

Valsts pētījumu programmas
„INOVATĪVU DAUDZFUNKCIONĀLU MATERIĀLU, SIGNĀLAPSTRĀDES UN
INFORMĀTIKAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDE KONKURĒTSPĒJĪGIEM
ZINĀTŅU IETILPĪGIEM PRODUKTIEM”
izpildes rezultāti 2012. gadā

Valsts pētījumu programmas Nr. 2 ‘*IMIS*’ mērķis ir attīstīt augsti kvalificētu zinātnisko kompetenci inovatīvu materiālu, signālapstrādes un informācijas tehnoloģiju jomā, nodrošinot iespēju vietējiem uzņēmumiem ražot uz Latvijā radītām zināšanām balstītus konkurētspējīgus produktus, līdz ar to veicinot eksportu un Latvijas tautsaimniecības izaugsmi.

Lai VPP ‘*IMIS*’ sekmīgi pildītu izvirzītos mērķus, ir nodrošināta daudzdisciplināru zinātnieku grupu cieša savstarpēja sadarbība. Tas sekmīgi tiek veikts, sadarbojoties pētnieku grupām no 3 Latvijas universitātēm un 22 zinātniskajiem institūtiem. Programmas uzdevumos definētie zinātniskie pētījumi ir strukturēti 6 projektos.

Izpētītas daudzfunkcionālu materiālu struktūras un īpašības, pielietojumiem cietvielu plāno kārtiņu elektrolītos jonu tipa atmiņās, telekomunikāciju vienmodu optiskajos viļņvados, datu apstrādē, kaitīgo organisko savienojumu sadalīšanai, luminiscento materiālu izveidei un videi nekaitīgiem liesmas slāpētājiem.

Izveidoti jauni paņēmieni un sintezētas jaunas organisko elektroluminoforu kristāliskas un plānslāņu struktūras. Ar jaunu hologrāfisko metodi veikts hologrāfisks informācijas ieraksts molekulāro stiklu kārtiņās. Izstrādāta virsmas reljefa veidošana ar polarizācijas virziena modulētu gaismas lauku. Šāds fotoinducētā reljefa veidošanas process ir ļoti perspektīvs litogrāfijā, jo virsmas reljefa veidošanās starošanas laikā ir kontrolējama un nav vajadzīga materiāla kodināšana kā tas ir tradicionālajā litogrāfijā.

Pierādīts, ka itrija – alumīnija granātu (YAG) sintēze augsta spiediena apstākļos uzlabo scintilācijas parametrus, kuri ir svarīgi jonizējošā starojuma detektēšanai. Iegūti ar Er, Yb, Tm aktivēti NaLaF₄ nanostrukturēti materiāli, uz kuru bāzes var izveidot ar ultravioleto (UV) vai infrasarkanā (IS) starojumu ierosināmus maināmas krāsas gaismas avotus.

Veikti detalizēti koherento signālu procesu mērījumi un to teorētiskā modelēšana rubīdija tvaikos ar precīzu magnētiskā lauka kontroli, lai izstrādātu metodi signālu kontrastu uzlabošanai īpaši precīzu mērījumu veikšanai.

Izpētīts, ka polikristāliska grafīta apstarošana augstā temperatūrā ar enerģētiskiem joniem pārveido tā mehāniskās īpašības un palielina grafīta radiācijas izturību. Apstarots polikristāliskais grafīts pielietojams jaunās paaudzes jonu paātrinātāju ierīcēs.

Minētie rezultāti iegūti programmas 1., 3. un 6. projekta ciešā sadarbībā.

Turpināts darbs pie nanostrukturētu modifikatoru saturošu pašarmētu polimēru kompozītu izstrādes tehnoloģiju pilnveidošanas un fizikālo īpašību izpētes. Izgatavoti poliizoprēna/daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu kompozīti un polimēra/nanostrukturēta oglekļa sensori, izpētītas to ķīmiskā sensora īpašības, veikta gaistošo organisko savienojumu kontroles iespēju pārbaude pārtikas produktos. Darba gaitā izgatavots gaistošo organisko savienojumu detektēšanas iekārtas prototips, kurā integrēts viens un pēc vajadzības nomaināms polimēra/nanostrukturēta oglekļa kompozīta sensorelements.

Konstatēts, ka kompozīciju modificēšana ar akrilātu piedevu efektīvi uzlabo deformatīvo izturību. Izmantojot eksperimenta modelēšanu pēc galīgo elementu metodes un aprēķinus spiedē, ir izveidots 6 pakāpes regresijas vienādojums divslāņu cilindra veida paraugam, kura viena slāņa elastības modulis nav zināms. Projekta posma ietvaros izstrādāta skaitliski-eksperimentāla nesagraujoša metode elastības moduļa noteikšanai plānsienu cilindriskiem paraugiem. Izstrādāta datorprogramma elastības īpašību prognozēšanai nanokompozītiem ar komplānāri un haotiski izvietotām pilnīgi eksfoliētām slāņainām silikāta daļiņām. Tas ļauj precīzāk ņemt vērā tādus eksfoliēto polimērsilikātu

nanokompozītu struktūras parametrus kā daļiņu anizometriju (*aspect ratio*), telpisko orientāciju un koncentrāciju kompozītā. Piedāvātais modelis izmantots montmorillonīta mālus saturoša nanokompozīta elastības īpašību analīzei.

