

Valsts pētījumu programma Nr. 2



**„Inovatīvu daudzfunkcionālu Materiālu,
Informātikas tehnoloģiju un Signālapstrādes
izstrāde konkurētspējīgiem zinātņu ietilpīgiem
produktiem”**

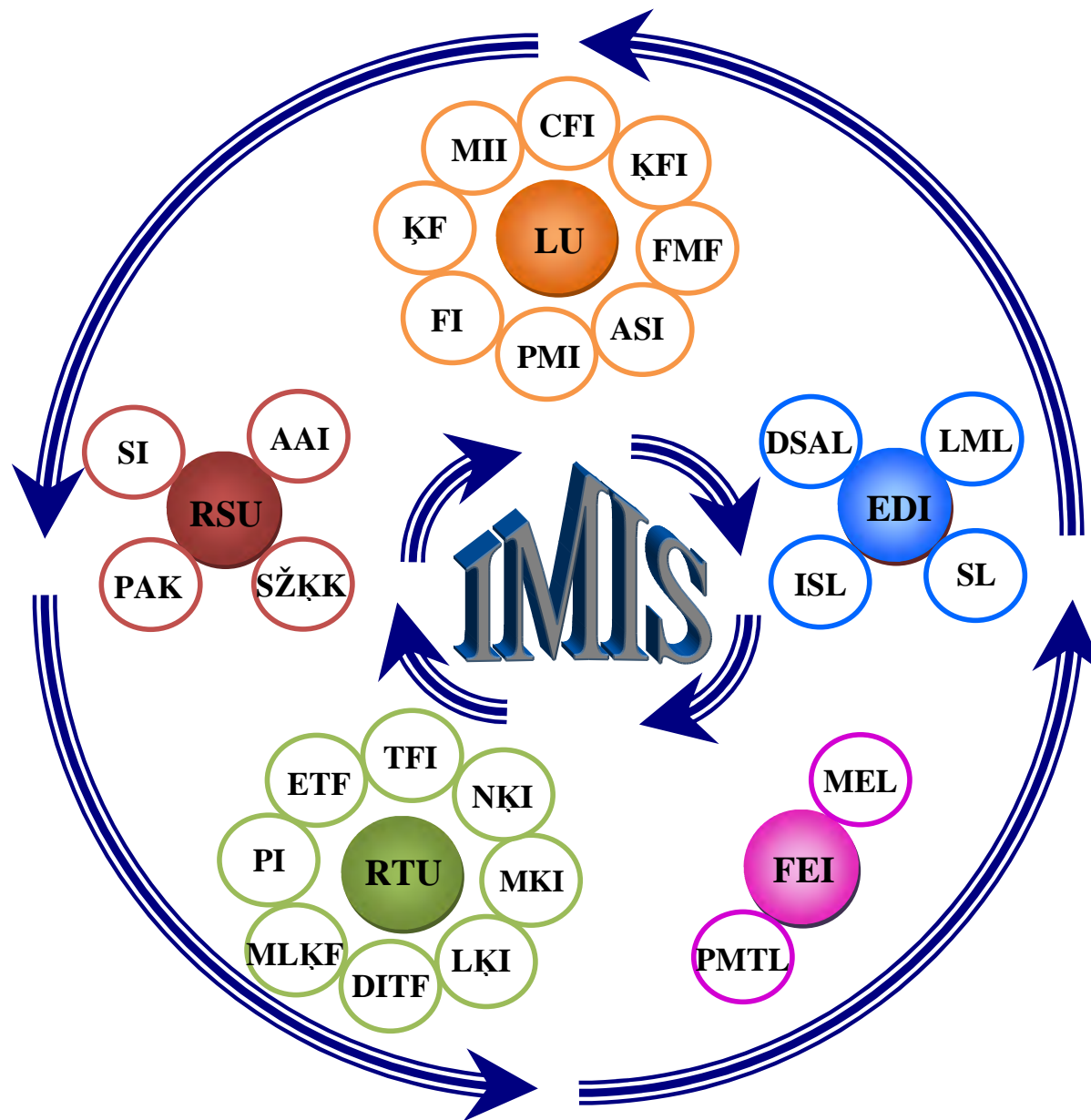
Vadītājs Andris Šternbergs

<http://www.cfi.lu.lv/projekti/vpp/vpp-materialzinatnes-un-informacijas-tehnologijas/>

Programmas mērķis ir attīstīt augsti kvalificētu zinātnisko kompetenci inovatīvu materiālu, signālapstrādes un informācijas tehnoloģiju jomā, nodrošinot iespēju vietējiem uzņēmumiem ražot uz Latvijā radītām zināšanām 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.

Programmas dalībnieki



Programmas projekti

- Daudzfunkcionālie materiāli starojumu enerģijas konvertēšanai, informācijas ierakstam, uzglabāšanai, pārnesei un pārveidošanai, un to efektīviem pielietojumiem augsto tehnoloģiju ierīcēs.
- Inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas viedu un efektīvu elektronisko sistēmu radīšanai.
- Nanostrukturētu modifikatorus saturošu pašarmētu polimēru kompozītu izveide un atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteligētajos materiālos un ierīcēs.
- Jauni materiāli un tehnoloģijas bioloģisko audu izvērtēšanai un aizvietošanai.
- Jaunas informācijas tehnoloģijas balstītas uz ontoloģijām un modeļu transformācijām.
- Grafēns, modificēts grafēns un grafēnu saturoši kompozītmateriāli perspektīviem pielietojumiem pārklājumos, nanoierīcēs un sensoros, enerģijas konversācijai; Latvijas zinātnieku līdzdalības nodrošināšana Eiropas Savienības programmās.

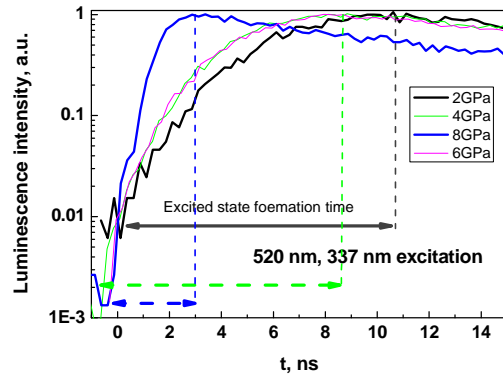
1. Projekts

Daudzfunkcionālie materiāli starojumu enerģijas konvertēšanai, informācijas ierakstam, uzglabāšanai, pārnesei un pārveidošanai, un to efektīviem pielietojumiem augsto tehnoloģiju ierīcēs (vadītājs Dr. M. Sprinģis)

Projektā izstrādā tehnoloģijas daudzfunkcionālu materiālu un to nanosakārtotu daudzslāņu pārklājumu iegūšanai un pielietojumiem enerģijas pārveidotāju ierīcēs. Pēta to fotofizikālās īpašības un optimizē enerģijas konvertēšanas efektivitāti.

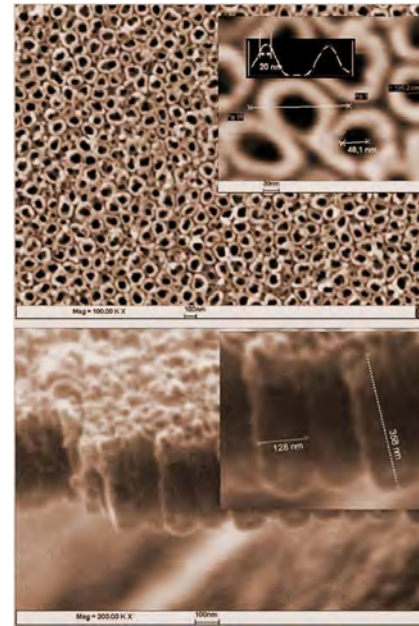
No augstas optiskās izturības vai nelineāri optiskiem materiāliem izstrādā struktūras gaismas vadiem un spektrālām ierīcēm. Ir paredzēts iegūt perspektīvus oksīdu nanostrukturētus materiālus, izmantojamus sensoros ar optisku informācijas nolasīšanu.

