

DAUGAVPILS UNIVERSITĀTE
DABASZINĀTŅU UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE
G.LIBERTA INOVATĪVĀS MIKROSKOPIJAS CENTRS

Maģ. fiz. Ēriks Sļedevskis

Fotoinducētie procesi
halkogenīdu kārtiņās nepārtrauktā un
impulsa lāzera starojuma iedarbībā

Promocijas darba kopsavilkums

Daugavpils Universitāte
Daugavpils, 2010

Promocijas darbs izstrādāts

Daugavpils Universitātē G.Liberta Inovatīvās Mikroskopijas Centrā, laika posmā no 2005. gada līdz 2010. gadam.

Darba raksturs: Zinātnisku rakstu kopa.

Zinātniskais vadītājs: Dr.phys. Jānis Teteris

Zinātniskais konsultants: Dr.phys. Vjačeslavs Gerbreders

Darba struktūra.

Promocijas darbs izveidots kā zinātnisko publikāciju kopa. Promocijas darbs sastāv no ievada, promocijas darba mērķu un uzdevumu, eksperimentālās iekārtas un pētāmo objektu metožu apraksta, darba rezultātu analīzes, tēzēm un citētās literatūras, kā arī autora publicēto darbu saraksta. Darba pielikumā – starptautiskos izdevumos par promocijas tēmu publicēto rakstu kopijas.

Darba apjoms 53 lpp, 36 zīmējumi. Citētās literatūras sarakstā 70 nosaukumi.

Pētījuma aktualitāte.

Pēdējo desmit gadu laikā zinātnieku interese par amorfo halkogenīdu savienojumiem ir ļoti pieaugusi, kam par iemeslu ir gan lietišķo, gan fundamentālo pētījumu iespējas.

Amorfie halkogenīdu materiāli tiek plaši pielietoti kā vide secīgajam bitu (bit-by-bit) ierakstam informācijas glabāšanai CD un DVD diskos. Notiek intensīvi pētījumi ar nolūku tos izmantot kā nesēja vidi hologrāfiskās informācijas ieraksta un apstrādes sistēmās. Vides ar maināmu fāzu stāvokli ir visperspektīvākais materiāls izmantošanai optiskajās informācijas tehnoloģijās. Jau pastāv vairākkārt pārrakstāmie diski, kuros informācijas glabāšanai izmanto fāzu pāreju starp amorfu un kristālisku vielas stāvokli. Perspektīvā halkogenīdu materiāli ar maināmu fāzu stāvokli var kļūt par vērā ņemamu alternatīvu zibatmiņai.

Liela nozīme ir optisko informācijas sistēmu ātrdarbībai, ko lielā mērā nosaka informācijas nesēja materiāla īpašības, to kristalizācijas un amorfizācijas ātrumi gaismas impulsu iedarbības rezultātā. Tāpēc būtiski ir jaunu perspektīvu materiālu meklējumi impulsu optiskajam ierakstam. Šim nolūkam tiek izmantoti halkogenīdi, kuru sastāvā ir elementi Ge, Se, Bi, Sb un citi, kas palielina to kristalizācijas tendenci. Šinī darbā tika stādīts uzdevums izmantot stiklveidīgos pusvadītājus $Sb_{20}Se_{80}$ kā optiskos informācijas nesējus. Ja uz kārtiņu

iedarbojas gaisma, kuras intensitāte ir lielāka par robežintensitāti, rodas submikronu izmēru polikristāliski apgabali. Intensīva lāzerstarojuma iedarbība uz Sb-Se kārtiņu noved pie tās kristalizācijas. Sb₂₀Se₈₀ kārtiņu optisko īpašību izmaiņas fotokristalizācijas laikā ir aktuāls pētījumu objekts saistībā ar šīs parādības pielietojumu izstrādānēs informācijas optiskajam ierakstam.

