{Ni}_{28}\text{Co}_{17}\text{Al}_{11,5}\text{Ta}_{2,5}\text{B}_{0,05}$.
- au fost efectuate studii de determinare a punctelor critice de transformare structurală prin variații ale rezistivității electrice și magnetizării funcție de temperatură, precum și studii privind determinarea răspunsului elementelor multifuncționale, sub formă de bandă sau fir, la stimuli externi cum ar fi alungirea.
- în cazul firelor trefilate cu diametrul de 50 μm s-a obținut un efect superelastice de aprox. 5%, valoare suficientă ca aceste tipuri de materiale să fie utilizate ca fire de ghidare sau catetere în chirurgia neurologică sau vasculară.
- s-au realizat modificări ale tehnologiei existente de preparare a firelor magnetice acoperite cu sticlă prin metoda tragerii aliajului topit în capilar de sticlă, pentru a facilita obținerea de fire cu dimensiuni submicronice ale miezului metalic; au fost preparate fire amorfe $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13,5}\text{B}_9$ acoperite cu sticlă, cu dimensiuni ale miezului metalic de până la 185 nm;
- firele amorfe submicronice au fost tratate termic la temperaturi cuprinse între 500°C și 650°C; S-a evidențiat faptul că firele submicronice necesită condiții de tratament termic, pentru obținerea structurii nanocristaline, diferite față de microfibre;
- au fost realizate studii axate pe influența proceselor de dezordine spinorială asupra comportării magnetice a nanopulberilor de tip „core-shell” Fe/Fe₂O₃ și Fe/Fe₃O₄ obținute prin măcinarea mecanică în atmosferă uscată sau/și umedă a unor micropulberi comerciale de Fe cu diametre de până la 10 μm ;
- a fost realizată funcționalizarea cu liganzi specifici a nanopulberilor de tip „core-shell” Fe/Fe₂O₃ și Fe/Fe₃O₄ pentru aplicații biomedicale;
- au fost realizați și testați oscilatori cu transfer de spin utilizând structuri multistrat cu efect magnetorezistiv gigant tip „pillar”. Au fost realizate studii privind influența naturii structurii magnetorezistive asupra caracteristicilor tehnice ale oscilatorilor;
- a fost realizată o structură multistrat de tip valvă de spin [substrat(Si/SiO₂)/strat tampon(Ta)/strat feromagnetic fix (polarizor- CoFe)/strat separator(Cu)/strat feromagnetic liber(CoFe/NiFe)/strat de protecție(Ta)]. Caracterizarea electrică a demonstrat posibilitatea de a utiliza structurile magnetorezistive tip „pillar” ca oscilatori cu transfer de spin;
- au fost preparate și caracterizate magnetic și structural straturi groase de Nd-Fe-B cu caracteristici magnetice dure bune, în condițiile în care conținutul de Nd a fost menținut la nivelul compoziției stoichiometrice și anume de 12,8 at.%; au fost obținute caracteristici magnetice dure superioare

pentru: straturi subțiri single-layer Mo(40)/NdFeB(540)/Mo(20) tratate termic 20 min. la 550°C și straturi groase multistrat Mo(40)/[NdFeB(180)/Mo(5)]x9/Mo(20) tratate termic 40 min. la 550°C.

- s-a realizat integrarea unui magnet permanent pe bază de straturi groase, în proximitatea structurii unui senzor magnetorezistiv (MR). Un câmp de polarizare H_p de 5 Oe realizat de magnet, cu liniile de câmp perpendiculare la planul stratului și la direcția de măsurare a răspunsului MR, reduce histerezisul curbei de transfer, reduce ușor răspunsul MR (aprox. 2%) și liniarizează curba de transfer pentru valori ale câmpului magnetic aplicat cuprinse între 23 și 40 Oe.
- s-a stabilit succesiunea operațiilor de realizare, pe același suport de Si, a unui magnet permanent și a unui senzor MR. Magnetul permanent a fost dispus pe o față a suportului de Si, iar pe cealaltă față, s-a realizat senzorul MR, prin depuneri succesive în vid utilizând măști metalice, corodarea ionică și/sau corodarea în plasmă. Datorită prezenței magnetului permanent pe bază de straturi groase cu anizotropie perpendiculară la suportul de Si, curba de transfer a senzorului MR este liniară iar sensibilitatea este de aprox. 0,22 mV/Oe.