**YAG keramikas un monokristālu
luminiscences kinētikas atkarībā
no spiediena sintēzes laikā**

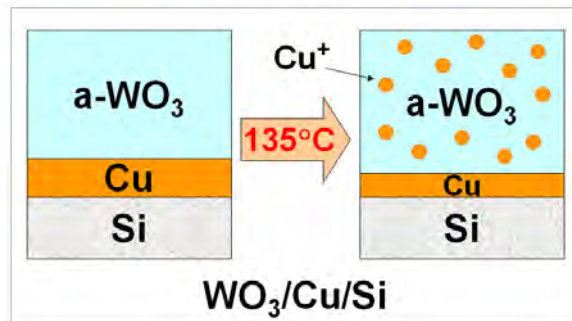


**Palielinot spiedienu, uzlabojas YAG
kā scintilatora īpašības**

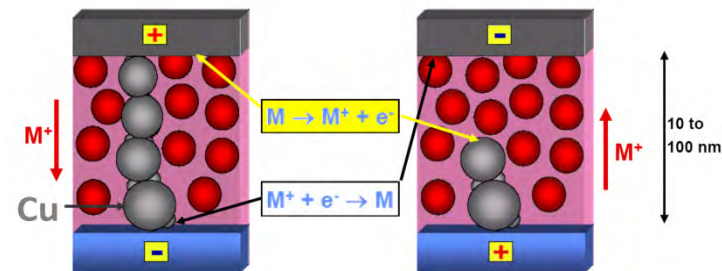
Nanostrukturēti pārklājumi



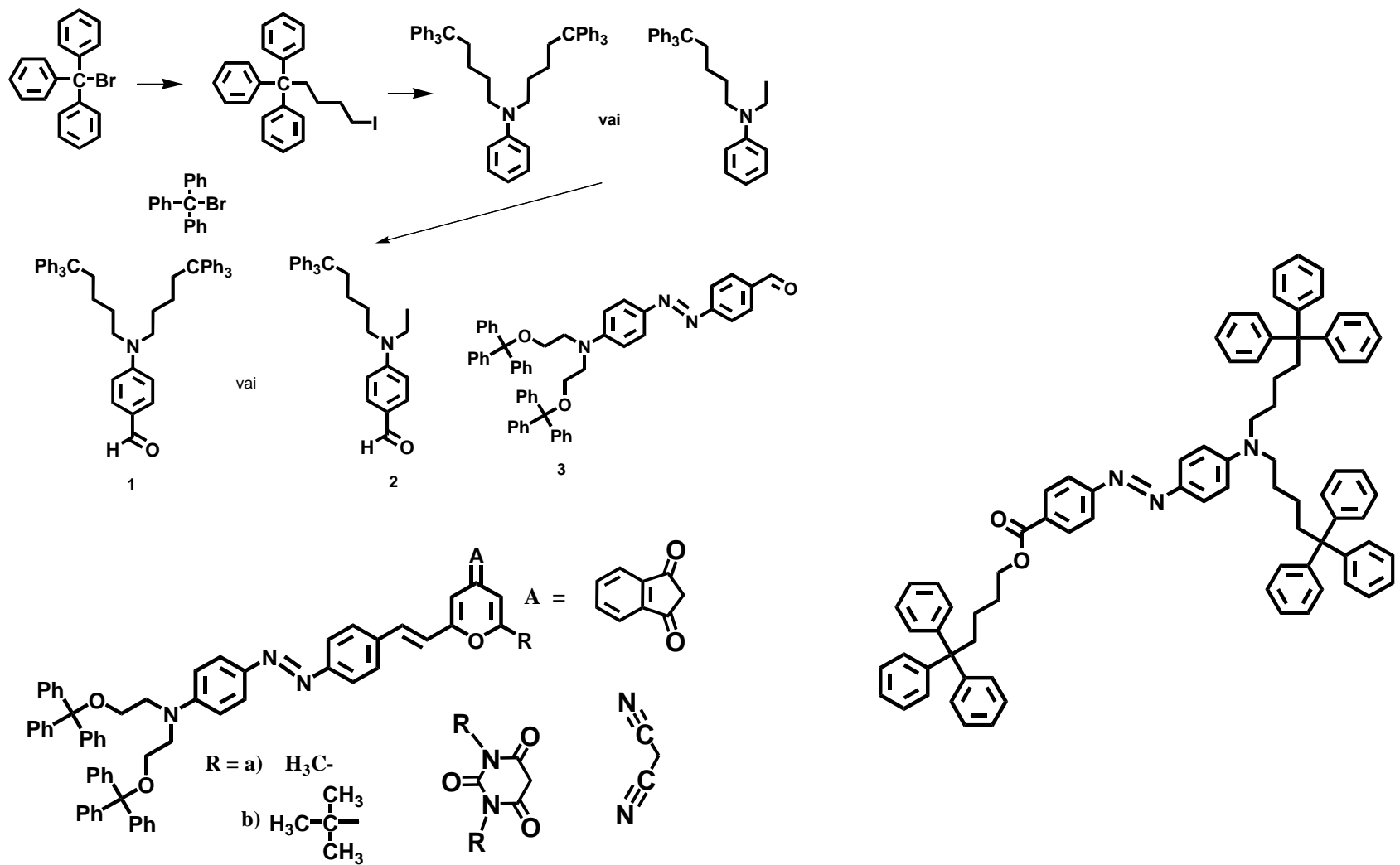
TiO₂
nanocaurulītes,
anodēšanas ceļā
uzaudzētas uz Ti
plāksnītēm.
Izmantojams
organisko vielu
reducēšanā un
ūdens sadalīšanā.



**Elektrovadošu kanālu veidošanās cietā elektrolīta slānī.
Izmantojams kā jonu atmiņas elements**

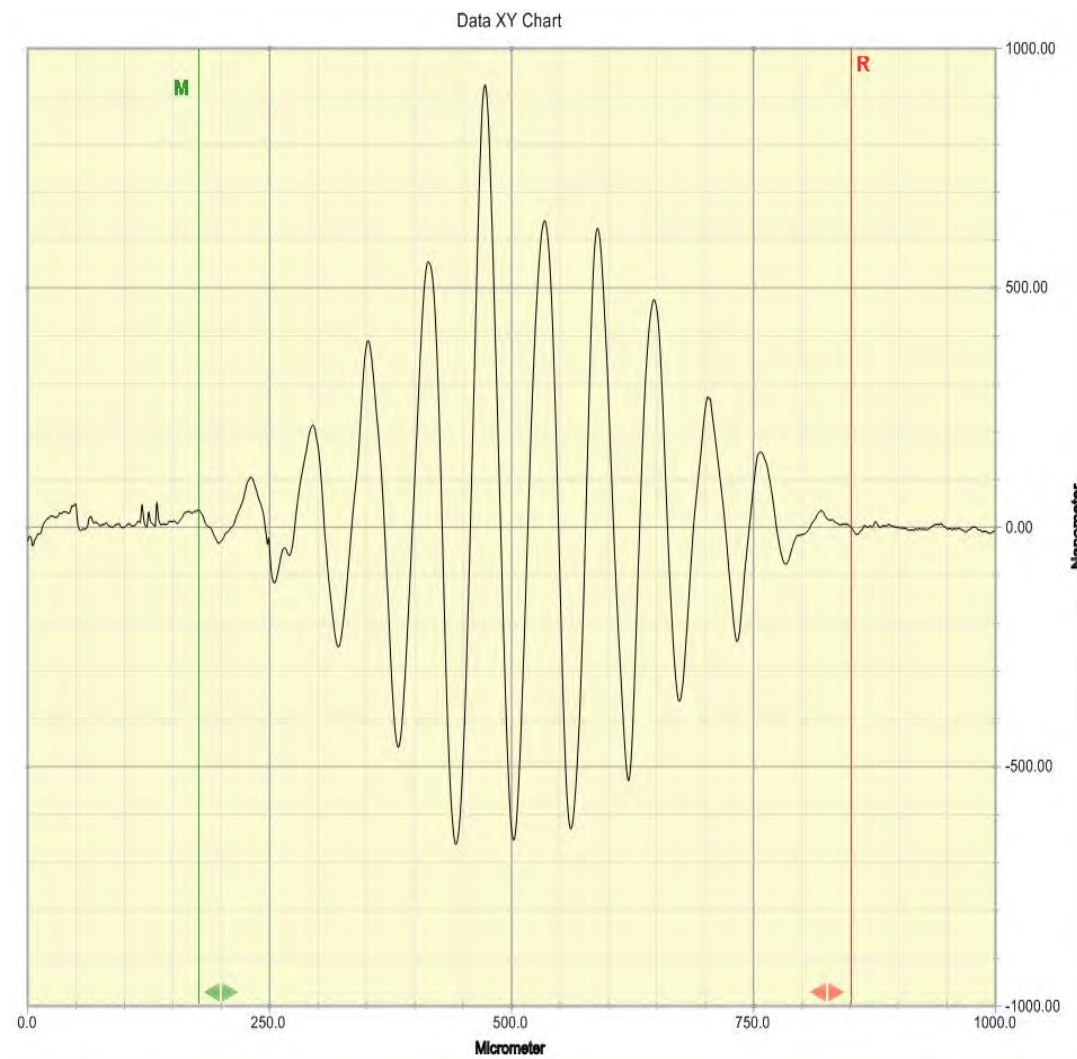


Sintezēti benzamīna atvasinājumi fotorefraktīvo piraniliden azo atvasinājumu iegūšanai, izpētītas šo savienojumu plāno kārtiņu fotorefraktīvās-virsmas reljefu veidojošās īpašības. Atvasinājumi lietojami arī luminoforo savienojumu iegūšanai gaismas emitējošām ierīcēm (OLED).