Hologrāfiskais ieraksts amorfās halkogenīdu kārtiņās ir daudzu zinātnieku pētījumu objekts. Tiek meklēti ne tikai jauni ieraksta materiāli, bet arī veidi kā uzlabot to gaismas jutību. As₂S₃ kārtiņas ir labi izpētīta hologrāfiskā ieraksta vide. Tomēr to pielietojumu pikseļu hologrammu ierakstam apgrūtina kārtiņu zemā jutība - E=30-40 J/cm². Tādēļ tika pētītas iespējas paaugstināt As₂S₃ kārtiņu jutību sistēmā As₂S₃-Al, izmantojot. Ņemot vērā selektīvās As₂S₃ kārtiņu kodināšanas iespējas, parādīts, ka As₂S₃-Al sistēma ir perspektīva reljefa-fāzu hologrammu iegūšanai.

Mūsdienu optiskajos diskos informācijas ieraksta blīvums sasniedz 10⁸ bit/cm². Parasti optiskais ieraksts notiek uz kārtiņas virsmas. Praktisku interesi izraisa mikrohologrammu ieraksta iespēja gan uz kārtiņas virsmas, gan tās iekšienē. Tas varētu būtiski palielināt kopējo informācijas ieraksta blīvumu. Tādēļ ir interesanta optiskā ieraksta iespējas izpēte As₂S₃ kārtiņu tilpumā.

Pēdējos gados strauji pieaug interese par jaunu nelineāro optisko materiālu radīšanu, lai tos varētu izmantot elektrooptiskajās un integrētajās optiskajās ierīcēs. Lielās nelineāro optisko īpašību vērtības un to fotoinducētās izmaiņas, salīdzinoši vienkāršās un ne pārāk dārgās iegūšanas tehnoloģijas un viegla integrācija optiskajās iekārtās padara halkogenīdu stiklus par daudzsoļiem materiāliem optoelektronikā, IS un kvantu elektronikā. Mainot stikla komponentus, var sintezēt materiālus ar uzlabotiem tehnoloģiskiem parametriem, tai skaitā optiskajiem un nelineāri optiskajiem koeficientiem.

Promocijas darba mērķi un uzdevumi.

Darba mērķi:

Nepārtrauktā un impulsu lāzerstarojuma iedarbības uz As₂S₃ un Sb₂₀Se₈₀ kārtiņām izpēte gaismas jutības un optiskā ieraksta blīvuma palielināšanas nolūkā.

Nelineāru procesu izpēte selēna kārtiņās un sistēmās selēns-metāls femtosekunžu lāzerstarojuma iedarbībā.

Darba uzdevumi:

Lai sasniegtu izvirzītos mērķus, nepieciešams veikt sekojošus pētniecības uzdevumus:

1. Izpētīt kārtiņu As_2S_3 un $Sb_{20}Se_{80}$ optisko parametru izmaiņas nepārtrauktā un impulsu lāzerstarojuma iedarbībā hologrāfiskā un secīgajā bitu ieraksta laikā;
2. Izpētīt atstarojošās sistēmas As_2S_3 -Al optiskās īpašības un optiskā ieraksta veikšanas iespējas tajā;
3. Izpētīt konfokālās sistēmas izmantošanas iespējas mikropunktu ierakstam ar fokusētu starojumu uz kārtiņas virsmas un tās iekšienē;
4. Panākt optiskās otrās harmonikas reģistrāciju selēna kārtiņās un sistēmās selēns-metāls. Noskaidrot, kā optiskās otrās harmonikas intensitāte atkarīga no kārtiņas parametriem un ierosinošā starojuma viļņa garuma.

Darba saturs

Darba rezultātu un eksperimentu apraksts satur 5 daļas, kuras veltītas impulsu optiskajam ierakstam As_2S_3 plānajās kārtiņās (5), $Sb_{20}Se_{80}$ plāno kārtiņu optiskajām īpašībām un hologrāfiskajam ierakstam tajās (6), fotoinducētas atstarošanās izmaiņām un hologrāfiskajam ierakstam sistēmā As_2S_3 -Al (7), optiskajam ierakstam uz As_2S_3 plānās kārtiņas virsmas un tās iekšienē (8) un fotoinducētiem procesiem sistēmā metāls-selēns un otras harmonikas ģenerācijai tajās (9).