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	Studii teoretice și experimentale: 3 <ul style="list-style-type: none"> realizarea de structuri planare duble, utilizabile ca senzori cu metamateriale, configurabili/ reconfigurabili, utilizând tehnica de litografiere UV proiectarea și realizarea de ghiduri de undă coplanare utilizând rezultatele simulărilor numerice cu metoda FDTD măsurători experimentale pentru stabilirea parametrilor care asigură frecvența optimă de test Produse: 1 ME <ul style="list-style-type: none"> model experimental de senzori inteligenți cu metamateriale (SIMMS) pentru domeniul de frecvență 820-900 MHz Alte rezultate: 1 cod numeric îmbunătățit <ul style="list-style-type: none"> cod numeric pentru modelarea funcționării arhitecturilor semiregulare cu ligament simetric și antisimetric ca MMs, îmbunătățit cu varianta de calcul a efortului 	Faza nr. 1/2017
	Studii: 2 <ul style="list-style-type: none"> studii privind realizarea de metamateriale (MMs) de tip planare din structuri cu elemente de tip arhitectură semiregulară cu ligament simetric și antisimetric (tip țesătură ,ochi de coș') - SALSA studii privind testarea SIMMS Materiale: 1 tip <ul style="list-style-type: none"> MMs de tip planare din structuri cu elemente de tip arhitectură semiregulară cu ligament simetric și antisimetric (tip țesătură ,ochi de coș') - SALSA Alte rezultate: 2 (1 cod – upgrade; 1 schema măsură) <ul style="list-style-type: none"> upgrade cod numeric pentru simularea comportamentului electromagnetic al SIMMS realizarea unei scheme de măsură a parametrilor S 	Faza nr. 2.1/2017
	Produse: 1 <ul style="list-style-type: none"> elemente constitutive de tip arhitecturi semiregulare cu ligament simetric/antisimetric și arhitecturi de celule unitare periodice (CUP)- ansamblu hexagon. Alte rezultate: 1 cod numeric optimizat <ul style="list-style-type: none"> optimizarea codului numeric dezvoltat anterior (Faza 2.1) prin introducerea unei funcții pentru răspunsul nominal în frecvență 	Faza nr. 2.2/2017
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	Studii: 1 <ul style="list-style-type: none"> studii privind realizarea și testarea a două tipuri de senzori pentru detecția de particule magnetice: un senzor magnetorezistiv și un senzor GMI (Giant Magnetoimpedance) Produse: 2 tipuri <ul style="list-style-type: none"> senzor magnetic pe baza efectului magneto-impedanței gigant (GMI) senzor magnetic pe baza efectului magnetorezistiv 	Faza nr. 1 /2017
	Studii: 2 <ul style="list-style-type: none"> studii experimentale privind trasarea caracteristicilor tensiune de ieșire- forță, la întindere și la curbare 	Faza nr. 2 /2017

	<ul style="list-style-type: none"> studii experimentale privind trasarea caracteristicii senzorului în funcție de deplasare și în funcție de temperatură <p>Produse: 2 tipuri</p> <ul style="list-style-type: none"> senzor pe bază de fire magnetice amorse pentru determinarea forței/presiunii senzor pe bază de fire magnetice amorse pentru determinarea unor deplasări cu amplitudine redusă <p>Alte rezultate: 2 scheme electrice/electronice</p> <ul style="list-style-type: none"> realizarea schemei electrice a circuitului de prelucrare a semnalului provenit de la senzorul de forță realizarea schemei electronice pentru măsurarea inductanței 	
	<p>Teste: 2</p> <ul style="list-style-type: none"> deteția unui element magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic continuu, generat de acesta, cu ajutorul unui sistem de senzori deteția poziției unui senzor magnetic în spațiu prin măsurarea câmpului magnetic alternativ generat cu ajutorul unui sistem de bobine <p>Produse: 2 tipuri</p> <ul style="list-style-type: none"> sistem de senzori 3D cu sensibilitate ridicată pentru realizarea de experimente de deteție a unui element magnetic sistem de deteție a poziției unui senzor magnetic în spațiu a cărui funcționare se bazează pe măsurarea câmpului magnetic alternativ generat de către un sistem de bobine 	Faza nr. 3/2017
<p>PN 16 37 01 03</p> <p>Interacții dintre celule normale/tumorale, particule magnetice și câmpuri magnetice statice și dinamice</p>	<p>Studii: 2</p> <ul style="list-style-type: none"> stabilirea condițiilor de preparare prin metode chimice a nanoparticulelor de magnetită acoperite cu acid palmitic caracterizarea morfologică și dimensională a nanoparticulelor de magnetită, sterilizate și nesterilizate, prin tehnici de microscopie electronică de transmisie (TEM) <p>Metode: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> metodă de evaluare a activității de fagocitare a unor celule tumorale <p>Alte rezultate /materiale: 1 tip de material</p> <ul style="list-style-type: none"> nanoparticule de magnetită acoperite cu acid palmitic 	Faza nr. 1/2017
	<p>Experimente/teste de laborator: 2 (1 experiment; 1 test)</p> <ul style="list-style-type: none"> prepararea și funcționalizarea nanoparticulelor magnetice de tip Fe-Cr-Nb-B cu un medicament antitumoral și caracterizarea spectrofotometrică a complexului creat teste de viabilitate a unor culturi de celule tumorale supuse unui tratament de hipertermie magnetică în prezența nanoparticulelor magnetice funcționalizate și nefuncționalizate cu medicament antitumoral 	Faza nr. 2/2017
	<p>Studii: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> studii privind interacția nanoparticulelor de Ni-Fe cu celulele tumorale în absența și în prezența unui câmp magnetic variabil <p>Materiale: 1 tip</p> <ul style="list-style-type: none"> nanoparticule de Ni-Fe obținute prin depunere electrochimică în porii unor membrane de alumina nanoporoasă 	Faza nr. 3/2017