2012.gadā turpināts sistemātisks eksperimentālais darbs pie ar neorganiskiem aģentiem (Mg, Ag) modificētu kalcija fosfātu biomateriālu sintēzes, sintēzes procesa mērogošanas un biogēnas izcelsmes izejmateriālu ietekmes uz materiāla struktūru un sastāvu izpēti, pielietojot projektā iesaistīto partneru modernās pētniecības metodes. Ar mērķi paplašināt projekta ietvaros izstrādāto un aprobēto biomateriālu pielietojumu kaulaudu reģenerācijai, veikti sistemātiski *in vitro* un *in vivo* pētījumi kaulu cementiem uz alfa trikalcijs fosfāta bāzes, oriģinālas strukturētas stikla keramikai ar paaugstinātu mehānisko slodzi un titāna dioksīda saturošai keramikai. Izgatavoti 3-dimensionāli poraini implantīti un šūnu pamatnes, kā arī novērtēta salīdzinoša šo materiālu histoloģiskā un morfoloģiskā reakcija ar/bez uzlādes ar cilmes šūnām. Balstoties uz kalcija fosfātu biokeramikas histoloģisko un imunohistoķīmisko izvērtēšanu pēc *in vivo* eksperimentiem, izveidots eksperimentālais modelis šādu implantmateriālu potenciālai pielietošanai osteoporozes skarto kaulaudu bojājumu gadījumā. Turpināta sistemātiska divfāžu kalcija fosfātu (hidroksilapatīts/ β -trikalcijs fosfāts) mikrogranulu attīstība klīniskam pielietojumam atrofiska bezzobu žokļu kaula pastiprināšanai.

Veikti pētījumi par koloīdu nanodaļiņu dispersā sastāva izmaiņām gravitācijas, ultracentrifugālās un magnētiskās separācijas ietekmē, kā arī ferokoloīdu nanodaļiņu transversālās separācijas eksperimentālie pētījumu neizotermiskā porainā slānī. Iegūtajiem rezultātiem praktiska nozīme magnētisko nanokoloīdu tehnoloģijā, tai skaitā arī biomedicīnas pielietojumos.

Programmas 3. posmā tālāk attīstītas inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas, galveno uzmanību veltot viedo sistēmu eksperimentālo maketu radīšanai, kuru darbība pamatojas uz iepriekšējos posmos izstrādātajiem signālapstrādes paņēmieniem un iegūtiem modelēšanas rezultātiem. Uzdevumā, kurš saistās ar laika notikumu reģistrēšanas elektroniku, ir izveidoti maketi attālumu mērījumiem satelītu lazerlokācijā, notikumu mērīšanai ar paaugstinātu veiktspēju un dalītā tīkla laika mērīšanas sistēma. Superplatjoslas lokācijas uzdevumā ir izveidots vairākantenu tuvdarbības radara makets caursienas attēlveidošanai. Viedo transporta sistēmu uzdevuma ietvaros ir radīti viedā ceļa stabiņa, pasīvās stereoredzes, ceļa infrastruktūras un transportlīdzekļu datu pārraides maketi. Saistībā ar biomedicīnas signālu apstrādi ir izstrādātas plaukstas biometrijas un skoliozes monitoringa eksperimentālās sistēmas. Uz rotācijas leņķiem balstītas datu pārraides iekārtai ir radīti eksperimentāli Jakobi rotatora un Doplera radara signālu ciparapstrādes FPGA moduļi. Transporta sistēmu darbības uzlabošanai ir izveidoti starpautomobiļu komunikācijas sistēmas struktūra un eksperimentālais modelis. Savukārt mobilu ad-hoc tīklu efektivitātes paaugstināšanas uzdevumā ir izveidots eksperimentāls tīkla monitoringa rīks, izmantojot SNMP protokolu un programmu Mango. Projekta nākamajā posmā ir paredzēta izveidoto eksperimentālo maketu tālāka attīstīšana un aprobācija atbilstošās tautsaimniecības nozarēs.

