

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifrul proiectului **25.80015.5007.02POE**

Denumirea Proiectului **Înregistrarea combinată a hologramelor prin metode holografice și fascicul de electroni cu elemente de protecție complexe**

În anul 2025, proiectul a atins principalele etape planificate, realizând atât cercetări teoretice, cât și experimentale, și generând rezultate științifice semnificative în domeniul opticii difractive și al micro- și nanostructurilor fotosensibile. Activitățile desfășurate au inclus în primul rând modelarea matematică a hologramelor combinate și simularea performanței acestora utilizând software-ul MatLab. Această etapă a permis estimarea eficienței de difracție în funcție de parametrii rețelelor de fază, cum ar fi adâncimea reliefului, factorul de umplere și adâncimea de modulare a indicelui de refracție. A fost elaborat un program original pentru calculul intensităților difractate și eficienței de difracție pentru rețele cu profil arbitrar și adâncime variabilă, ceea ce a constituit baza pentru optimizarea parametrilor hologramelor combinate și pentru proiectarea micro- și nanostructurilor cu eficiență maximă.

În plan experimental, s-au realizat înregistrări electrono-laser și holografice directe pe materiale fotosensibile avansate, inclusiv azopolimeri și sticle calcojenice nanostructurate. A fost demonstrată formarea de pixeli 3D și linii de relief cu înălțimi de până la 150 nm, evidențiind contribuția masoperenosului în configurarea reliefului suprafeței. S-a investigat influența factorului de umplere și a adâncimii de fază asupra eficienței difracției pentru ordinele 0–6, constatându-se posibilitatea reglării precise a direcției și intensității luminii difractate prin modificarea parametrilor rețelei. Au fost obținute rezultate experimentale coerente cu predicțiile modelării numerice, demonstrând validitatea abordării combinate holografice și cu fascicul de electroni.

Pe parcursul anului, au fost efectuate deplasări internaționale și colaborări experimentale cu Pavol Jozef Šafárik University (Slovacia), University of Debrecen (Ungaria), Kaunas University of Technology și FTMC (Lituanie), care au facilitat sinteza materialelor fotosensibile, modelarea hologramelor și înregistrarea lor combinată.

În cadrul proiectului au fost definite tematica finală, structura consorțiului, contribuțiile partenerilor și posibilitățile lor infrastructurale. Au fost realizate cercetări comune privind modelarea difracției hologramelor, selecția materialelor fotosensibile și dezvoltarea tehnologiei de înregistrare a hologramelor combinate cu eficiență ridicată de difracție. A fost intensificată colaborarea cu centre europene și schimbul de informații științifice. Ca rezultat, a fost identificat apelul relevant Orizont Europa și au fost depuse două proiecte:

1. **MSCA Doctoral Networks „OpticsForBio”** – Innovative materials, advanced artificial intelligence designs, and emerging technologies for cutting-edge diffraction optics in bioimaging (project ID: 101312811, Call: HORIZON-MSCA-2025-DN-01), cu un consorțiu internațional de 12 parteneri, coordonat de Institutul de Fizică Aplicată, Universitatea de Stat din Moldova.
2. **CSA „VISION – European excellence initiative for ValorISatION of Nature-inspired materials”** (project ID: 101311229, call: HORIZON-WIDERA-2025-01), coordonat de Brno University of Technology, Cehia, cu 12 parteneri, inclusiv Institutul de Fizică Aplicată al USM.

Rezultatele proiectului au fost **diseminate prin prezentări la conferințe internaționale și naționale**, incluzând rapoarte keynote și rapoarte invitate, demonstrând progresul în modelarea și optimizarea hologramelor combinate, micro-patterning-ul avansat și analiza performanțelor difractive.

Conducatorul de proiect dr. Meșalchin Alexei

Data: 20.09.2026





In 2025, the project reached the main planned milestones, carrying out both theoretical and experimental research and generating significant scientific results in the field of diffractive optics and photosensitive micro- and nanostructures. The activities carried out included primarily the mathematical modeling of combined holograms and the simulation of their performance using MatLab software. This stage allowed the estimation of diffraction efficiency depending on phase grating parameters, such as relief depth, duty cycle, and refractive index modulation depth. An original program was developed to calculate diffracted intensities and diffraction efficiency for gratings with arbitrary profiles and variable depth, which provided the basis for optimizing the parameters of combined holograms and for designing micro- and nanostructures with maximum efficiency.

Experimentally, electron-beam and direct holographic recordings were performed on advanced photosensitive materials, including azopolymers and nanostructured chalcogenide glasses. The formation of 3D pixels and relief lines with heights up to 150 nm was demonstrated, highlighting the contribution of mass transport in shaping the surface relief. The influence of duty cycle and phase depth on diffraction efficiency for orders 0–6 was investigated, showing that it is possible to precisely control the direction and intensity of diffracted light by adjusting the grating parameters. Experimental results were consistent with numerical modeling predictions, demonstrating the validity of the combined holographic and electron-beam approach.

During the year, international visits and experimental collaborations were carried out with Pavol Jozef Šafárik University (Slovakia), University of Debrecen (Hungary), Kaunas University of Technology, and FTMC (Lithuania), which facilitated the synthesis of photosensitive materials, hologram modeling, and their combined recording.

Within the project, the final topic, consortium structure, partner contributions, and infrastructural capabilities were defined. Joint research was conducted on hologram diffraction modeling, selection of photosensitive materials, and development of high-efficiency combined hologram recording technology. Collaboration with European centers and scientific information exchange were intensified. As a result, the relevant Horizon Europe calls were identified and two projects were submitted:

1. **MSCA Doctoral Networks “OpticsForBio – Innovative materials, advanced artificial intelligence designs, and emerging technologies for cutting-edge diffraction optics in bioimaging”** (project ID: 101312811, Call: HORIZON-MSCA-2025-DN-01), with an international consortium of 12 partners, coordinated by the Institute of Applied Physics, State University of Moldova.
2. **CSA “VISION – European excellence initiative for ValorISatION of Nature-inspired materials”** (project ID: 101311229, Call: HORIZON-WIDERA-2025-01), coordinated by Brno University of Technology, Czech Republic, with 12 partners, including the Institute of Applied Physics of USM.

The project results were disseminated through presentations at international and national conferences, including keynote and invited talks, demonstrating progress in modeling and optimizing combined holograms, advanced micro-patterning, and analysis of diffractive performance.

Conducatorul de proiect dr. Meşalchin Alexei



Data: 30.01.2025