<p>PN 16 37 02 01 Noi materiale feromagnetice cu proprietăți superelastice obținute prin răcire rapidă din topitură pentru realizarea de microelemente cu aplicații medicale</p>	<p>Studii: 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • formularea și proiectarea de compoziții care permit obținerea unui efect superelastice de valoare cât mai mare a materialelor din sistemul Fe-Ni-Co-Al a firelor obținute prin răcire rapidă din topitură • efectul tratamentelor termo/magneto/mecanice asupra transformării martensitice în fire magnetice Fe-Ni-Co-Al cu adiție de Ta și Nb cu dimensiuni de ordinal zecilor de microni obținute prin răcire rapidă din topitură urmată de trefilare la rece <p>Materiale: 1 tip</p> <ul style="list-style-type: none"> • fire magnetice superelastice din FeNiCoAlTaB cu diametrul de 50 μm tratate termic 1 oră la 800°C 	Faza nr. 1/2017
	<p>Studii: 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • studii privind evoluția proprietăților mecanice și magnetice ca urmare a tranziției austenită-martensită în cazul aliajelor, sub formă de bandă sau fir, având compozițiile: Fe_{43,95}Ni₂₈Co₁₇Al_{11,5} și Fe_{40,95}Ni₂₈Co₁₇Al_{11,5}Ta_{2,5}B_{0,05}. • determinarea punctelor critice de transformare structurală prin studii ale variației rezistivității electrice și magnetizării, funcție de temperatură • studii privind determinarea răspunsului elementelor multifuncționale, sub formă de bandă sau fir, la stimuli externi cum ar fi alungirea 	Faza nr. 2/2017
<p>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>	<p>Studii: 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • stabilirea condițiilor tehnologice de preparare a nanofirelor și firelor submicronice obținute prin metoda tragerii aliajului topit în capilar de sticlă • stabilirea condițiilor optime de tratament (termic, termomagnetic, termomecanic) pentru obținerea structurii nanocristaline • evoluția caracteristicilor magnetice a firelor magnetice nanocristaline funcție de temperatura de tratament <p>Materiale: 1 tip</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fire magnetice amorfe și nanocristaline acoperite cu sticlă, cu dimensiuni submicronice ale miezului central de până la 185 nm 	Faza nr. 1/2017
	<p>Studii: 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • influența proceselor de dezordine spinorială asupra comportării magnetice a nanopulberilor de tip „core-shell” Fe/Fe₂O₃ și Fe/Fe₃O₄ obținute prin măcinarea mecanică în atmosferă uscată sau/și umedă a unor micropulberi comerciale de Fe cu diametre de până la 10 μm • funcționalizarea nanopulberilor cu liganzi specifici pentru aplicații biomedicale 	Faza nr. 2/2017
	<p>Studii: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • influența naturii structurii magnetorezistive asupra caracteristicilor tehnice ale oscilatorilor <p>Materiale: 1 tip</p> <ul style="list-style-type: none"> • structură magnetorezistivă multistrat tip valvă de spin Si/SiO₂/Ta/ CoFe/Cu/CoFe/NiFe/Ta <p>Alte rezultate: 1 tehnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehnologie de realizare a oscilatorilor cu transfer de spin tip „pillar’ 	Faza nr. 3/2017
<p>PN 16 37 02 03 Magneți permanenți cu produs</p>	<p>Studii experimentale: 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • obținerea de straturi groase, de ordinul micronilor, cu 	Faza nr. 1/2017

energetic mare, sub formă de straturi groase, cu aplicații în domeniul senzorilor și actuatorilor magnetici, cu geometrie planară	<p>proprietăți magnetice dure pe bază de de Nd-Fe-B/Mo în variantele single-layer și multilayer, tratate la 550°C, 40 min., cu caracteristici magnetice dure superioare, specifice aplicațiilor în domeniile senzorilor magnetici și MEMS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • studiul influenței structurării geometrice a straturilor groase de NdFeB/Mo asupra caracteristicilor magnetice dure. <p>Materiale: 1 tip</p> <ul style="list-style-type: none"> • straturi groase (1,62 μm) magnetice dure pe bază de NdFeB/Mo în varianta multilayer, tratate termic la temperatura de 550°C, timp de 40 minute. 	
	<p>Studii experimentale: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • studii privind influența valorii câmpului de polarizare H_p creat de doi magneți permanenți în geometrie planară asupra histerezisului magnetorezistiv (MR), răspunsului MR și liniarității curbei de transfer a unui senzor MR (valvă de spin) 	Faza nr. 2.1/2017
	<p>Studii experimentale: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • integrarea, pe același suport de Si, a doi magneți permanenți în geometrie planară în proximitatea unui senzor/sistem de senzori MR <p>Alte rezultate /Tehnologie: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • stabilirea tehnologiei de realizare a magneților permanenți și a unui senzor/sistem de senzori MR, prin depuneri în vid successive și structurări geometrice utilizând depunerea prin măști metalice și tehnicile de litografiere cu fascicul de electroni și de litografiere cu fascicul laser 	Faza nr. 2.2/2017

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

Tip	în 2017
Documentații	17 rapoarte de fază
Studii	26 studii teoretice și experimentale
Lucrări științifice, din care:	45
<i>Lucrări științifice cu factor de impact ne-nul:</i> Publicate/acceptate/trimise	12 (5/2/5)
<i>Lucrări științifice publicate în alte reviste relevante:</i>	10
<i>Lucrări științifice comunicate</i>	23
Planuri	
Scheme	3 tipuri
Altele asemenea	

din care:

4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2017): 10 lucrări, din care: 3 publicate, 2 acceptate pentru publicare și 5 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.	Ultrathin Nanocrystalline Magnetic Wires	Crystals, 2017, 7(2), 48; doi:10.3390/cryst7020048	Chiriac H.; Lupu N.; Stoian G.; Ababei G.;	2017	0,996	-