2012. gadā ir veiksmīgi turpinājušies darbi pie grafisku domēnspecifisku rīku un sistēmu būves tehnoloģiju attīstīšanas, kā arī lielu ontoloģiju un kontrolēto dabīgo valodu apstrādes metožu izstrādes. Pabeigti projektēšanas un izstrādes darbi transformāciju vadītās arhitektūras pamatelementiem, kas nodrošina domēnspecifisko sistēmu būves platformas (GRADE3) komponentu savstarpējo sadarbību – TDA2 kodolam un RA-API programmatūras saskarnei, kā arī transformāciju, dziņu un repozitoriju adapteru mehānisms. TDA dziņu un repozitoriju adapteru mehānisms nodrošina piekļuvi domēnspecifisku modelēšanas rīku bāzes servisiem sadarbībai ar ārējām lietojumprogrammām. Domēnspecifisku rīku būves platformai ir izstrādāts papildus konfigurācijas mehānisms, kas iekļauj uz transformācijām balstītus paplašināšanas

punktus, kas ir būtiski paplašinājis grafisko modelēšanas rīku izstrādes iespējas. Minētie rezultāti ir ļāvuši izstrādāt lielu ontoloģiju fragmentācijas un strukturēšanas līdzekļus.

Jaunizveidotā, 6. projekta ietvaros darbs veltīts jaunas, nanostrukturētas grafīta modifikācijas – grafēna – iegūšanas metožu izstrādei un fizikāli – ķīmisko īpašību izpētei un perspektīvām to pielietošanai enerģijas pārveidotāju ierīcēs, virsmu pārklājumos, nanoierīcēs un sensoros. Veikta grafēna veidošana ar CVD metodēm, kā arī eksfoliējot no grafīta, izmantojot ķīmisko oksidāciju. Izstrādātas metodes grafēna pārklājumu veidošanai uz virsmām izmantojot Lengmēra Blodžetas metodi, lāzera apstrādi ar sekojošu eksfoliāciju, kā arī lokālā skalā izmantojot nanoelektromehāniskus masas sensorus un nanomanipulācijas sistēmas. Izpētītas grafēna elektrovadāmības izmaiņas dopējot to ar jodu, kā arī parādīta slāpekļa jonu sorbcijas atkarība no grafēna oksidācijas pakāpes. Aprēķini parādīja, ka vismazākās kontaktpretestības sagaidāmas ja par elektrodu materiāliem izmanto Au, Ag vai Pt elektrodus. Izstrādātas tehnoloģijas dažādu nanostrukturētā oglekļa modifikatoru (reducētā grafēna oksīda, vienslāņu grafēna) ievadīšanai polimēru un litija jonu bateriju elektrodu matricās, parādīta nanostrukturēto oglekļa modifikatoru ietekme uz polimēru kompozītu siltumfizikālajām, dielektriskajām īpašībām. Veikta magnētiskā lauka ietekmes izvērtēšana uz šo polimēru nanokompozītiem. Novērota pjezorezistīvais efekts (elektriskās pretestības atkarība no spiediena) poliizoprēna un termiski eksfoliētā grafīta kompozītiem, uz kuru bāzes var tikt izveidoti spiediena sensori. Sadarbībā ar 1. projektu un 3. projektu tiek izstrādātas metodes grafēna pārklājumu veidošanai un grafēna ievadīšanai polimēru kompozītos ar mērķi uzlabot to elastomehāniskās īpašības.

Programmas 3.posmā uzstādītie uzdevumi ir izpildīti.

Sasniegto rezultātu starptautiskai aprobācijai un sadarbībai ar ārzemju partneriem tika organizēts simpozījs „Bioceramics and cells for reinforcement of bone”, kas notika 2012.gada 18.-20.oktobrī Rīgā ar 18 vieslektoru piedalīšanos no 6 valstīm (Francija, Spānija, Vācija, Krievija, Lietuva, Igaunija).

2012. gada septembrī Liepājā, pateicoties programmas 3. projekta izpildītāju aktivitātēm, tika noorganizēts Baltijas polimēru simpozījs.

Programmas ietvaros organizēta ikgadējā starptautiskā konference “Functional Materials and Nanotechnologies (FM&NT-2012)”, kas notika 2012. gadā no 17. līdz 20. aprīlim. Konferencē piedalījās vairāk nekā 270 dalībnieki no 23 valstīm: Austrijas, ASV, Baltkrievijas, Brazīlijas, Čehijas, Dānijas, Francijas, Gruzijas, Igaunijas, Itālijas, Kanādas, Kazahstānas, Krievijas, Lietuvas, Norvēģijas, Polijas, Portugāles, Somijas, Šveices, Ukrainas, Vācijas, Zviedrijas, un, protams, Latvijas. Kopumā FM&NT-2012 laikā tika prezentēti 2 plenārie, 16 ielūgtie, 57 mutiskie un 198 stenda referāti.

Informācija par Programmas izpildi ir arī atrodama mājas lapā: <http://www.cfi.lu.lv/projekti/valsts-petijumu-programmas/vpp-materialzinatnes-un-infomācijas-tehnoloģijas/>

Paralēli tam, vēl 2.projektam ir izveidota atsevišķa mājas lapa: <http://www.edi.lv/lv/projekti/vpp-projekti/projekts-nr2/>.