

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80013.5007.07RE

Denumirea Proiectului Conectarea cercetării în dezvoltarea inovatoare de nanostructuri funcționale noi, metode avansate de modelare computațională și aplicații în monitorizarea mediului, medicină și inginerie (BRIDGE)

Au fost examinate metamateriale magnetice artificiale - configurațiile posibile ale nanostructurilor funcționale multistrat pe bază de feromagnet/supraconductor/feromagnet destinate elaborării elementelor de bază în dispozitive spintronice. În rezultatul analizelor structurale a probelor supraconductor-feromagnet obținute s-a constatat că calitatea înaltă a structurii asigură condițiile necesare manifestării efectului spin-valve. A continuat cercetarea detaliată a efectelor secundare inerente procesului de manifestare a efectului spin-valve în structuri multistrat. Datorită efectului spin-valve, lungimea caracteristică de penetrare a parametrului de comandă depinde de orientarea reciprocă a vectorilor de magnetizare a straturilor magnetice. Calculele efectuate în baza ecuațiilor Usadel au indicat că în rezultatul schimbării reciproce a vectorilor de magnetizare de la antiparalel la paralel în straturile vecine feromagnetice se va realiza o creștere importantă a curentului critic prin joncțiune. Ca rezultat, s-a propus un element de memorie nou cu o legătură slabă a joncțiunii Josephson, realizată ca o structură periodică S/F, iar alinierea magnetică poate fi comutată între stările antiparalel și paralel prin utilizarea câmpului exterior mic de doar 25-30 Oersted. 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. Un rezumat a fost depus pentru o prezentare comună pe tema „Metamateriale magnetice artificiale - stabilitatea condițiilor de reconfigurare a funcționalităților spintronice” la DPG Frühjahrstagung din luna martie 2026 la Dresda. Au fost examinate proprietățile oxidului de zinc tetrapodal (t-ZnO) și rolul geometriei tridimensionale asupra performanței în compozite și aplicații biomedicale. A fost demonstrat faptul că absorbția vitaminei B12 la pacienții cu deficit este similară pentru toate tipurile, până când aceasta este convertită de CblC (numită și MMACHC). Această chaperonă de procesare inițiază etapele inițiale și supraveghează calea de transport. La această etapă, formele de vitamina B12 sunt transformate în formele lor active în corpul uman. Toate formele de vitamina B12 administrate pacienților cu deficit în acest moment interacționează cu ionii de glutatation, formând o pereche de orbitali intermoleculari HOMO-LUMO pe modelul combinat al ambilor reactivi. Această interacțiune provoacă un transfer semnificativ al densității electronice de la ionii de glutatation la forma de vitamina B12, determinat de o cuplare orbitală puternică între orbitali, cunoscută sub numele de efect pseudo-Jahn-Teller. Legăturile Co-C și Co-O se rup, iar formele respective de vitamina B12 câștigă un electron, permițându-le să participe la ciclurile catalitice ale formei active în interiorul corpului. În mod similar, atunci când formele de vitamina B12 sunt administrate pacienților cu deficit și interacționează cu agenți biologici precum nicotinamid adenin dinucleotidă fosfat, flavin mononucleotidă sau flavin adenin dinucleotidă, legăturile Co-C și Co-O se rup, iar atomul central de cobalt este redus cu un electron, cu efecte similare. Drept urmare, activitatea formelor active din corpul uman este mai mică la tratamentul cu cianocobalamina decât cu alte forme, cum ar fi metilcobalamina. A fost organizată participarea partenerilor de proiect la ediția a VI-a a Conferinței științifico-practice „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu” pe 14 noiembrie 2025, cu prezentarea aspectelor inedite ale naturii legăturii chimice în enzimele dependente de corrinoid în decursul proceselor biochimice din corpul uman, a impactului macroscopic al arhitecturii la scară nanometrică în baza compusului oxidului de zinc tetrapodal. Este permanent actualizat site-ul laboratorului și sunt publicate online materialele de diseminare, <http://ephysimlab.usm.md/>.

Artificial magnetic metamaterials were examined - possible configurations of functional multilayer nanostructures based on ferromagnet/superconductor/ferromagnet intended for the development of basic elements in spintronic devices. As a result of structural analyses of the obtained superconductor-ferromagnet samples, it was found that the high quality of the structure provided the necessary conditions for the manifestation of the spin-valve effect. Detailed research of the side effects inherent in the process of manifestation of the spin-valve effect in multilayer structures was continued. Due to the spin-valve effect, the characteristic penetration length of the control parameter depends on the mutual orientation of the magnetization vectors of the magnetic layers. Calculations performed using the Usadel equations indicated that because of the mutual change of the magnetization vectors from antiparallel to parallel in the neighboring ferromagnetic layers, a significant increase in the critical current through the junction can be achieved. As a result, a new memory element with a weak Josephson junction coupling, realized as a periodic S/F structure, was proposed, and the magnetic alignment could be switched between antiparallel and parallel states by using a small external field of only 25-30 Oersted. As a result of examining the possible configurations of the ferromagnet/superconductor/ferromagnet-based multilayer functional nanostructures, it was found that the investigated structure possesses the necessary characteristics for practical implementation in spintronics and can serve as a new basic element in fast superconducting electronics. An abstract has been submitted for a joint presentation on the topic "Artificial magnetic metamaterials - stability of reconfiguration conditions of spintronic functionalities" at the DPG Spring Meeting in March 2026 in Dresden. The properties of tetrapodal zinc oxide (t-ZnO) and the role of its three-dimensional geometry on performance in composites and biomedical applications were examined. The absorption pathway of vitamin B12 in patients with deficiency is similar for all types until it is converted by CblC (also called MMACHC). This processing chaperone initiates the initial steps and oversees the trafficking pathway. At this stage, vitamin B12 forms are converted to their active forms in the human body. All forms of vitamin B12 administered to deficient patients at this point interact with glutathione ions, forming a pair of HOMO-LUMO intermolecular orbitals on the combined model of both reagents. This interaction causes a significant transfer of electron density from the glutathione ions to the vitamin B12 form, driven by strong orbital coupling between the orbitals, known as a pseudo-Jahn-Teller Effect. Co-C and Co-O bonds break and the respective vitamin B12 forms gain one electron, allowing them to participate in catalytic cycles of the active form inside the body. Similarly, when vitamin B12 forms are given to deficient patients and interact with biological agents such as nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, flavin mononucleotide, or flavin adenine dinucleotide, the Co-C and Co-O bonds break, and the central cobalt atom is reduced by one electron, with similar effects. As a result, the activity of the active forms in the human body is lower when treating patients with cyanocobalamin than with other forms, such as methylcobalamin. The 6th edition of the Scientific-practical Conference "Advanced Physical Technologies with the UVS application in Monitoring and Modeling of Environmental Factors" was organized on November 14th, 2025, with the presentations of the project partners on novel aspects of the chemical bond nature in corrinoid-dependent enzymes within human biochemical processes and macroscopic impact of nanoscale architecture based on tetrapodal ZnO. The laboratory site is constantly updated, and the dissemination materials are published online, <http://ephysimlab.usm.md/>.

Coordonatorul de proiect

Sprincean Veaceslav
(numele, prenumele)


(semnătura)

Data: 04.12.2025

L.Ș.