			Corodeanu S.; Óvari T.A.			
2.	Magnetic particles detection by using spin valve sensors and magnetic traps	AIP Advances, vol.7(5), 056616 (2017): doi: 10.1063/1.4973745	Jitariu A.; Ghemes C.; Lupu N.; Chiriac H.; Lupu N.	2017	1,182	-
3.	Magnetic properties of CoPt thin films obtained by electrodeposition from hexachloro-palatinat solution. Composition, thickness and substrate dependence	Journal of Alloys and Compounds, vol. 718, (2017) 319-325	Dragos-Pinzaru O.; Ghemes A.; Chiriac H.; Lupu N.; Grigoras M.; Riemer Steve; Tabakovic Ibro	2017	2,607	-
4.	Synthesis and characterization of ZnO thin films nanostructures as MSG arhitecture for enzymes biosensing applications (<i>in press</i>)	Analytical Biochemistry: Methods in the Biological Sciences	Iftimie N.; Steigmann R.; Tugui C.A.	2017/2018	1,381	-
5.	Static and dynamic mechanical analysis of cross-ply and quasiisotropic, carbon/epoxy laminates (<i>in press</i>)	Composites Part B, 2017	Bergant Z.; Savin A.; Grum J.	2017/2018	3,229	-
6.	Human adipose derived stem cells and osteoblasts interaction with Fe-Cr-Nb-B Magnetic Nanoparticles (<i>lucrarea trimisă spre publicare</i>)	Journal of Nanoscience and Nanotechnology,	Labusca L.; Herea D.D.; Radu E.; Danceanu C.; Chiriac H.; Lupu N.	2017/2018	0,506	-
7.	The effect of surface spin disorder on magnetic properties of Fe/Fe _x O _y core-shell nanoparticles (<i>lucrarea trimisă spre publicare</i>)	Journal of the American Chemical Society (ISSN: 0002-7863)	Lostun M.; Ghemes I.A.; Herea D.D.; Grigoras M.; Ababei G.; Chiriac H., Óvari T.A., Lupu N.	2018	10,253	-
8.	Magnetic nanoparticle interaction with human mesenchymal and stem cells (<i>lucrarea trimisă spre publicare</i>)	Journal of Biomedical Nanotechnology	Labusca L.; Danceanu C.; Radu E.; Herea D.D.; Chiriac H.; Lupu N.	2017/2018	1,015	-
9.	Microstructure and magnetic characteristics of Nd-Fe-B thick films with 2:14:1 stoichiometric composition (<i>lucrarea trimisă spre publicare</i>)	Thin Solid Films	Grigoras M.; Borza F.; Urse M.; Stoian G.; Ababei G.; Lupu N.; Chiriac H.	2018	1,095	-
10.	Thermomechanical effects caused by martensite formation in powder metallurgy FeMnSiCrNi shape memory alloys (<i>lucrarea trimisă spre publicare</i>)	Journal of Powder Metallurgy	Pricop Bogdan; Mihalache Elena; Stoian George; Borza Firuta; Bujoreanu Leandru-Gheorghe	2018	0,738	-

Capitol carte						
1.	Magnetic Nanoparticles in Regenerative Medicine - Current Role and Future Perspectives (<i>acceptat pentru publicare</i>)	Frontiers in Stem Cell and Regenerative Medicine Research, Bentham Science Publishers, 2017	Labusca L.; Herea D.D.; Dragos-Panzaru O.; Chiriac H.; Lupu N.	2017		

4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, workshopuri, etc): 23 lucrări științifice, din care 1 lucrare invitată și 8 lucrări prezentate oral

Nr. crt.	Titlul articolului Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	An apariție	Nr. citări ISI
1.	Effect of the Magnetic Layer Thickness and Annealing on the Anisotropic Hard Magnetic Properties of Multilayered Nd-Fe-B/Mo Thick Films <i>62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, November 6-10, 2017</i>	Urse M.; Grigoras M.; Borza F.; Stoian G.; Ababei G.; N. Lupu N.; Chiriac H.	2017	
2.	Rapidly Quenched Fe-Ni-Co-Al-Ta-B Ferrous Superelastic Ribbons and Wires <i>62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Pittsburgh, Pa, SUA, November 6-10, 2017</i>	Borza F.; Bujoreanu Leandru G.; Stoian G.; Ababei G.; M. Grigoras M.; Lupu N.; Chiriac H.	2017	
3.	Monitoring technique for nanocrystalline stabilized zirconia from some medical prosthesis (<i>prezentare orală</i>) <i>IXth International Workshop NDT in Progress, Prague, Czech Republic, October 9 - 11, 2017</i>	Savin A.; Craus M.-L., Turchenko V.; Bruma A.; Malo S.; Konstantinova T. E.; Burkhovetsky V.V.	2017	
4.	Passive Metamaterials Structures Using in Microwave Nondestructive Testing <i>IXth International Workshop NDT in Progress, Prague, Czech Republic, October 9 - 11, 2017</i>	Faktorová D.; Savin A.; Fabo P.; Isteníková K.; Iftimie N.; Steigmann R.	2017	
5.	Comparative Study on Structural and Magnetic Properties of Anisotropic Nd-Fe-B Multilayer Films <i>5th International Conference on Powder Metallurgy & Advanced Materials - RoPM-AM2017, Cluj-Napoca, România, 17-20 Septembrie, 2017</i>	Urse M.; Grigoras M.; Lupu N.; Borza F.; Chiriac H.	2017	
6.	Thermomechanical effects caused by martensite formation in powder metallurgy FeMnSiCrNi shape memory alloys (<i>lucrare invitată</i>) <i>5th International Conference on Powder Metallurgy & Advanced Materials - RoPM-AM2017, Cluj-Napoca, România, 17-20 Septembrie, 2017</i>	Pricop Bogdan; Mihalache Elena; Stoian George; Borza Firuta; Bujoreanu Leandru-Gheorghe	2017	
7.	Micro-sized Superelastic FeNiCoAl-based Alloys Prepared by Rapid Quenching from the Melt <i>16th International Conference on Rapidly Quenched and Metastable Materials (RQ16), Leoben, Austria, 27 August 2017 - 01 September 2017</i>	Firuta Borza, Leandru G. Bujoreanu, Nicoleta Lupu, George Stoian, Gabriel Ababei, Marian Grigoras,	2017	
8.	Metamaterials Application in Biological Tissue Characterization <i>22nd International Workshop on Electromagnetic Nondestructive Evaluation (ENDE 2017), Saclay,</i>	Savin A.; Iftimie N.; Steigmann R.; Isteniková K.; Faktorová D.	2017	