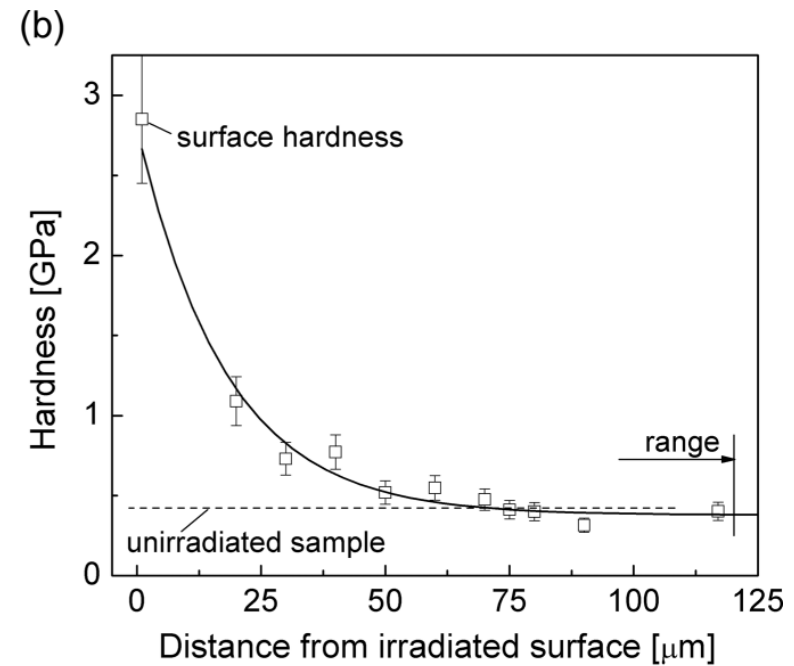
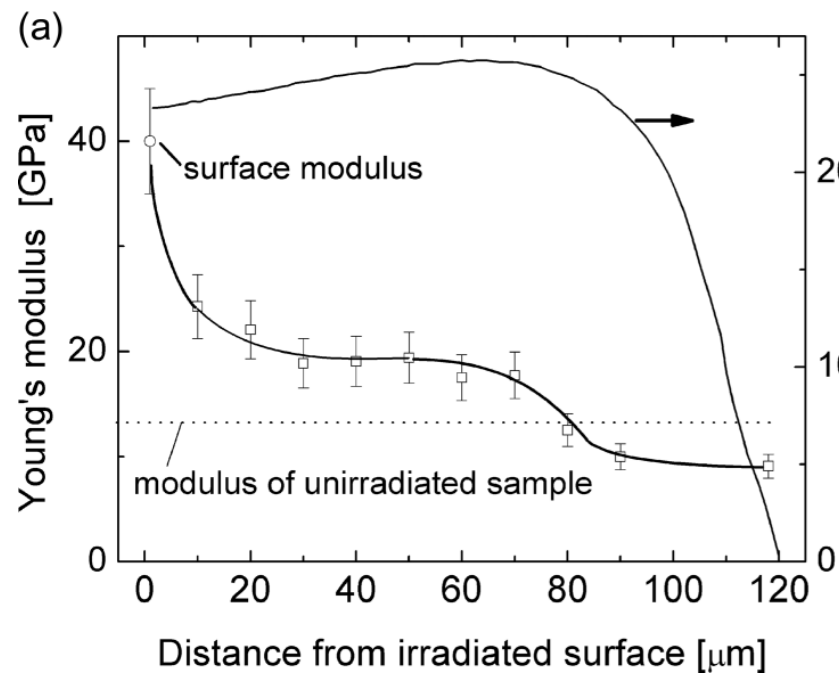
Virsmas reljefa veidošana ar polarizācijas virziena modulētu gaismas lauku.

Reljefa profils As_2S_3 kārtiņā pēc starošanas ar 532 nm lāzera staru, kam modulēts polarizācijas virziens ar periodu ~ 50 mm. Process ir ļoti perspektīvs litogrāfijā materiālu virsmas reljefa veidošanā, jo nav vajadzīga materiāla kodināšana kā tas ir tradicionālajā litogrāfijā un virsmas reljefs ir kontrolējams tā veidošanās procesā.

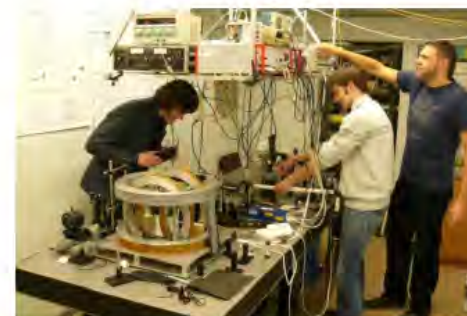
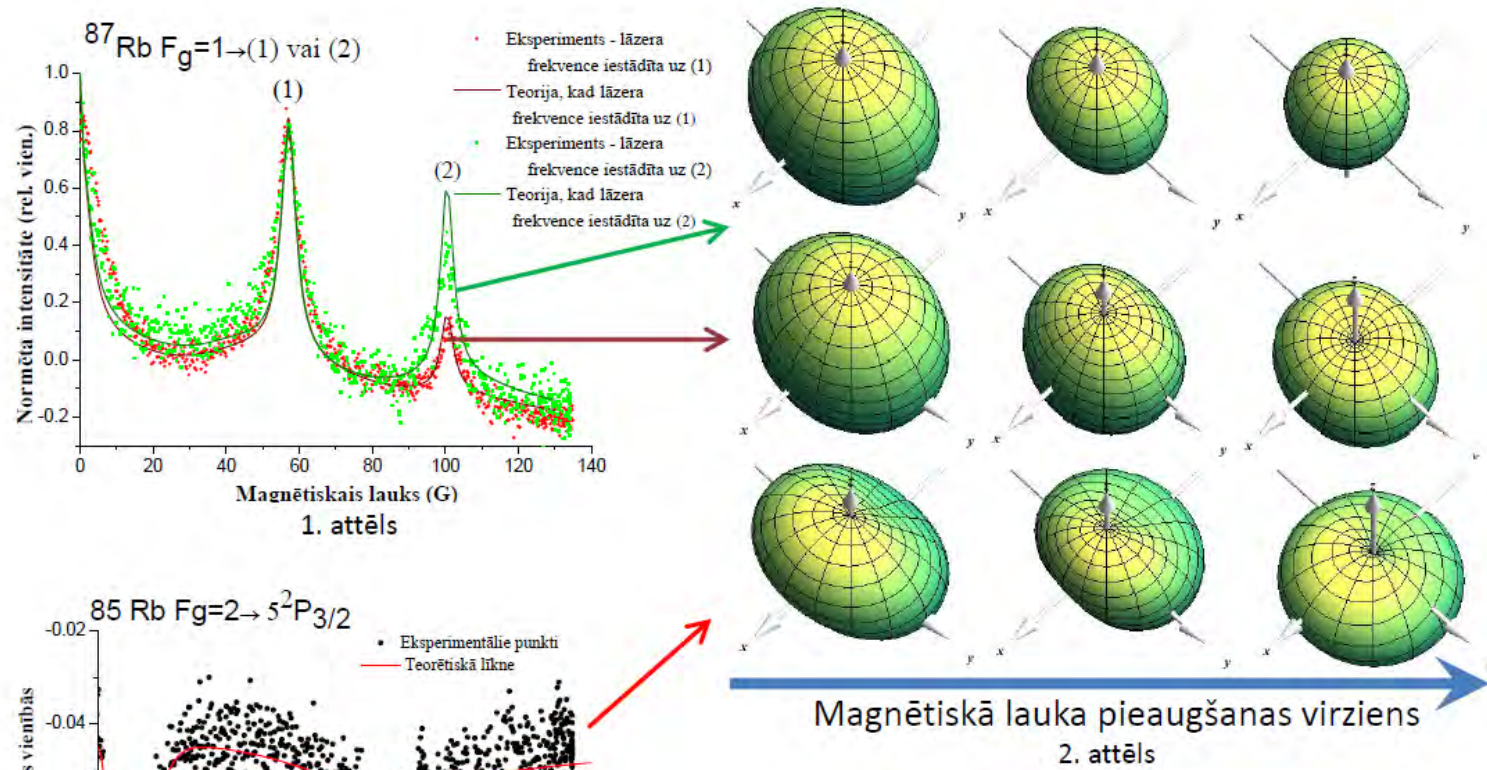


Polikristāliska grafīta apstarošana augstā temperatūrā ar enerģētiskiem joniem palielina grafīta radiācijas izturību, tas pielietojams jaunās paaudzes jonu paātrinātāju ierīcēs.

