

Rezumat

În ultimii ani, producerea materialelor funcționale a devenit o preocupare în continuă dezvoltare, a cercetărilor, datorită aplicațiilor tehnologice tot mai numeroase în microelectronică, tehnica de calcul, memorii dielectrice (RAM) / magnetice (MRAM), spintronică, senzori electronici, răcirea magnetică, etc. În acest sens, controlul proprietăților materialelor prin diferite metode (cum ar fi doparea, substituirile unor atomi cu alții diferiți, aplicarea unei presiuni hidrostatice, a câmpurilor electrice și magnetice, a radiației electromagnetice, etc.), a făcut posibilă apariția unor fenomene extrem de interesante cum ar fi supraconductibilitatea și magnetorezistența colosală, polarizarea aproape totală a spinilor electronilor, mai ales în cazul compușilor cu *structura cristalină de tip perovskit sau înrudită*. Proprietățile fizice complexe ale acestor compuși ai metalelor de tranziție rezultă din corelarea electronilor d conducând la cuplajul gradelor de libertate de sarcină, de spin și de rețea ceea ce face și extrem de dificilă înțelegerea și descrierea teoretică a acestor sisteme.

Această teză de abilitare, prezintă rezultatele obținute de autor în urma cercetărilor științifice efectuate asupra unor compuși de tipul menționat, cei mai mulți fiind oxizi complecși ai metalelor de tranziție. Alături de acești oxizi, am inclus și compusul intermetalic cu structura cristalină de tip perovskit MgCNi_3 și care prezintă, la temperaturi joase, o interesantă supraconductibilitate neconvențională (în sensul unor abateri semnificative ai unor parametri caracteristici supraconductibilității de la valorile anticipate de teoria BCS).

După o scurtă descriere a proprietăților generale (structurale, electrice și magnetice) a claselor de materiale pe care le-am studiat, rezultatele obținute sunt prezentate prin prisma unor anumite proprietăți specifice puse în evidență în materiale analizate. Pentru a oferi o imagine concisă a acestor proprietăți, rezultatele mele sunt prezentate în contextul cercetărilor efectuate în comunitatea științifică fie pentru comparare, fie pentru completare cu rezultatele unor alți autori.

O proprietate caracteristică a oxizilor complecși de Mn și Co a „manganitelor” și respectiv a „cobaltitelor” constă în *separarea de faze*. Acest scenariu, descris în Capitolul 3 se referă la posibilitatea, ca în starea fundamentală, sistemul să conțină faze macroscopice care coexistă, separate una de cealaltă- cum ar fi regiuni bogate în goluri și regiuni sărace în goluri, și care au comportări magnetice diferite. Am arătat câteva căi de control al fracției acestor regiuni, modificând diverși parametri. Alături de măsurători magnetice convenționale, am utilizat și măsurători de spectroscopie de relaxare a spinului miuonilor μSR , care ne-a permis, cel mai adesea confirmarea acestui scenariu. Utilizând acest scenariu au fost interpretate proprietățile magnetice ale unor astfel de compuși. Comportarea de tip „sticlă de spin” (sau cluster-glass), evidențiată în acești compuși a fost interpretată ca fiind un efect al separării de faze prezente în sistem. În Secțiunea 4 am prezentat proprietăți de transport de sarcină în oxizi complecși ai metalelor de tranziție: în manganite, cobaltite, dublu-perovskite. Proprietățile electrice și magnetice ale rutenatilor pe bază de Ba și La studiate aici, sugerează evidența unei tranziții de fază cuantică 1 D, și respectiv, prezența fluctuațiilor feromagnetice cuantice. În finalul acestei secțiuni este descris efectul de electrorezistență și dependența lui de câmpul magnetic aplicat într-un sistem compozit (manganită/ BaTiO_3). În secțiunea 6, sunt analizate în detaliu transformările de fază magnetice și fenomenele critice în apropierea temperaturii Curie, pentru manganite pe bază de (Pr, Ba) și (La, Ca) și

în cobaltite pe bază de (Pr, Sr). Exponenții critici estimați prin fitări cu „legi de scală” (metoda MAP – diagrama Arrot modificată) - au indicat, în zona temperaturii Curie, comportări de tip model Heisenberg 3 D, caracteristic ordinii de scurtă rază de acțiune pentru manganite, și comportări de tip model câmp molecular, de lungă rază de acțiune pentru cobaltite. Tipul, adică, ordinul tranziției de fază feromagnet-paramagnet, este foarte important în cazul efectului magnetocaloric în materiale care prezintă potențial de a fi utilizate în refrigerarea magnetică. Acest efect a fost intens studiat în diferite materiale magnetice în contextul evitării problemelor legate de deprecierea stratului de ozon indusă de utilizarea freonilor în refrigeratoarele convenționale. În secțiunea următoare (6), efectul magnetocaloric al unor manganite și cobaltite (aceleași care au fost studiate în secțiunea precedentă) și în soluții solide manganite-cobaltite. Rezultatele obținute au indicat, valori ridicate pentru variația de entropie magnetică și a puterii relative de răcire, valori care se situează în domeniul acelorale materialelor care au fost evidențiate ca prezentând potențial de a fi utilizate în răcirea magnetică. Fenomenul de supraconductibilitate, continuă să stârnească interes atât din punct de vedere al aplicațiilor practice posibile cât și a aspectelor legate de înțelegerea mecanismului prin care se manifestă în materiale, și de ce acesta este diferit față de cel prezis de teoria BCS în unele materiale. În secțiunea 7, este prezentat modul în care ionii magnetici de Ni și excesul de goluri pot deprecia supraconductibilitatea în cuprații Y123. Apoi am analizat modul în care impuritățile și alte defecte afectează forțele de pinning și cuplajul Josephson dintre regiunile supraconductoare și dependența densității de curent critic de temperatură în cazul supraconductorilor pe bază de Bi-2223. Secțiunea se încheie prin prezentarea proprietăților electrice și magnetice ale supraconductorului intermetalic, cu structura de tip perovskit, $MgCNi_3$. Măsurătorile efectuate au permis determinarea principalilor parametri supraconductorii, care prezintă abateri importante de la valorile prezise de teoria BCS. Această comportare este pusă pe seama existenței unor stări legate Andreev care apar în cazul supraconductibilității de undă non-s sau a supraconductibilității multibandă (dar de undă - s).

Direcțiile de cercetare viitoare sunt menționate pe scurt în secțiunea 8 a tezei și vizează, alături de continuarea cercetărilor asupra proprietăților fizice ale oxizilor complecși ai metalelor de tranziție sub formă policristalină, antamarea cercetărilor asupra acestor compuși sub forma de straturi subțiri în special pentru realizarea unor sisteme multiferoice și pentru aplicații în spintronică. Aceste direcții vor veni în completarea studiilor experimentale desfășurate, în special cu studenții de la masterat, în cadrul disciplinelor care abordează fenomenele de transport în solid sau complemente de fizica solidului.