	<i>France, 6-8 September, 2017</i>			
9.	Contribution to the Contactless Determination of a Subsoil Parameters <i>22nd International Workshop on Electromagnetic Nondestructive Evaluation (ENDE 2017), Saclay, France, 6-8 September, 2017</i>	Fabo P.; Faktorová D.; Savin A.; Iftimie N.; Steigmann R.	2017	
10.	The influence of α' (bcc) martensite on the dynamic and magnetic response of powder metallurgy FeMnSiCrSi shape memory alloys <i>International Conference on Martensitic Transformations, ICOMAT, Chicago, IL, SUA, July 9 - 14, 2017</i>	Mocanu M.; Mihalache E.; Pricop B.; Borza F.; Grigoras M.; Comăneci R.I.; Özkal B.; Bujoreanu L.G.	2017	
11.	Magnetic nanoparticles for the development of advanced therapies in regenerative medicine (prezentare orală) <i>International Congress "A challenge of the 21 st Century: regenerative medicine-research and clinical applications", Second edition, Bucharest, Romania, 14-17 June 2017</i>	Labusca L.; Radu E.; Dragos-Panzaru O.; Herea D.D.; Chiriac H.; Lupu N.	2017	
12.	Waveguide sensor with metamaterial structure for determination of dielectric properties (prezentare orală) <i>ModTech 2017 International Conference - Modern Technologies in Industrial Engineering, Sibiu, Romania, 14-17 iunie 2017</i>	Steigmann R.; Savin A.; Isteniková K.; Faktorová D.	2017	
13.	Evaluation of thin discontinuities in planar conducting materials using the diffraction of electromagnetic field (prezentare orală) <i>ModTech 2017 International Conference - Modern Technologies in Industrial Engineering, Sibiu, Romania, 14-17 iunie 2017</i>	Savin A.; Steigmann R.	2017	
14.	Nanomaterials and biomedicine - activities, results and international collaborations of NIRDTP "Seminarul de nanoștiință și nanotehnologie", București, Romania, 6 iunie 2017	Herea D.	2017	
15.	Electromagnetic Nondestructive Evaluation of Tubes using Data Mining Procedure (prezentare orală) <i>International Conference on Innovative Research (ICIR) Euroinvent 2017, 25-26 Mai 2017, Iasi, Romania</i>	Savin A., Iftimie N., P Vizureanu P.; Steigmann R.; Dobrescu G S.	2017	
16.	The Assessing of the Failure Behavior of Glass/ Polyester Composites Subject to Quasi Static Stresses <i>International Conference on Innovative Research – (ICIR) Euroinvent 2017, 25-26 Mai 2017, Iasi, Romania</i>	Stanciu MD.; , Savin A.; and Teodorescu-Drăghicescu H.	2017	
17.	Wireless Sensors for Wind Turbine Blades Monitoring (prezentare orală) <i>International Conference on Innovative Research – (ICIR) Euroinvent 2017, 25-26 Mai 2017, Iasi, Romania</i>	Iftimie N.; Steigmann R.; Danila NA.; Rosu D.; Barsanescu P.D.; Savin A.	2017	
18.	Integration of complementary methods for monitoring stress/strain of WTB structures (prezentare orală) <i>IManEE 2017 Innovative Manufacturing Engineering & Energy International Conference, Iasi, Romania, 25-26 mai, 2017</i>	Savin A.; Steigmann R.; Iftimie N.; Stanciu M.D.; Danila NA.; Barsanescu P.D.	2017	