Junga moduļa (a) un cietības (b) uzlabošanās grafītā pēc apstarošanas ar ^{238}U jonu plūsmu 10^{13} joni·cm $^{-2}$.



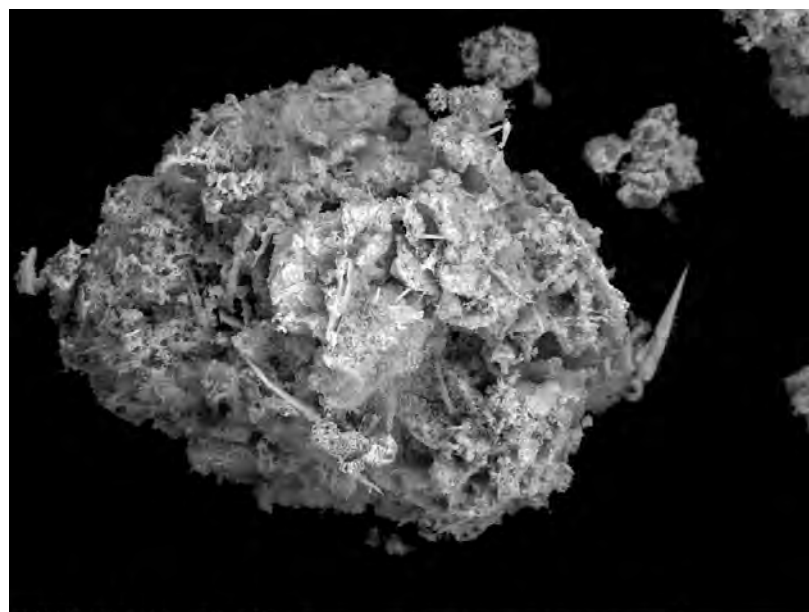
Veikti detalizēti koherento signālu procesu mērījumi un to teorētiskā modelēšana ar precīzu magnētiskā lauka kontroli, lai izstrādātu metodi signālu kontrastu uzlabošanai īpaši precīzu mērījumu veikšanai.



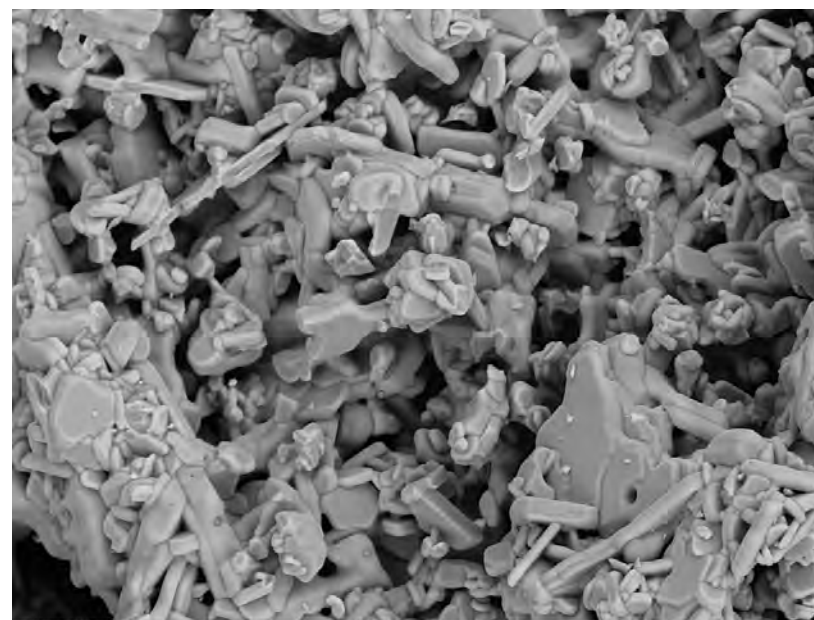
Darbs pie eksperimenta

Izstrādātas degšanas un kausēto sāļu metodes $\text{SnO}_2\text{-ZnO}$ sistēmas, dopētu $\text{BiWO}_4/\text{WO}_3$ un ZnMoO_4 nanodaļiņu sintēzei. **Iegūti materiāli ar paaugstinātu fotokatalītisko aktivitāti kaitīgo organisko savienojumu sadalīšanai, luminiscento materiālu izveidei un videi nekaitīgiem liesmas slāpētājiem.**

Bismuta volframāta nanopulveru skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) mikrofotogrāfijas atkarībā no sintēzes temperatūras un degšanas aģenta

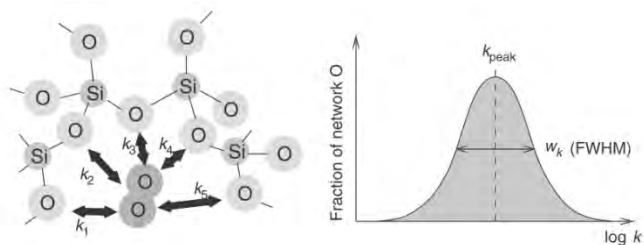


SEM MAG: 5.00 kx Vac: HiVac
SEM HV: 15.00 kV WD: 8.2486 mm 20 μm MIRAI TESCAN
Date(m/d/y): 04/20/11 Det: BSE Detector Riga Technical University

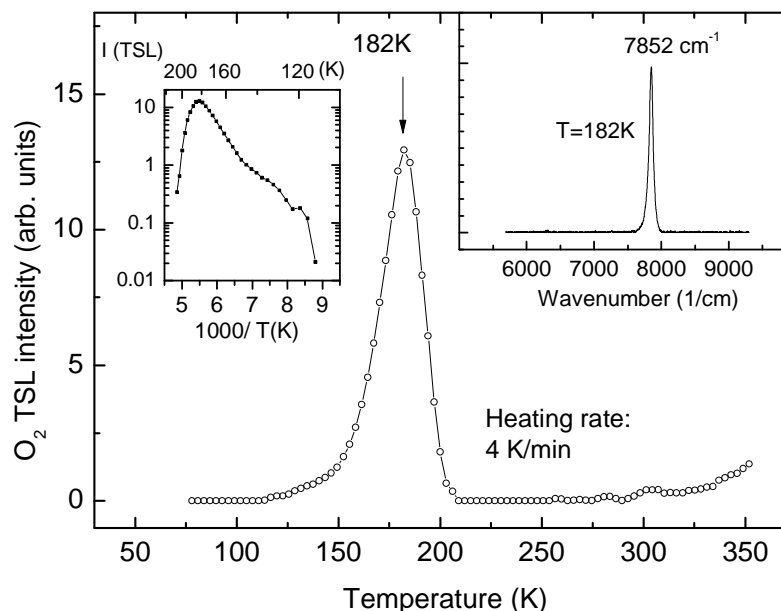
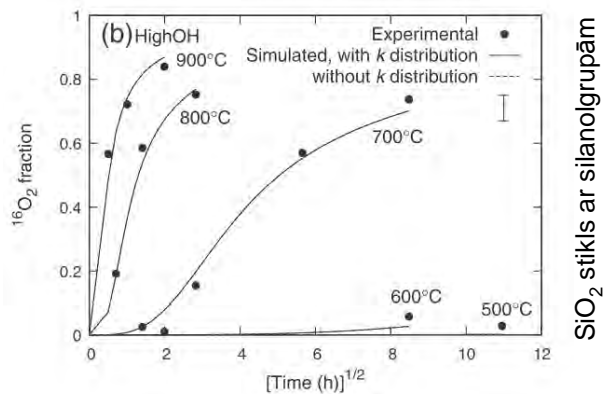
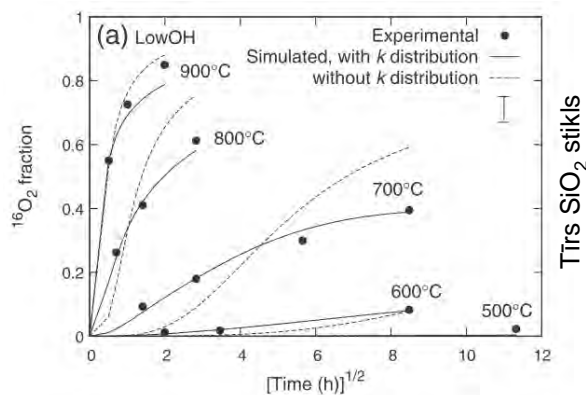


