

**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023****Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă****Cifrul proiectului 20.80009.5007.08**

Au fost efectuate simulări numerice ale comportamentului dinamic al laserelor semiconductoare cu mediu activ gropi și puncte cuantice utilizând diferite modele elaborate în cadrul proiectului. Au fost raportate rezultate teoretice privind stabilitatea lungimii de undă a unui amplificator de putere în baza unui oscilator master cu mai multe secțiuni care emite la o lungime de undă de 1064 nm. Sunt raportate rezultatele studiului teoretic al proprietăților dinamice ale laserelor DBR supuse unui feedback optic extern de la o oglindă situată la distanță. Analiza bifurcațională a ecuațiilor obținute pentru timpi mari ai feedback-ului confirmă formula simplă Helms-Petermann pentru limita de stabilitate calculată și cu parametri renormalizați. Astfel, prin aplicarea acestei formule s-a demonstrat o limită de stabilitate apropiată de 100%, reducând drastic constanta de cuplare  $\kappa$  a rețelei DBR. Au fost obținute rezultate ale investigațiilor teoretice a generării impulsurilor cu durată mai mică de 10 ps de către laserul InGaN cu două secțiuni. S-a studiat principiul generării impulsurilor și influența diferitor parametri precum lungimea secțiunii de comutare și lungimea de undă asupra stărilor staționare și comportamentului dinamic. Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu o dependență puternică a forței coercitive a firului sensibil de tensiunea de întindere la deformații elastice. Rezultatele obținute confirmă aplicabilitatea structurilor cu microfibre pe bază de aliaje feromagnetice în proiectarea și implementarea senzorilor de deformații pentru diverse aplicații non-contact. Astfel de structuri electronice non-contact se pretează la realizarea dispozitivelor încorporate inteligente pentru aplicații avansate IoT, în particular IIoT. A fost efectuat studiul măsurilor cantitative pentru evaluarea modelelor comportamentale orientate spre controlul proceselor complexe și s-a propus o metodă de estimare a acurateții modelelor construite cu rețele neuronale, având la bază calcularea erorii medii pătratice normalizate relativ la valoarea de referință prezisă de model. În cercetările efectuate asupra aliajelor Bi-Sb ca perspectivă de izolator topologic, s-a depistat că oscilațiile cuantice ale efectului Hall longitudinal și ale magnetorezistenței în bicristale cu interfața cristalitelor de înclinație și de torsiune prezintă pentru diferite probe una sau două tranziții supraconductoare cu diferite temperaturi critice și bucle de histeresis magnetic specifice supraconductorilor puternici de tip II, sau caracteristici duale - supraconductoare și feromagnetice. Au fost raportate exemple de obținere a efectului de bistabilitate în mecanică, cu demonstrarea experimentală a acestui efect. A fost îmbunătățit modelul fizic existent pentru cristalele de TTT2I3 și TTT(TCNQ)2 prin suplimentare cu dependența de temperatură a constantei rețelei cristaline. Au fost deduse expresiile analitice pentru conductivitatea electrică, conductivitatea termică electronică și factorul de putere în cadrul modelului fizic nou și a fost calculat voltajul generat și coeficientul de performanță la refrigerare pentru un cuplu  $p-n$  format din aceste cristale. Au fost identificate regimurile de funcționare optimă, ca funcție de parametri variabili (concentrația purtătorilor de sarcină, impurități, temperatură). S-a demonstrat că coeficientul de performanță poate atinge valori de până la 0.4 în condiția optimizării cristalelor. Astfel de dispozitive își pot găsi aplicații în sistemele de aer condiționat, frigidere, sau pentru răcire locală (răcirea dispozitivelor electronice, aplicații biomedicale).

Numerical simulations of the dynamic behavior of semiconductor lasers with active medium quantum well and dots were performed using different models developed within the project. Theoretical results on the wavelength stability of a power amplifier based on a multi-section master oscillator emitting at a wavelength of 1064 nm have been reported. The results of the theoretical study of the dynamic properties of DBR lasers subjected to external optical feedback from a remotely located mirror are reported. The bifurcation analysis of the equations obtained for large feedback times confirms the simple Helms-Petermann formula for the calculated stability limit and with the renormalized parameters. Thus, by applying this formula, a stability limit close to 100% was demonstrated, drastically reducing the coupling constant of the DBR network. Results of theoretical investigations of the generation of pulses with duration less than 10 ps by the two-section InGaN laser have been reported. The principle of pulse generation and the influence of various parameters such as switching section length and wavelength on steady states and dynamic behavior were studied. Experimental investigations of microwire structures made on the basis of ferromagnetic alloys with a strong dependence of the coercive force of the sensitive wire on the tensile stress at elastic deformations were carried out. The obtained results confirm the applicability of microwire structures based on ferromagnetic alloys in the design and implementation of strain sensors for various non-contact applications. Such non-contact electronic structures lend themselves to the realization of smart embedded devices for advanced IoT applications, in particular IIoT. The study of quantitative measures for the evaluation of behavioral models oriented towards the control of complex processes was carried out and a method was proposed to estimate the accuracy of models built with neural networks, based on the calculation of the normalized mean squared error relative to the reference value predicted by the model.

In research on Bi-Sb alloys as a topological insulator perspective, it was found that quantum oscillations of the longitudinal Hall effect and magnetoresistance in bicrystals with the interface of tilt and torsion crystallites show for different samples one or two superconducting transitions with different critical temperatures and magnetic hysteresis loops specific to strong type II superconductors, or dual characteristics - superconducting and ferromagnetic. Examples of achieving the bistability effect in mechanics have been reported, with experimental demonstration of this effect.

The existing physical model for  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  and  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  crystals was improved by adding the temperature dependence of the crystal lattice constant. Analytical expressions for electrical conductivity, electronic thermal conductivity and power factor were derived within the new physical model and the generated voltage and cooling performance coefficient for a p-n couple formed from these crystals were calculated. The optimal operating regimes were identified as a function of variable parameters (concentration of charge carriers, impurities, temperature). It has been shown that the performance coefficient can reach values up to 0.4 under the condition of crystal optimization. Such devices can find applications in air conditioning systems, refrigerators, or for local cooling (cooling of electronic devices, biomedical applications).