1. Izpētīts hologrāfiskā režģa ieraksts As_2S_3 plānajās kārtiņās ar impulsu lāzeru QUANTELE (YG980 Q-Switched Nd:YAD Laser, impulsa ilgums ~ 8 ns, stara diametrs 5 mm, viļņa garums – 532 nm, vertikālā polarizācija) un nepārtrauktā starojuma Nd:YAD lāzeru VERDI (viļņa garums – 532 nm). Konstatēta strauja kārtiņu gaismas jutības palielināšanās (aptuveni 100 reizes, salīdzinot ar nepārtraukta starojuma lāzera iedarbību), iedarbojoties uz tām ar nanosekunžu impulsu lāzeru.
2. Darbā izskatīti optiskā ieraksta procesi $Sb_{20}Se_{80}$ savienojumos, kuru rezultātā notiek amorfās sistēmas fotokristalizācija. Izveidota eksperimentālā sistēma, kas ļauj ar lāzerstarojumu fotokristalizēt Sb-Se savienojumus un pēc tam izpētīt kristalizācijas procesu ar skenējošo elektronu mikroskopu. Noteikta minimālā gaismas kvanta enerģijas vērtība, pie kuras iespējama fotokristalizācija, un intensitātes robežvērtība, ar

kuru fotokristalizācijas process notiek reālā laika mērogā. Izpētīti fotokristalizācijas procesi $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ plānajās kārtiņās, tās apstarojot ar nepārtraukto un ar impulsu lāzera starojumu. Impulsu starojuma iedarbība, salīdzinot ar nepārtraukta starojuma iedarbību, paaugstina kristalizācijas procesa gaismas jutību divas reizes.

3. Izpētīts optiskais ieraksts As_2S_3 -Al atstarojošā sistēmā. Alumīnija slānis ļauj paaugstināt As_2S_3 kārtiņu jutību par vairāk nekā divām reizēm. Izstrādāta As_2S_3 -Al plāno kārtiņu ar minimāli atstarošanās koeficienta vērtību ($\sim 10\%$ ja $\lambda=532$ nm) iegūšanas metodika. Ņemot vērā selektīvās kodināšanas iespēju, sistēma var būt perspektīva izmantošanai praktiskās hologrāfijas jomā.
4. Lai palielinātu datu nesēja kopējo ietilpību, hologrammu ieraksts jāveic gan uz kārtiņas virsmas, gan tās iekšienē. Pašreiz šāda veida secīgā bitu ieraksta metode (ne hologrāfiska) tiek izmantota informācijas ierakstam DVD diskos. Šajā darbā parādīts, ka As_2S_3 plānajās kārtiņās var veikt secīgu bitu optisko ierakstu uz kārtiņas virsmas un tās tilpumā, un, nolasot ierakstu, ir iespējams atšķirt no virsmas un tilpuma nākošos signālus. Tā kā kārtiņās ir iespējams veikt hologrāfisko ierakstu ar augstu difrakcijas efektivitāti, nākamais pētījumu solis būs punktu hologrāfiskā ieraksta veikšana uz kārtiņu virsmas un to iekšienē.
5. Izpētīta femtosekunžu starojuma iedarbība uz selēna kārtiņām un struktūrām selēnsmetāls (Ga, Sb, Bi, Zn, In), kas noved pie otrās harmonikas ģenerācijas vielā. Otrās harmonikas izpēte tika veikta ar mikroskopa LEICA kompleksu, ievadot mikroskopā femtosekunžu lāzera Chameleon Ultra (200 fs, 80 MHz, 690-1040 nm) starojumu. Darbā izskatītas otrās harmonikas intensitātes palielināšanās iespējas, pieaugot selēna kārtiņas biezumam. Izpētīti ģenerācijas procesi amorfā un kristāliskā stāvoklī atkarībā no ierosinotā starojuma kvantu enerģijas. Iegūts ierosināto stāvokļu dzīves ilgums (otrās harmonikas izstarošanas laiks) amorfām un kristāliskām selēna kārtiņām.

Pētījuma novitāte

Noteikts, ka nanosekunžu diapazona impulsu lāzerstarojuma iedarbībā As_2S_3 kārtiņu gaismas jutība palielinās $\sim 10^2$ reizes, salīdzinot ar nepārtrauktā lāzerstarojuma iedarbību. Veikts hologrāfisko režģu ieraksts As_2S_3 kārtiņās ar vienu nanosekunžu lāzera impulsu.