SEM MAG: 5.00 kx Vac: HiVac
SEM HV: 15.00 kV WD: 8.2156 mm 20 μm MIRAI TESCAN
Date(m/d/y): 04/20/11 Det: BSE Detector + SE Detector Riga Technical University

Ar skābekļa stehiometrijas izmaiņām saistītie procesi SiO₂ stiklā



Skābekļa molekulas apmaiņas ar stikla tīkla skābekļiem ātrumu statistiskā sadalījuma ilustrācija (augš. zīmējums) un izotopa ¹⁶O izmērītās (punkti) un aprēķinātās (līnijas) koncentrāciju izmaiņas laikā (kreisais zīmējums). Nepārtrauktās līknes atbilst aprēķinam, kas ņem vērā apmaiņas ātrumu statistisko sadalījumu.



Starpmezgla skābekļa molekulu zemo temperatūru termostimulētās luminiscences (TSL) izspīdināšanas līkne un spektrs (augš. labajā stūrī). **TSL var potenciāli tikt izmantota kā augstas jūtības O₂ detektēšanas metode SiO₂ stiklā.**

Skābekļa apmaiņas reakciju modelēšanai nepieciešams ietvert apmaiņas reakciju ātrumu statistisko izkliedi. **Singleta O₂ emisija SiO₂ stiklā pirmo reizi reģistrēta izmantojot zemu temperatūru termostimulētās luminiscences metodi .**

2. Projekts

Inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas viedu un efektīvu elektronisko sistēmu radīšanai (vadītājs Dr. M. Greitāns)

Projektā ir izstrādā perspektīvas signālu reģistrācijas un apstrādes tehnoloģijas iegulto sistēmu efektivitātes (kopdarbība, enerģija, veikspēja u.c.) un mobilitātes paaugstināšanai, ekstrēmi precīzu (pikosekunžu) laika mērījumu sistēmu izveidošanai, ultraplātjoslas signālu ģenerēšanai un superjūtīgai detektēšanai, biometrisko (t.sk. smadzeņu) signālu apstrādei, sensoru tīklu datu pārraidei, iesaistot sensoru un citu moderno materiālu izmantošanu.

<http://www.edi.lv/lv/projekti/vpp-projekti/projekts-nr2/>

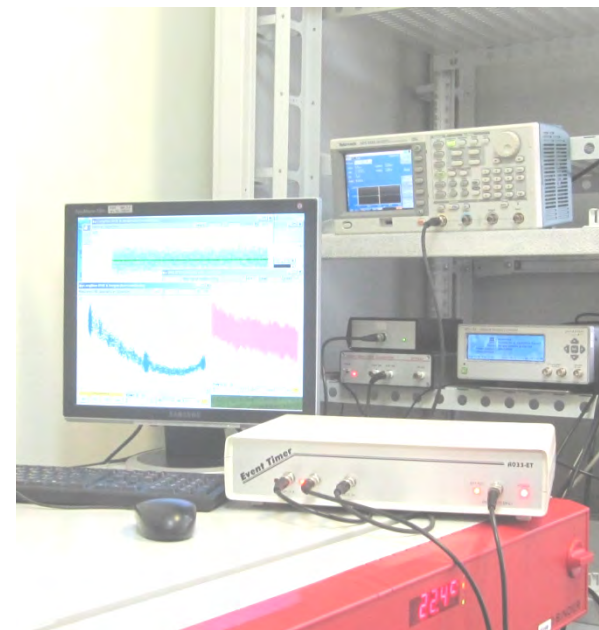
Viedo sistēmu eksperimentālie maketi



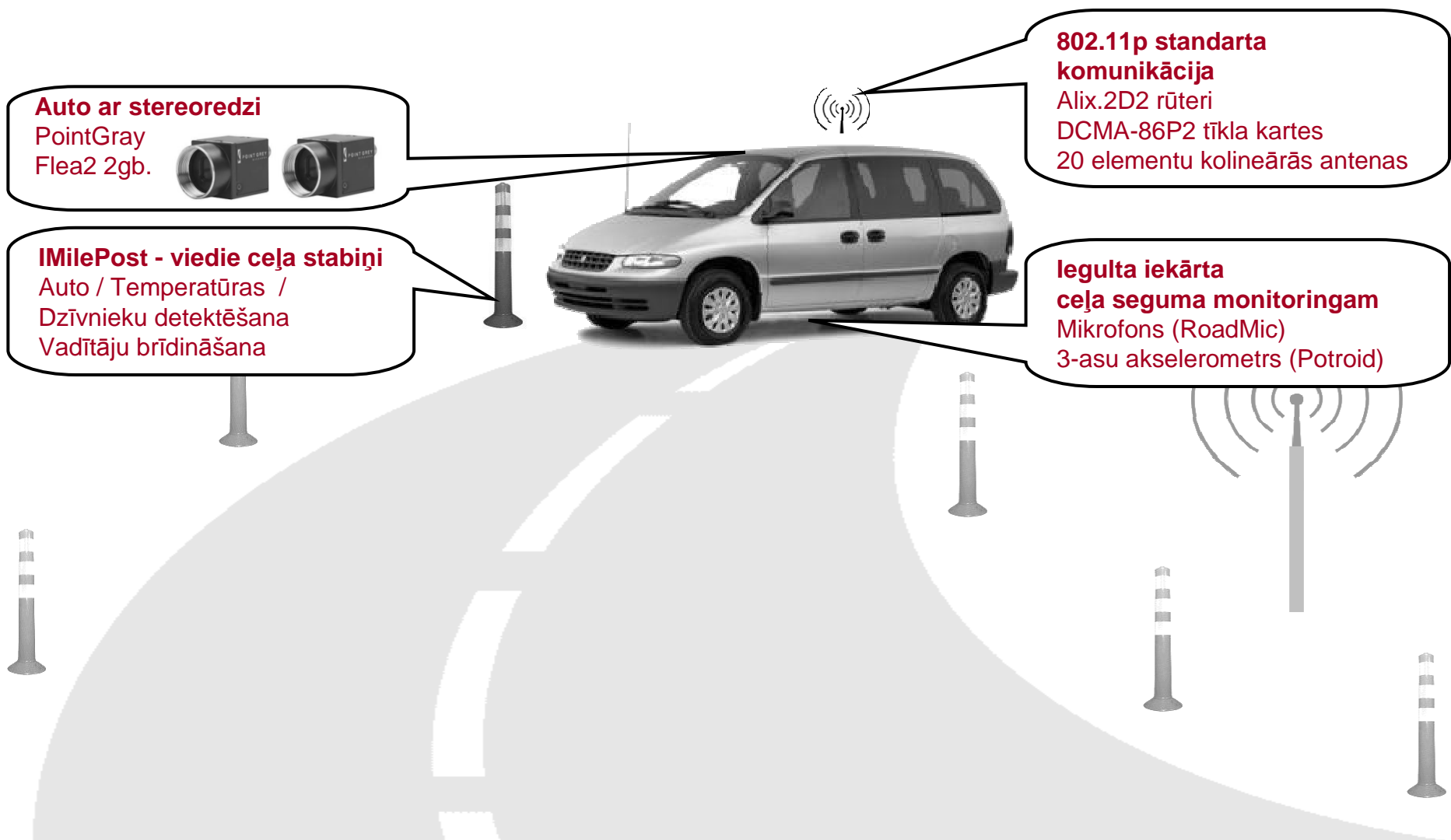
1. Laika notikumu mērīšanas sistēmas prototipu izveide, lai demonstrētu iespējas nodrošināt pikosekunžu precizitāti dažādos pielietojumos

Izstrādāti mērīšanas sistēmas prototipi:

- **Attālumu mērījumiem satelītu lazerlokacijā,**
- **Laika notikumu reģistrēšanai ar paaugstinātu veikspēju,**
- **Dalītā tīkla laika mērīšanas sistēma.**