19.	Electromagnetic configurable architectures for assessment of CFRP (<i>prezentare orală</i>) <i>IManEE 2017 Innovative Manufacturing Engineering & Energy International Conference, Iași, Romania, 25-26 mai, 2017</i>	Steigmann R.; Savin A.; Iftimie A.; Dobrescu G.S.; Grum J.	2017	
20.	Magnetic Nanoparticles Coated with Anti-Tumor Drug for Hyperthermia - Boosted Cancer Therapy <i>IEEE International Magnetism Conference InterMag 2017, Dublin, Ireland, 24-28 April, 2017</i>	Chiriac H.; Herea D.D.; Radu E.; Carasevici E.; Tiron C.; Zugun- Eloae F.; Nedelcu O.; Lupu N.	2017	
21.	Effect of Ta and B Addition on the Magnetic and Mechanical Properties of Fe-Ni-Co-Al - Based Rapidly Quenched Superelastic Microwires <i>IEEE International Magnetism Conference InterMag 2017, Dublin, Ireland, 24-28 April, 2017</i>	Borza F.; Lupu N.; Murgulescu I.; Dobrea V.; Stoian G.; Ababei G.; Grigoraș M.; Chiriac H.	2017	
22.	Current controlled domain wall velocity in amorphous microwires <i>IEEE International Magnetism Conference InterMag 2017, Dublin, Ireland, 24-28 April, 2017</i>	Corodeanu S.; Chiriac H.; Lupu N.; Óvari T.A.	2017	
23.	Magnetic and structural peculiarities of rapidly solidified glass-coated FINEMET nanowires <i>IEEE International Magnetism Conference InterMag 2017, Dublin, Ireland, 24-28 April, 2017</i>	Chiriac H.; Lupu N.; Stoian G.; Corodeanu S.; Óvari T.A.	2017	

4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante: 10 lucrări

Nr. Crt.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării
1.	Electromagnetic configurable architectures for assessment of Carbon Fiber Reinforced Plastics	MATEC Web of Conferences 112, 04007 (2017) DOI: 10.1051/mateconf/20171120400 IManE&E 2017	Steigmann R.; Savin A.; Iftimie N.; Dobrescu G. S.; Bergant Z.; Grum J.	2017
2.	Integration of complementary methods for monitoring stress/strain of wind turbine blades structures	MATEC Web of Conferences 112, 07009 (2017)	Savin Adriana; Steigmann Rozina; Iftimie Nicoleta; Stanciu Mariana Domnica; Danila Narcis Andrei; Barsanescu Paul-Doru	2017
3.	Electromagnetic Nondestructive Evaluation of Tubes using Data Mining Procedure	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Vol. 209 (2017) pp. 012005	Savin A.; Iftimie N.; Vizureanu P.; Steigmann R.; Dobrescu G.S.	2017
4.	Evaluation of thin discontinuities in planar conducting materials using the diffraction of electromagnetic field	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Eng. Vol 227 Article Number: UNSP 012115 DOI: 10.1088/1757-899X/227/1/012115 Published: 2017	Savin A.; Novy F.; Fintova S.; Steigmann R.	2017
5.	Senzor ghid de undă cu structura din metamaterial pentru determinarea proprietăților dielectrice ale țesuturilor biologice (<i>in press</i>)	Examinări Nedestructive, octombrie 2017	Faktorová D.; Isteníková K.; Fabo P.; Steigmann R.; Savin A.	2017
6.	Structural Health Monitoring of wind turbine blades using different nondestructive testing	Proceedings of the IX th International Workshop NDT in Progress, Prague, Czech Republic, October 9 - 11, 2017,	Savin A.; Steigmann R.; Rosu D.; Stanciu M.D.; Faktorova D.; Dobrescu G.S.; Husaru D.;	2017

	methods	pp 93-102	Barsanescu P.D.	
7.	Monitoring technique for nanocrystalline stabilized zirconia from some medical prosthesis	Proceedings of the IX th International Workshop NDT in Progress, Prague, Czech Republic, October 9 - 11, 2017, pp 85-92	Savin A.; Craus M.-L., Turchenko V.; Bruma A.; Malo S.; Konstantinova T. E.; Burkhovetsky V.V.	
8.	Passive Metamaterials Structures Using in Microwave Nondestructive Testing	Proceedings of the IX th International Workshop NDT in Progress, October 9 - 11, 2017, Prague, Czech Republic, pp.10-15	Faktorová D.; Savin A.; Fabo P.; Isteníková K.; Iftimie N.; Steigmann R.	2017
9.	Wireless Sensors for Wind Turbine Blades Monitoring	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 209 (2017) pp. 012055	Iftimie N.; Steigmann R.; Danila N.A.; Rosu D.; Barsanescu P.D.; Savin A.;	2017
10.	The Assessing of the Failure Behavior of Glass/Polyester Composites Subject to Quasi Static Stresses	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Vol. 209, p. 012007	Stanciu, M.D., Savin, A. and Teodorescu-Draghicescu, H., 2017,	2017

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

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

Tip documet	Nr.total	Publicat în:
Hotărâre de Guvern		
Lege		
Ordin ministru		
Decizie președinte		
Standard		
Altele (<i>se vor preciza</i>)		

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

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site	1	www.phys-iasi.ro http://portal.meril.eu/ converisesf/ publicweb http://erris.gov.ro
Emisiuni TV		
Emisiuni radio		
Presă scrisă/electronică		
Cărți		
Reviste		
Bloguri		
Altele (<i>se vor preciza</i>)		

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

Tip	2017
Tehnologii	2
Procedee	1
Produse informatice	3 (1 cod numeric nou, 2 coduri upgraded)
Rețele	
Formule	
Metode	1
Altele asemenea:	
<i>Teste</i>	4 tipuri
<i>Materiale</i>	7 tipuri

<i>Produce</i>	7 tipuri, din care 1 model experimental de senzor inteligent cu metamateriale
----------------	--

Din care:

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

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM				
EPO				
USPTO				



4.4. Structura de personal:

Personal CD (Nr.)	2017
Total personal	73
Total personal CD	56
din care:	50
cu studii superioare	
cu doctorat	30
doctoranzi	3