Noteikts, ka nanosekunžu diapazona impulsu lāzerstarojuma iedarbībā $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņu gaismas jutība palielinās $\sim 10^2$ reizes, salīdzinot ar nepārtrauktā lāzerstarojuma iedarbību. Veikts hologrāfisko režģu ieraksts ar fāzu pāreju amorfs-kristāliskā stāvoklī.

Izpētīts hologrāfisko režģu ieraksts sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$. Parādīts, ka As_2S_3 kārtiņu izmantošana sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$ paaugstina to gaismas jutību optiskā ieraksta laikā vairāk nekā divas reizes.

Parādīts, ka sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$ iespējams secīgais bitu ieraksts gan uz kārtiņas virsmas, gan slāņa dziļumā.

Noteikts, ka femtosekunžu diapazona impulsu lāzerstarojuma iedarbība rada otrās harmonikas ģenerāciju amorfas un kristāliskas Se kārtiņas un Se-metāls struktūrās.

Promocijas darba tēzes

1. As_2S_3 , $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņu gaismas jutība palielinās, pārejot no nepārtrauktas uz impulsu optisko iedarbību uz tām;
2. Interferences sistēmas $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$ izmantošana optiskajam ierakstam ļauj uzlabot As_2S_3 kārtiņu gaismas jutību;
3. Konfokālās sistēmas izmantošana ļauj veikt optisko ierakstu un nolasīšanu gan uz As_2S_3 kārtiņas virsmas, gan tās iekšienē;
4. Femtosekunžu lāzerstarojuma iedarbība uz selēna kārtiņām un struktūrām selēns - metāls rada optiskās otrās harmonikas ģenerāciju tajās.

Secinājumi.

1. Amorfām As_2S_3 kārtiņām izpētīta hologrāfiskā režģa ieraksta iespēja ar 532 nm lāzera impulsu. Noteikts, ka pēc lāzerstarojuma impulsa iedarbības pārtraukšanas (8 ns) vēl 150-200 ns turpinās difrakcijas efektivitātes pieaugums, pēc tam kārtiņā notiek relaksācijas procesi (līdz 12 μs), ko pavada difrakcijas efektivitātes kritums. Relaksācijas laiks ir atkarīgs gan no ekspozīcijas dozas, gan no parauga biezuma. 6 μm biezā As_2S_3 kārtiņā tika ierakstīta hologramma ar vislielāko difrakcijas efektivitāti ($DE=12\%$) un mazāko relaksācijas laiku ($\tau=2\mu\text{s}$) un ekspozīcijas dozu 250 mJ/cm^2 , salīdzinot ar citu biezumu kārtiņām. Konstatēta strauja kārtiņu gaismas jutības palielināšanās (~100 reizes) nanosekunžu diapazona impulsu iedarbībā salīdzinot ar nepārtraukto 532 nm starojumu.

2. Gaismas un termiskā iedarbība uz amorfām $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņām ierosina to kristalizāciju. Minimālā gaismas kvantu enerģijas vērtība, pie kādas notiek fotokristalizācija,

ir 1,85 eV. Gaismas kvantiem ar enerģiju 1,96 eV un 2,41 eV pastāv intensitātes robežvērtība (sliekšnis) – attiecīgi 3.5 W/cm^2 un 0.2 W/cm^2 , ar kuru sākot, notiek fotokristalizācijas process. Gaismas kvantiem ar enerģiju 2,54 eV un 2,72 eV nav intensitātes sliekšņa. Gaismas impulsu iedarbība ($\lambda=532 \text{ nm}$, $f=50 \text{ kHz}$, $T_{\text{imp}}=30 \text{ ps}$) paaugstina $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņu gaismas jutību 100 reizes (no $\sim 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{J}^{-1}$ līdz $\sim 10^{-1} \text{ cm}^2 \cdot \text{J}^{-1}$) salīdzinot ar nepārtraukta lāzerstarojuma iedarbību ($\lambda=532 \text{ nm}$). $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņu gaismas jutība palielinās uz pamatnēm ar mazāku siltumvadītspēju. $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80}$ kārtiņās iegūts difrakcijas režģa ieraksts ar difrakcijas efektivitāti 1%. Režģa periodiskā struktūra izveidojas mazu kristālisku aizmetņu rašanās rezultātā atbilstoši interferences joslu telpiskajam izvietojumam.