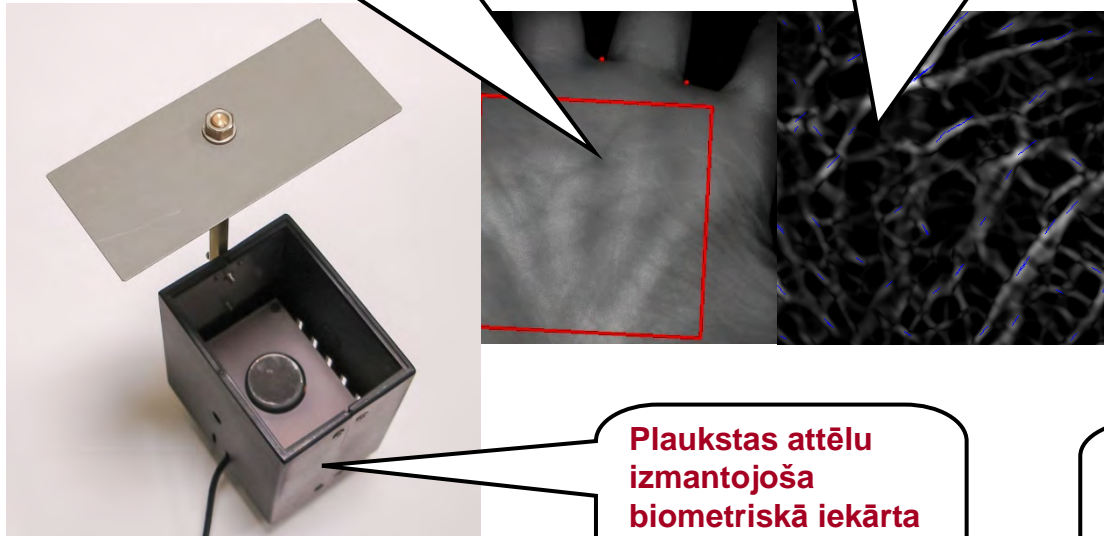
3. Viedo transporta sensoru tīklu, tai skaitā, auto mezglpunktu un satiksmē iesaistīto objektu ārpus auto, izstrāde



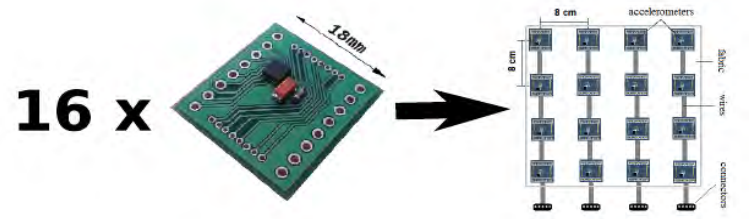
4. Biomedicīnas signālu reģistrācijas iekārtu prototipu izstrāde, iesaistot sensoru tīkla tehnoloģijas un attīstītos signālapstrādes algoritmus.

Raksturīgie punkti interesējošā reģiona meklēšanai

Plaukstu asinsvadu tīklojuma struktūra personu atpazīšanai



Plaukstu attēlu izmantojoša biometriskā iekārta (tiks aprobēta Rīgas domes ITC)



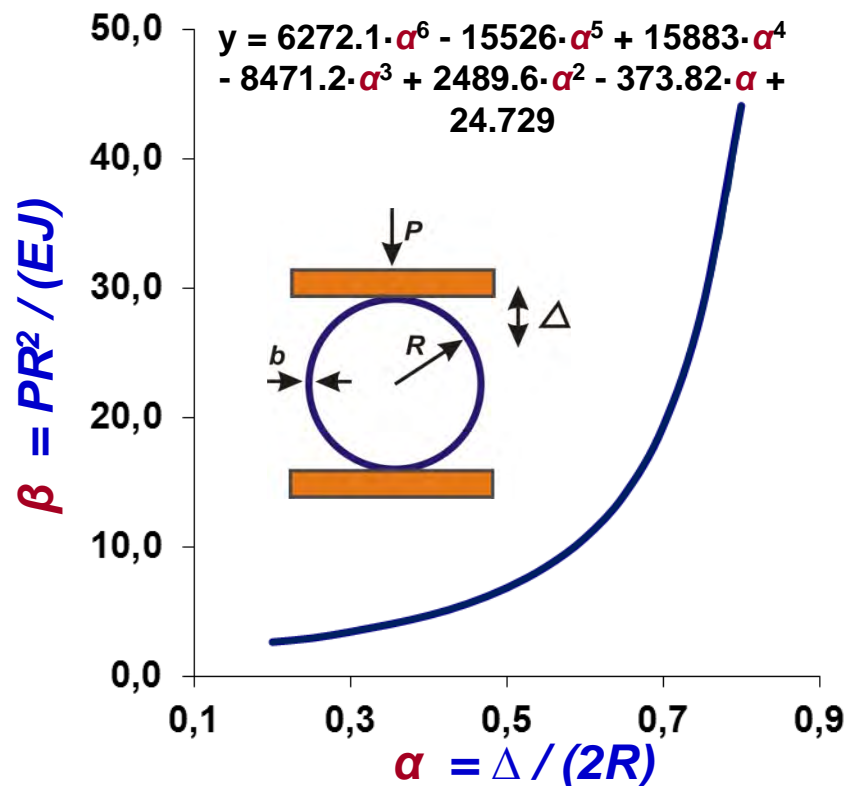
Sensoru tīkls muguras formas atpazīšanai un skoliozes ārstēšanai (tiks aprobēts rehabilitācijas centrā)

3. Projekts

Nanostrukturēti modifikatorus saturoši pašarmēti polimēru kompozīti un to atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteligētajos materiālos un ierīcēs (vadītājs Dr. J. Zicāns)

Projektā izstrādā pašarmētu daudzfunkcionālu polimēru kompozītus ar inovatīviem nanostrukturētiem modifikatoriem un to atbilstošās tehnoloģijas funkcionālo inženierkompozītu izgatavošanai, superelastīgiem elektronikas un fotonikas elementiem, termonosēdmateriāliem, izstrādājumiem ar antistatiskām īpašībām.

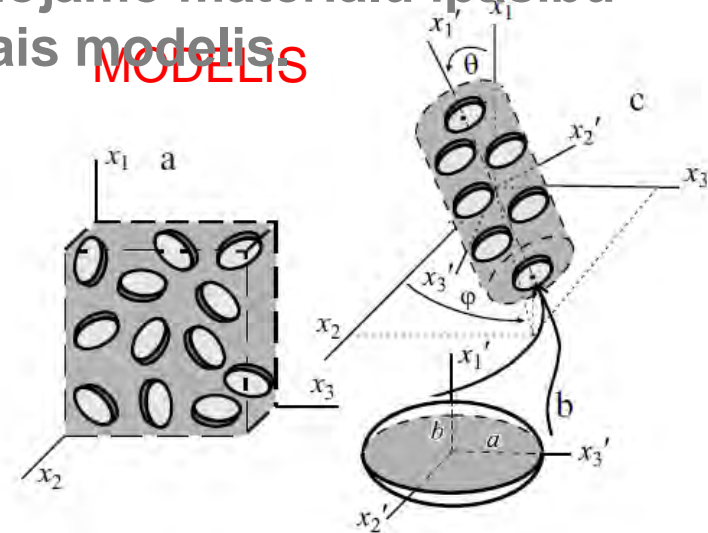
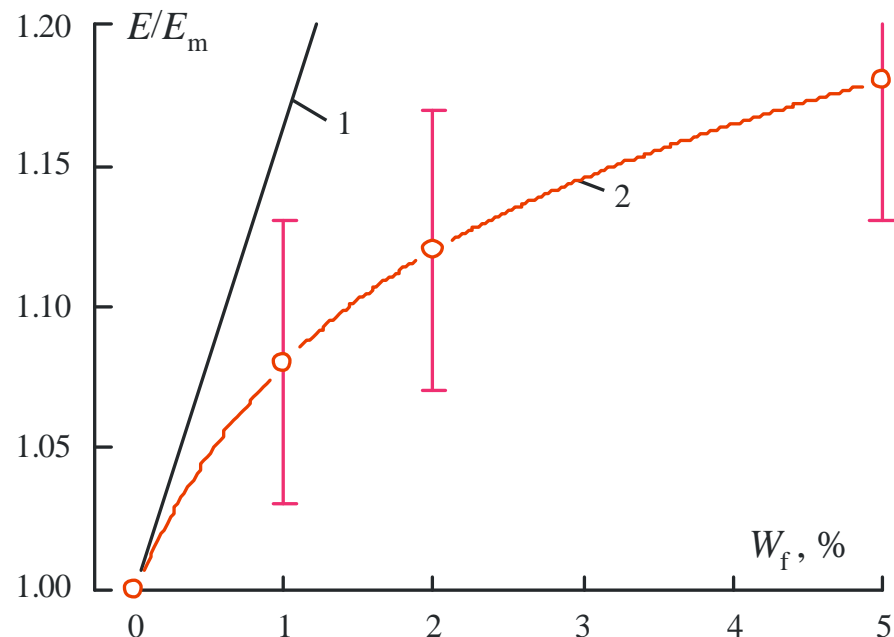
Izstrādāta skaitliski-eksperimentāla metode elastības moduļa noteikšanai plānsienu cilindriskiem paraugiem.