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

Nr.	Nume și prenume	Grad	Funcția	CNP	Echivalent normă întreagă	Anul angajării	Nr. Ore/2017
1	Chiriac Horia	CS I	Responsabil tema		8,71/12	1967	1.475
2	Lupu Nicoleta	CS I	Responsabil tema		2,86/12	1997	484
3	Borza Firuta	CS I	Responsabil tema		11,53/12	1986	1.953
4	Buza Gheorghe	CS I	Participant		11,01/12	1991	1.864
5	Ovari Tibor Adrian	CS I	Responsabil tema		2,76/12	1993	468
6	Urse Maria	CS II	Responsabil tema		11,53/12	1976	1.952
7	Savin Adriana	CS II	Responsabil tema		10,84/12	1985	1.836
8	Darie Iulian	CS III	Participant		5,69/12	2003	964
9	Tibu Mihai	CS III	Participant		10,16/12	2001	1.720
10	Grigoras Marian	CS III	Participant		6,28/12	2002	1.063
11	Dobre Viorel	CS III	Participant		11,15/12	1986	1.888
12	Gaburici Maria	CS III	Participant		6,50/12	2009	1.100
13	Mohorianu Sergiu	CS III	Participant		9,21/12	1985	1.560
14	Grecu Mihaela	CS III	Participant		2,94/12	2015	498
15	Herea Dumitru Daniel	CS III	Responsabil tema		11,43/12	2001	1.936
16	Corodeanu Sorin	CS III	Participant		9,73/12	2003	1.648
17	Ababei Gabriel	CS III	Participant		5,67/12	2004	960
18	Stoian George	CS III	Participant		10,30/12	2006	1.744
19	Dragos Oana	CS III	Participant		11,48/12	2007	1.944
20	Nistor Ioan Cristian	CS	Participant		3,50/12	2015	592
21	Steigmann Rozina	CS	Participant		10,83/12	2000	1.834
22	Murgulescu Iulian	CS	Participant		7,48/12	2012	1.267
23	Grigoras Mihaela	CS	Participant		0/12	2005	0
24	Iftimie Nicoleta	CS	Participant		11,06/12	2001	1.872
25	Hlenschi Costica	ACS	Participant		6,24/12	2010	1.056
26	Donac (Damian) Alina	ACS	Participant		9,55/12	2011	1.617
27	Rotarescu Cristian	ACS	Participant		8,56/12	2012	1.450
28	Racila (Budeanu) Luiza	ACS	Participant		3,50/12	2012	592
29	Jitariu Andrei Claudiu	ACS	Participant		9,83/12	2010	1.664
30	Atitoie Alexandru	ACS	Participant		0/12	2013	0
31	Nedelcu Ovidiu	ACS	Participant		2,79/12	2014	472
32	Radu Ecaterina	ACS	Participant		3,25/12	2014	550
33	Corodeanu Cristina	Fiz.	Participant		7,23/12	2003	1.224
34	Gherghel Mihai	Ing.	Participant		11,29/12	1982	1.912
35	Porcescu Marieta	Ing.	Participant		11,53/12	1985	1.952
36	Mocanu Alexandru	Ing.	Participant		11,53/12	2005	1.952
37	Danila Narcis	Ing.	Participant		10,35/12	2014	1.753

38	Mocanu Manuela	Ing.	Participant		11,10/12	1999	1.880
39	Dobrescu Gabriel	Ing.	Participant		9,86/12	2010	1.670
40	Surdu Georgiana	Ec.	Participant		6,76/12	2007	1.144
41	Cojocaru (Cozma) Cristina	Ec.	Participant		0/12	2006	0
42	Rosu Tudor	Ec.	Participant		11,02/12	2002	1.866
43	Nutu Carmen	SubIng.	Participant		6,79/12	1986	1.149
44	Duta Sergiu	Tehn.	Participant		11,34/12	1996	1.920
45	Stoica Remus	Tehn.	Participant		10,96/12	1985	1.856
46	Caslaru Laurentiu	Tehn.	Participant		11,57/12	1988	1.960
47	Pascalu Mircea	Tehn.	Participant		10,96/12	2001	1.856
48	Ureche Oana	Tehn.	Participant		7,70/12	2006	1.304
49	Barbieru Constantin	Muncitor	Participant		10,82/12	1979	1.832
50	Tinjala Constantin	Muncitor	Participant		11,34/12	2000	1.920
51	Ghemes Iulian Adrian	CS III	Participant		11,34/12	2014	1.920
52	Ghemes Crina	CS III	Participant		11,27/12	2014	1.908
53	Tugui Catalin	Tehn.	Participant		7,84/12	2015	1.328
54	Dumitrache Aida	Ec.	Participant		3,21/12	2017	544
55	Balan Ana Maria	Mark	Participant		10,36/12	2016	1.755

* 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 conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, reținerii și precizării contextului în care au fost obținute;

Nr. crt.	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.	Pompa programabila pentru seringi (programmable microfluidics syringe pump)	20.04.2017	8.397	PN 16 37 01 02	8.397,00	60
2.	Laptop Acer Aspire F5-573G-55FT	08.05.2017	3.214	PN 16 37 01 01	3.214	80
3.	Sistem de masura cu fibra optica FS22-Dinamic cu integrator optic sn 046840200600, 2 softuri prelucrare date sn CAE2061750200047; MOI_061740000001; 2 Senzori optici sn 046840626350-B; 046840626351-C	22.08.2017	104.071	PN 16 37 02 02	46.652	70
4.	Laptop i7 DELL, RA, 8 Gb, Hdd 512 SSD, placa video 4 Gb, cu licenta Windows 10 si licenta	09.10.2017	7.868	PN 16 37 02 02	7.868	80