3. Izpētīts optiskais ieraksts sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$. $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$ sistēmas As_2S_3 slāņa biezums iespaido atstarotā signāla izmaiņu amplitūdu un sistēmas jutību pret lāzerstarojumu. Maksimālā atstarotā signāla izmaiņa - 45% tika iegūta sistēmā ar 2,2 – 3,5 μm biezu As_2S_3 slāni. Maksimāla bija arī gaismas jutība $\sim 0,08 \text{ cm}^2/\text{J}$ atbilst 3,5 μm biežam slānim. Sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$ tika veikts hologrāfisko režģu ieraksts. Noteikta režģa difrakcijas efektivitātes atkarība no kārtiņas biezuma un no sistēmas sākotnējiem atstarošanas parametriem. Maksimālā difrakcijas efektivitāte $DE = 1,2\%$ un $DE = 1,5\%$ otrajā atstarošanās difrakcijas maksimumā tika iegūta attiecīgi 2,2 un 6,8 μm biežām kārtiņām, ierakstu veicot punktā ar minimālo sākotnējo atstarošanu.

4. Izpētīta konfokālā mikroskopa TCSP-5 (Leica) pielietošanas iespēja secīgajam bitu ierakstam sistēmā $\text{As}_2\text{S}_3\text{-Al}$. Noteikta optimālā ekspozīcija optiskajam ierakstam $E=0.4 \text{ J/cm}^2$, pie kuras sistēmas atstarošanas izmaiņas ir maksimālas. Šajā darbā parādīts, ka As_2S_3 kārtiņās var īstenot optisko secīgo bitu ierakstu gan uz kārtiņas virsmas, gan tās tilpumā, un nolasīšanas laikā izšķirt virsmas un tilpuma signālus.

5. Izpētīta femtosekunžu starojuma ietekme uz selēna kārtiņām un struktūrām selēns-metāls (Ga, Sb, Bi, Zn, In). Femtosekunžu starojuma $\lambda - 800 - 1000 \text{ nm}$ ietekmē amorfās un kristāliskās selēna un selēns-metāls (Ga, Zn, In, Sb, Bi) kārtiņās notiek optiskās otrās harmonikas ģenerācija $\lambda - 400-500 \text{ nm}$. Noteikts, ka eksistē intensitātes sliekšnis $I=0.5 \text{ kW/cm}^2$, ar kuru sākot amorfajās kārtiņās novērojama otrās harmonikas ģenerācija. Kristāliskām kārtiņām intensitātes sliekšnis nav novērots. Turklāt pie ierosinotā starojuma intensitātēm, kas lielākas par $7,5 \text{ kW/cm}^2$, netika novērotas atšķirības starp amorfās un kristāliskās selēna kārtiņās ģenerētu otro harmoniku intensitātēm. Noteikts, ka caurizgājušās otrās harmonikas intensitāte ir atkarīga no pētāmā parauga biezuma. Tā, piemēram, 1,5 μm

biezās Se kārtiņās tā ir 4 reizes lielāka nekā 0,5 μm biezās kārtiņās, ja tās apstaro ar λ - 1000 nm. Atstarotās otrās harmonikas signāla intensitāte nav atkarīga no kārtiņas biezuma. Otrās harmonikas intensitāti ietekmē ierosinošā starojuma impulsa ilgums. Impulsa pagarināšana no 180 ps līdz 800 ps rada otrās harmonikas intensitātes strauju samazinājumu (aptuveni 10 reizes). Eksperimentāli pierādīts, ka sistēmas selēns –metāls (Ga, Zn, In, Sb, Bi) ģenerētās otrās harmonikas intensitāte nav atkarīga no izmantotā metāla un ir maksimāla tīra selēna kārtiņām. Pētījumiem optimāli ir Ga un Zn, jo otrās harmonikas intensitātes vērtība struktūrām Se-Ga un Se-Zn ir tuva tīra selēna kārtiņām, bet sabrukšanas sliekšnis šīm struktūrām ir augstāks. Noteikts ierosināto stāvokļu dzīves laiks (otrās harmonikas izstarošanas laiks) selēna un selēna-metāla kārtiņām (t – 100-200ps).