Pašu izprojektētā un izgatavotā ierīce cilindrisku plānsienu paraugu deformatīvo īpašību pētījumiem deva iespēju izvērtēt nano- (nanomontmorilonīta mali (MMT)) un bio- (mikrokristaliskā celuloze (MCC)) pildvielu ietekmi uz plānsienu cilindriskiem izstrādājumiem no polimēriem un to kompozītiem.

Veikta precizētas datorprogrammas izstrāde elastības konstanšu noteikšanai nanokompozītiem ar komplānāri un haotiski izvietotām nanodaļiņām, kā arī precizēts jaunveidojamo materiālu īpašību

iskais modelis.



Mori-Tanaka pieeja

$$C^* = C^m + V_f (C^f - C^m) \cdot A^f,$$

$$A^f = A_{\text{dilute}} = [I + S \cdot (C - C^m) \cdot (C^m)^{-1}]^{-1}$$

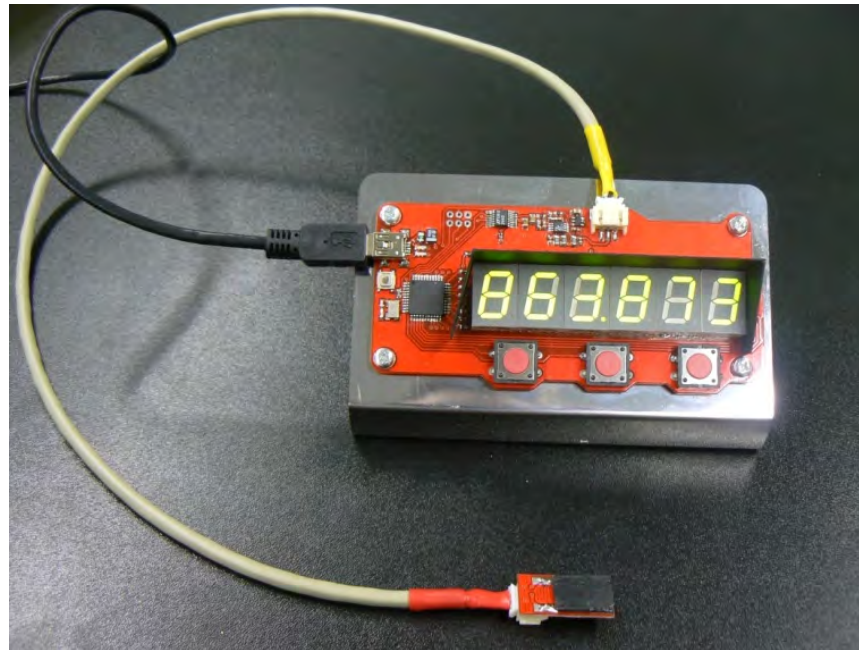
$$A^f = A_{\text{MT}} = A_{\text{dilute}} \cdot [(1 - V_f)I + V_f A_{\text{dilute}}]^{-1}$$

1- aprēķins saskaņā ar **Mori-Tanaka** pieeju, pieņemot pilnīgu montmorillonītu mālu nanopildvielas MMT eksfoliāciju polimēra matricā; 2- eksperimentālie rezultāti

Aprēķiniem izmantotie teorētiskie dati

$$E_m = 2,45 \text{ GPa}; E_f = 175 \text{ GPa}; \nu_m = 0,3; \nu_f = 0,2; d_f = 500 \text{ nm}; h_f = 1 \text{ nm}$$

Polimēra/nanostrukturēta oglekļa sensori gaistošo organisko savienojumu (GOS) kontrolei pārtikas produktos (piens, alkoholiskie dzērieni); mērķis: ieviest tos pārtikas kvalitātes kontrolē.



GOS detektēšanas iekārtas prototips.

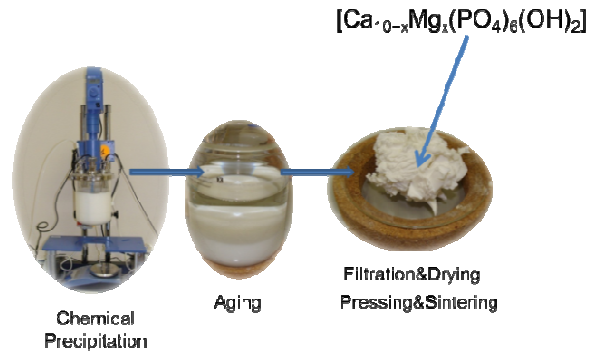
4. Projekts

Jauni materiāli un tehnoloģijas bioloģisko audu izvērtēšanai un aizvietošanai (vadītājs Dr. L. Bērziņa-Cimdiņa)

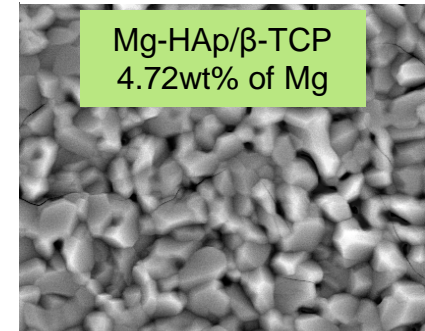
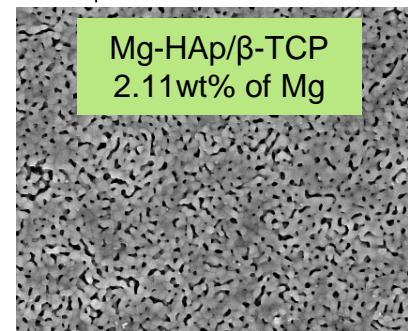
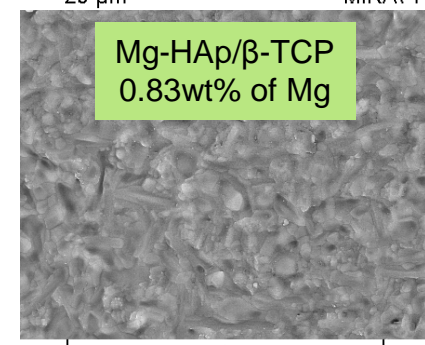
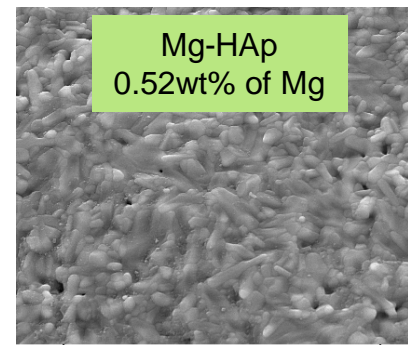
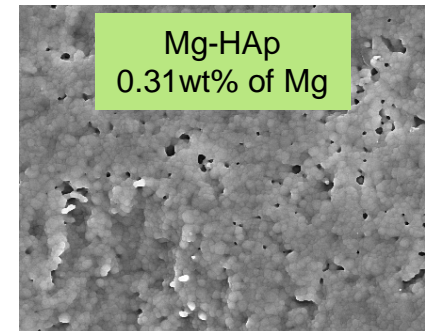
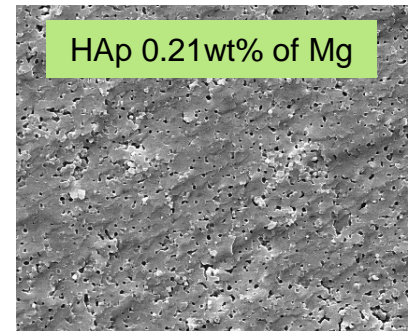
Projektā izstrādā inovatīvu cieto audu aizvietotājmateriālu un fiksācijas cementu pēc kaula struktūras modeļu sistēmas un veicto kompleksu izpēti. Paredzēts iegūt noteiktas formas implantu prototipus klīniskām pārbaudēm.

