

## Rezumat

În rezultatul perfecționării proceselor tehnologice, necesare fabricării fiabile și reproductibile a nanostructurilor compozite cu destinații în electronică și spintronică, s-au obținut structuri complexe din straturi feromagnetice (aliaje CuNi, Ni și Co) și supraconductoare (Nb). Elaborarea dispozitivelor ce funcționează în baza efectelor care se manifestă la interfețele de contact supraconductor/feromagnet necesită dezvoltarea unei tehnologii de vid adaptate fabricării structurilor multistrat. Utilizarea tehnologiei de fabricatâre a nanostructurilor prin depunere magnetron a asigurat o calitate perfectă a interfețelor de contact supraconductor/feromagnet, ceea ce condiționează manifestarea fenomenelor cercetate: supraconductibilitatea tripletă și efectul proximiti invers.

Stabilirea corelației verticale a rugozităților la interfațe și influența lor asupra efectului de proximitate între stratul feromagnetic și supraconductor asigură obținerea unor structuri omogene, care este necesară la reproducerea parametrilor în procesul de elaborare a dispozitivelor în spintronică.

Investigațiile stărilor supraconductoare neomogene efectuate prin metoda reflectometriei neutronilor polarizați au evidențiat elemente din structura fină a supraconductibilității triplete și a efectului proximiti invers la interfața structurii supraconductor-feromagnetic.

În rezultatul cercetării proprietăților nanostructurilor (Nb/Cu-Ni) obținute pe diferite substraturi de siliciu și safir s-a constatat că schimbarea substratului practic nu influențează transparența pentru perechile Cooper la interfață. A fost înregistrată o creștere de 10% a temperaturii critice  $T_c$  a stratului supraconductor de Nb, care se explică prin creșterea parcursei libere medii a electronilor, cauzată de suprimarea numărului de electroni care se reflectă difuziv la interfață.

În bicristale izolatorului topologic tip 3D (Bi – Sb) s-au depistat două faze supraconductoare, condiționate de modificările suprafeței Fermi la interfețe. Depistarea simultană a supraconductibilității și a feromagnetismului slab este cauzată de reorientarea spinilor purtătorilor de sarcină după interacțiunea acestora cu dezordinile de structură în straturile componente ale interfețelor bicristalelor.

Studiul magnetorezistenței microfidelor de Bi în câmpuri magnetice pînă la 35 T a evidențiat unele anomalii poziționate în câmpuri magnetice mult mai înalte ca limita cuantică a electronilor. S-a stabilit că ultimul nivel Landau al electronilor posedă o structură complexă influențată de interacțiunea electron-fonon, care poate cauza tranziții de fază de ordinul I, reflectate prin anomalii în coeficienții de transport în câmpuri magnetice puternice.

Valva de spin de tip tripletă a fost realizată în compoziția complexă din supraconductorul singlet Nb și 2 metale feromagnetice F1(Cu<sub>41</sub>Ni<sub>59</sub>) și F2(Co). În rezultatul investigației amplitudinii semnalului de comutare a vlei de spin în dependență de dimensiunea stratului feromagnetic s-a

stabilit diapazonul optimal de dimensiuni în care se înregistrează maximul efectului de comutare la funcționarea valvei de spin.

În nanostructurile compuse din supraconductor și 2 metale feromagnetice s-a obținut o aliniere colineară a vectorilor de magnetizare prin aplicarea unui câmp magnetic extern paralel cu straturile heterostructurii și utilizarea axei de magnetizare intrinsecă perpendiculară la pelicula Cu-Ni în conjuncție cu schimbul de polarizare între stratul feromagnetic și antiferomagnetic. Efectul triplet valvă de spin a fost investigat pentru diferite grosimi ale stratului F1 și sa constatat că diminuează odată cu creșterea grosimii F1. Rezultatul obținut este în concordanță cu teoria microscopică, care prezice dispariția efectului triplet valvă de spin în cazul dimensiunii stratului feromagnetic mai mică de 0.3 până la 0.4 ori în comparație cu parcursa de coerență magnetică.

În rezultatul studiului evoluției stărilor magnetice în nanostructuri feromagnetic/metal/feromagnetic/supraconductor (F/M/F/S) prin metoda reflectometriei cu neutroni polarizați s-a determinat dependența unghiului de înclinare a momentului magnetic al straturilor de Co în funcție de câmpul magnetic aplicat. Dependența obținută asigură stabilirea unui diapazon optimal al câmpului magnetic, necesar efectului de comutare la funcționarea valvei de spin.

La investigarea tranzițiilor supraconductoare în F/M/F/S s-a stabilit că valoarea temperaturii critice  $T_c$  depinde de istoria câmpului magnetic aplicat în plan paralel peliculelor din structură.

În rezultat a fost observat efectul valva de spin cu comutare completă din starea supraconductoare în starea cu conductivitate normală, iar sistemul complex cercetat ar putea prezenta un element de memorie magnetică cu acces aleatoriu (MRAM-element).

În rezultatul examinării configurațiilor posibile ale nanostructurilor funcționale multistrat pe bază de feromagnet/supraconductor/feromagnet s-a constatat că structura investigată posedă caracteristicile necesare pentru implementarea practică în spintronică și poate servi ca un nou element de bază în electronica rapidă superconductoare.

Ca rezultat s-a propus un element de memorie nou cu o legătură slabă a joncțiunii Josephson, realizat în forma unei structuri periodice supraconductor/feromagnet, la care vectorul alinierii magnetice poate fi comutat între stările antiparalele și paralele prin utilizarea unui câmp magnetic exterior mic - doar 25-30 Oersted.

Rezultatele obținute în cadrul proiectului sunt reflectate în 3 monografii la editura Springer, 6 capitole în monografia internațională, 15 articole publicate în reviste cu impact factor, 7 articole în reviste naționale, 84 rapoarte prezentate și publicate în culegeri la conferințe și 8 brevete de invenție acordate.