Promocijas darba rezultāti publicēti 8 rakstos recenzējamos starptautiskos izdevumos, kā arī prezentēti 11 zinātniskās konferencēs un atspoguļoti 18 konferenču tēzēs.

Publicēto darbu saraksts.

Publikācijas

Šo uzdevumu izpildei tika veikti eksperimenti, kuru rezultāti ir atspoguļoti promocijas darbā iekļautajās publikācijās [1.publ. – 8.publ.]:

- [1.publ.] I.Mihailova, V.Gerbreders, E.Tamanis, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks. Second harmonic generation in selenium-copper structures. Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol.11, No.12, 2083–2087 (2009).
- [2.publ.] V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks, J.Teteris, A.Gulbis. Second harmonic generation in selenium-metal structures. Journal of Non-Crystalline Solids, Vol.355, 1959-1961 (2009).
- [3.publ.] A.Bulanovs, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, Investigation As₂S₃-Al films for dot-matrix holographic recording. Proc. of SPIE, 2.12.2008, Vol. 7142, 714211 (2008).
- [4.publ.] I.Mihailova, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks, E.Tamanis, Second harmonic generation in selenium-metal structures. Proc. of SPIE, Vol. 7142, 71420D (2008).
- [5.publ.] **E.Sledevskis**, V.Gerbreders, V.Kolbjonoks, J.Teteris, A.Gulbis. Second harmonic generation in selenium thin films. Proc. of SPIE, Vol. 7142, 71420F (2008).

- [6.publ.] Vj.Gerbreder, **E.Sledevskis**, G.Liberts, J.Teteris, V.Pashkevich. Optical recording on surface and inside As_2S_3 thin films, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 9, No. 10, 3161-3163 (2007).
- [7.publ.] V.Gerbreders, J.Teteris, **E. Sledevskis**, A.Bulanovs. Photoinduced changes of optical reflectivity in As_2S_3 -Al system, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol.9, No.10, 3153-3156 (2007).
- [8.publ.] **E.Sledevskis**, Vj.Gerbreders, J.Teteris, A.Bulanovs. Photoinduced processes in $Sb_{20}Se_{80}$ thin films, Latvijas Fizikas un Tehnisko Zinātņu Žurnals, Nr 3-2007, 51-59 (2007).

Konferences

Iegūtie rezultāti tika prezentēti vairākās konferencēs, kas ir atspoguļotas sekojošās konferenču tēzēs:

1. V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, O.Shimane, A.Bulanovs, V.Pashkevichs. Photostimulated crystallization of Sb-Se thin films. 4-th International Conference on Amorphous and Nanostructured Chalcogenides (ANC-4), (Constanta, Romania, 29.06 – 3.07.2009), p.45
2. I.Mihailova, V.Gerbreders, E.Tamanis, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks. Second harmonic generation in selenium-copper structures. 4-th International Conference on Amorphous and Nanostructured Chalcogenides (ANC-4), (Constanta, Romania, 29.06 – 3.07.2009), p.45.
3. O.Šimane, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, A.Bulanovs, V.Paškevičs, Fotostimulēta plāno Sb-Se kārtiņu kristalizācija. Daugavpils Universitātes 51. Starptautiskā zinātniskā conference, (Daugavpils, Latvija 15.-18.aprīlis, 2009), p.7.
4. I.Mihailova, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks, Otrās harmonikas ģenerācija struktūrās selēns-varš. Daugavpils Universitātes 51. Starptautiskā zinātniskā conference, (Daugavpils, Latvija 15.-18.aprīlis, 2009) p.6.
5. Vj.Gerbreders, **E.Sledevskis**, A.Bulanovs, O.Šimane, J.Teteris, Optiskās, elektriskās īpašības un kristalizācijas procesi Sb-Se planas kārtiņās, 25. zinātniskā conference, LU Cietvielu fizikas institūts, (Rīga, Latvija, 11.-13.02.2009), p.48.