	Microsoft Office 2016 Home and Business					
5.	Licente Norton Antivirus Security	09.10.2017	5.255	PN 16 37 02 02	5.255	80
6.	Accesoriu pentru Generator de semnal "Agilent" - 83712A (Inventar 2576) - Cascade Microtech ACP40-Lm-GSG	01.11.2017	7.019	PN 16 37 01 02	7.019	60
7.	Copiator Konica Minolta BIZHUB C 258 set cu DF 629 DK 510	08.12.2017	16.000	PN 16 37 02 02	16.000	50
8.	Distilator apa 8l/ora, Hydro, cod 810HYD0008	08.12.2017	13.266	PN 16 37 02 03	13.266	90
9.	Echipament de corodare cu fascicul de ioni	11.12.2017	159.161,00	PN 16 37 01 02; PN 16 37 02 02; PN 16 37 02 03	159.161,00	70
10.	Laptop HPX 360, 1030Ghz	14.12.2017	15.320	PN 16 37 02 02	15.320	80
11.	Laptop I7 Dell, 8 Gb Ram, 256SDD, Windows 10, licenta MS Office Home and Business	18.12.2017	7.631	PN 16 37 02 02	7.631	80



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

	Nr.	Tip
Proiecte internaționale	1	Program P3 - Bilateral/Multilateral - Proiect de cercetare internațional cu JINR Dubna Rusia - tema 04-4-1121-2015/2017 "Zirconia thin films deposited on special alloys. Synthesis, electric and magnetic properties"
Proiecte naționale	17	Participarea la competiții de proiecte programate din PNCD III: ✓ Program P1 //Subprogram P1.2 - Performanță instituțională : 14 propuneri de proiecte complexe realizate în consorții CDI, din care 5 proiecte la care INCDFT-IFT Iași a fost coordonator.

6. Rezultate transferate în vederea aplicării:

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

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

În cadrul proiectelor dezvoltate în Programul nucleu - 3MAP au fost desfășurate și o serie de activități de cercetare care au constituit tematici pentru teze de doctorat, din care **trei teze de doctorat** s-au finalizat în anul 2017 cu prezentarea lor publică și anume:

- Contribuții la studiul sistemelor de straturi subțiri magnetorezistive cu aplicații în senzori magnetici (doctorand Andrei Claudiu JÎTARIU, coordonator științific: CS I. Dr. Horia CHIRIAC)
- Fire magnetice amorfe și nanocristaline pentru aplicații în senzori magnetomecanici (doctorand: Alina DAMIAN - căs. DONAC; coordonator științific: CS I Dr. Horia CHIRIAC)
- Contribuții privind obținerea și caracterizarea pulberilor magnetice nanocristaline Fe-Cu-Nb-Si-B (doctorand Luiza Camelia BUDEANU - căs. RACILA, coordonator științific: CS I, Dr. Horia CHIRIAC)

8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:

În anul 2017, 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:

- **22 lucrări științifice publicate/acceptate pentru publicare/trimise spre publicare**, din care: **12 lucrări** în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul; **10 lucrări** în alte publicații relevante;
- **23 lucrări științifice** comunicate la manifestări științifice (9 conferințe, 1 congres, 1 seminar, 3 workshop-uri);
- **1 capitol de carte** publicat într-o carte editată în stăinătate.

Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea: 17 rapoarte de fază; 26 studii teoretice și experimentale; 3 tipuri de scheme electrice pentru sisteme de măsurare.

Tehnologii/procedee/teste, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea: 2 tehnologii, 4 tipuri de teste, 3 coduri numerice (1 cod nou și 2 upgrade), 1 metodă.

Materiale/modele fizice/produse, etc.:

- **7 tipuri de materiale** (nanoparticule magnetice pentru aplicații medicale; noi tipuri de metamateriale, fire magnetice superelastice; microfibre amorfe și nanocristaline cu proprietăți magnetice și magnetoelastice reproductibile; straturi subțiri și groase magnetice dure);
- **7 tipuri de produse** (sisteme de senzori 3D; 1 senzor GMI și 1 senzor GMR; 1 senzor magnetic de forță/presiune; 1 senzor magnetic de deplasare, 1 sistem de detecție a poziției unui obiect).

Activitățile de cercetare dezvoltate în anul 2017 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: Energie, Mediu și Schimbări Climatice, Eco-Nano-Tehnologii și Materiale Avansate;

Sănătate, care au constituit tematici pentru noi propuneri de **proiecte de cercetare** teoretică și aplicativă cu care institutul a participat la competițiile organizate în anul 2017 în programe de cercetare naționale și internaționale. În anul 2017, institutul a participat cu un număr de **14 propuneri de proiecte** la competiția organizată în cadrul planului național PN III - Program P1 /Subprogram P1.2 - Performanță instituțională.

O parte din activitățile de cercetare dezvoltate în cadrul Programului nucleu - 3MAP au constituit tematici pentru **trei teze de doctorat** care s-au finalizat în anul 2017 cu prezentarea publică a acestora.

DIRECTOR GENERAL,
Dr. LUPU Nicoleta

DIRECTOR DE PROGRAM,
Prof. Dr. CHIRIAC Horia

CONTABIL ȘEF,
POPESCU Maria