6. V.Gerbreders, A.Gerbreders, G.Kirilovs, J.Teteris, **E.Sledevskis**, A.Bulanovs, Planar waveguides based on organic polymer – As_2S_3 films, The 6TH International Conference on Advanced Optical Materials and Devices (AOMD-6), (Riga, Latvia, 24 – 27 August 2008), p.65.
7. A.Bulanovs, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, Investigation As_2S_3 -Al films for dot-matrix holographic recording, The 6TH International Conference on Advanced Optical Materials and Devices (AOMD-6), (Riga, Latvia, 24 – 27 August 2008), p.82.
8. I.Mihailova, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks, E.Tamanis, Second harmonic generation in selenium-metal structures, The 6TH International Conference on Advanced Optical Materials and Devices (AOMD-6), (Riga, Latvia, 24 – 27 August 2008), p.55.
9. **E.Sledevskis**, V.Gerbreders, V.Kolbjonoks, J.Teteris, A.Gulbis, Second harmonic generation in selenium thin films, The 6TH International Conference on Advanced Optical Materials and Devices (AOMD-6), (Riga, Latvia, 24 – 27 August 2008), p.57.
10. **Ē.Sledevskis**, Fotoinducētie procesi sistēmā metāls-selens, Daugavpils Universitātes 50. Starptautiskās zinātniskā konference, (Daugavpils, 15.-17.05.2008), p.38.
11. A.Bulanovs, V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V. Pashkevich, J.Teteris. Dot matrix holographic recording in As_2S_3 -Al films, XVIth International Symposium on Non-Oxide and New Optical Glasses. (Montpellier, France, April 20-25, 2008), p. 53.
12. V.Gerbreders, **E.Sledevskis**, V.Kolbjonoks, J.Teteris, A.Gulbis, Second harmonic generation in selenium-metal structures, XVIth International Symposium on Non-Oxide and New Optical Glasses. (Montpellier, France, April 20-25, 2008), p.49.
13. **Ē. Sledevskis**, Vj. Gerbreders, J. Teteris, Fotoinducētie procesi sistēmā metāls-selens, 24. zinātniskā konference, LU Cietvielu fizikas institūts, (Rīga, Latvija, 22.-27.02.2008), p.48.
14. Vj.Gerbreders, **E.Sledevskis**, G.Liberts, J.Teteris, V.Pashkevich, Optical recording on surface and inside As_2S_3 thin films, Third International Conference on Amorphous and Nanostructured Chalcogenides (ANC-3), (Brasov, Romania, 02-06.06.2007), p.42.
15. V.Gerbreders, J.Teteris, **E.Sledevskis**, A.Bulanovs, Photoinduced changes of optical reflectivity in As_2S_3 -Al system, Third International Conference on Amorphous and Nanostructured Chalcogenides (ANC-3), (Brasov, Romania, 02-06.07. 2007), p.36.
16. V.Gerbreders, G.Liberts, **Ē.Sledevskis**, A.Bulanovs, I.Mihailova, Konfokālā mikroskopa TCSP-5 (LEICA) izmantošana optiskā ieraksta eksperimentos halkogenīdu stiklos. 1.Latvijas Inovatīvās Mikroskopijas Seminārs (Daugavpils, Latvija, 29-30.03.2007).

17. **Ē.Sledevskis**, Vj.Gerbreders, J.Teteris, Fotoinducēti procesi amorfās Sb-Se kārtiņās, 23. zinātniskā konference, LU Cietvielu fizikas institūts, (Rīga, Latvija, 13.-15.02.2007), p.46.

18. **E.Sledevskis**, J.Teteris, Vj.Gerbreders, Pulsed light holographic recording in amorphous As_2S_3 thin films, The 5TH International Conference on Advanced Optical Materials and Devices, (Vilnius, Lithuania, 27-30.08. 2006), p.73.