Izstrādā inovatīvu tehnoloģiju šūnu pamatņu (scaffold) izveidei audu inženierijai un rekombinēto proteīnu kompozītu izveidei ar nanoizmēra biomateriālu daļiņām. Izpēta ādas hromoforu un fluoroforu sadalījumu in vivo ar multispektrālās attēlošanas un lāzeru fluorescences metodēm.

Ar Mg joniem modificētu kalcija fosfātu biomateriālu sintēze un īpašību likumsakarību izpēte

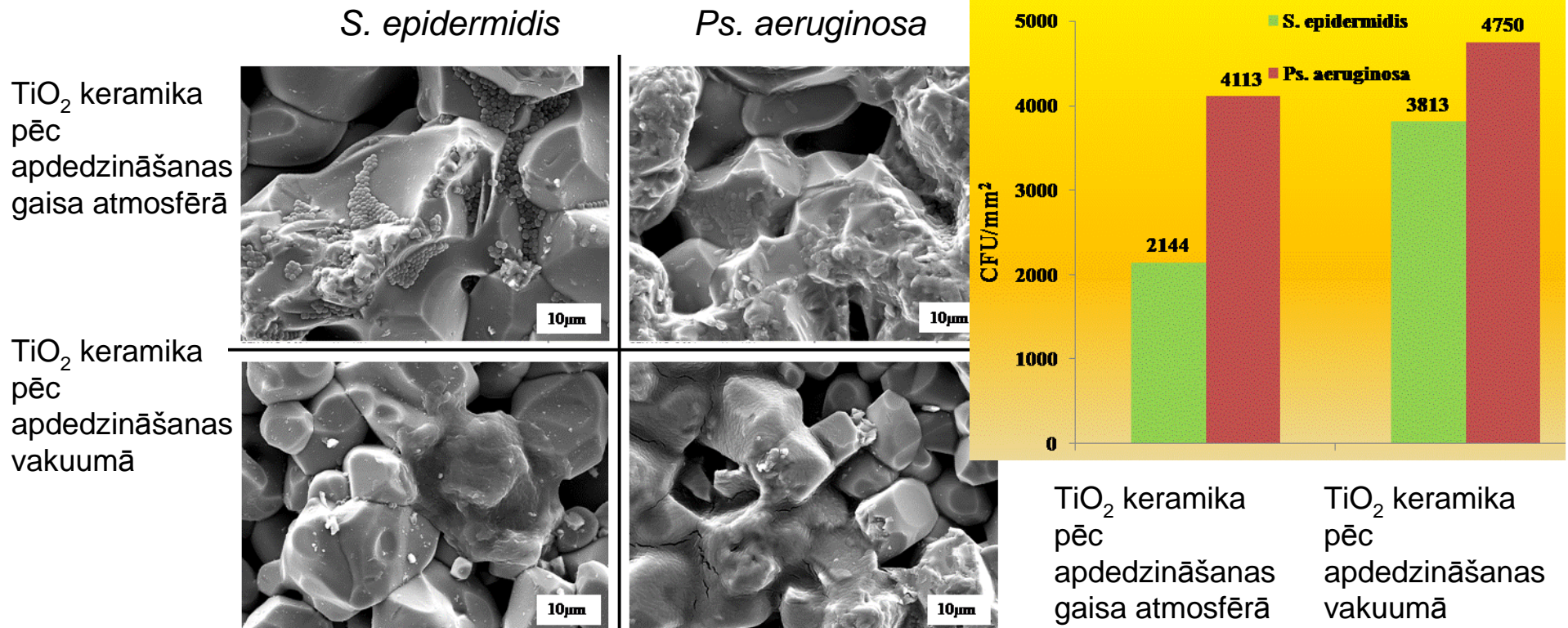


Mg saturoši kalcija fosfātu implantmateriāli stimulē jaunu kaulaudu veidošanos osteoporozes skartajos kaulaudos, novēršot un aizkavējot osteoporozes izplatību.



Titānu oksīdu saturošu biokeramisko materiālu antimikrobiālais izvērtējums

Mikroorganismu kolonizācija *in vitro* pēc 24 h

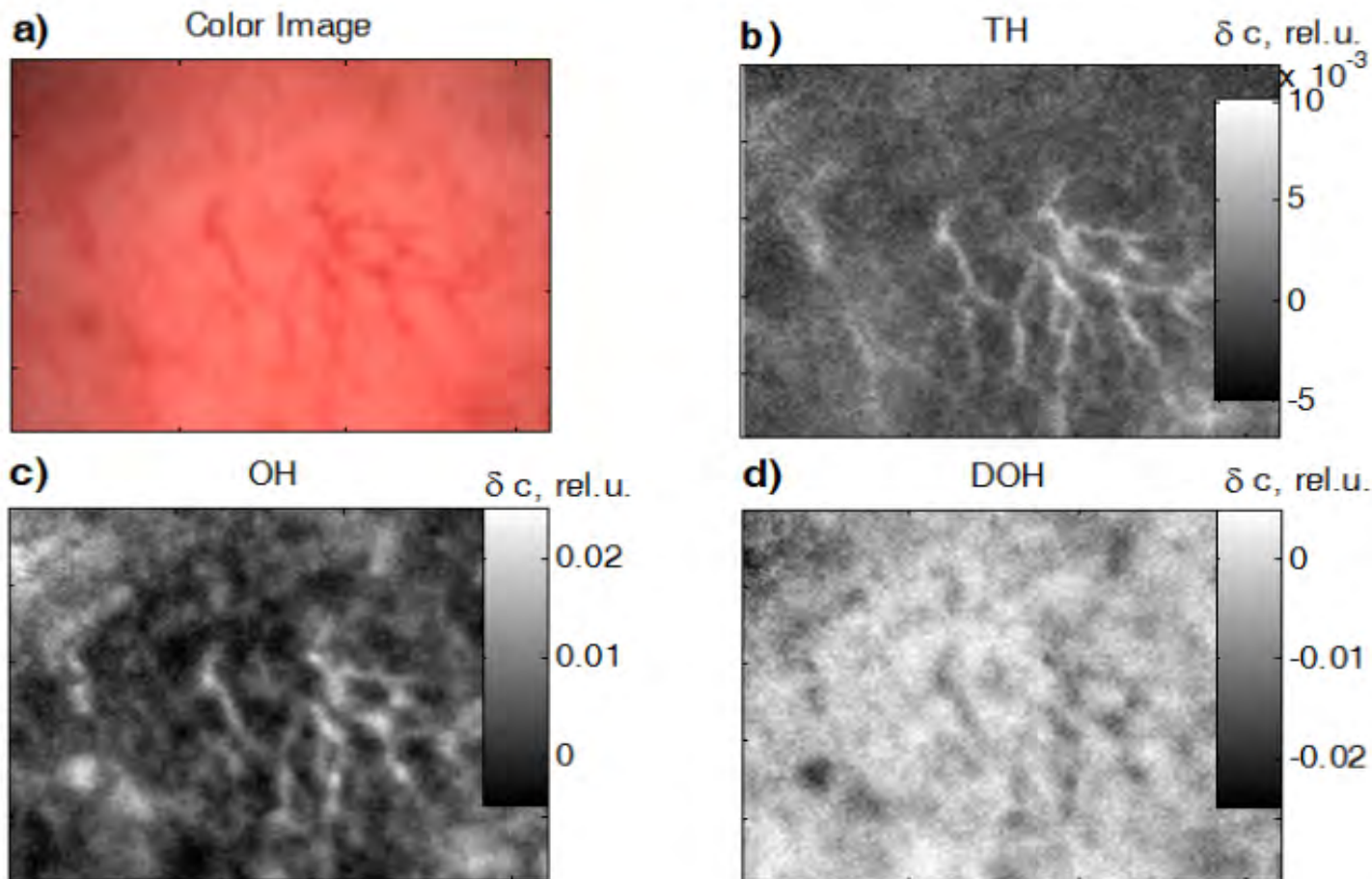


Sistemātiskie pētījumi pierāda, ka TiO₂ keramika nodrošina antimikrobiālo efektu un ir potenciāls materiāls implantu izstrādei.

Ādas hromoforu *in-vivo* optiskā kartēšana

Ādas asinsvadu veidojums:

krāsu RGB attēls (a) un atbilstošās kopējā hemoglobīna (b), oksihemoglobīna (c) un deoksihemoglobīna (d) sadalījuma kartes



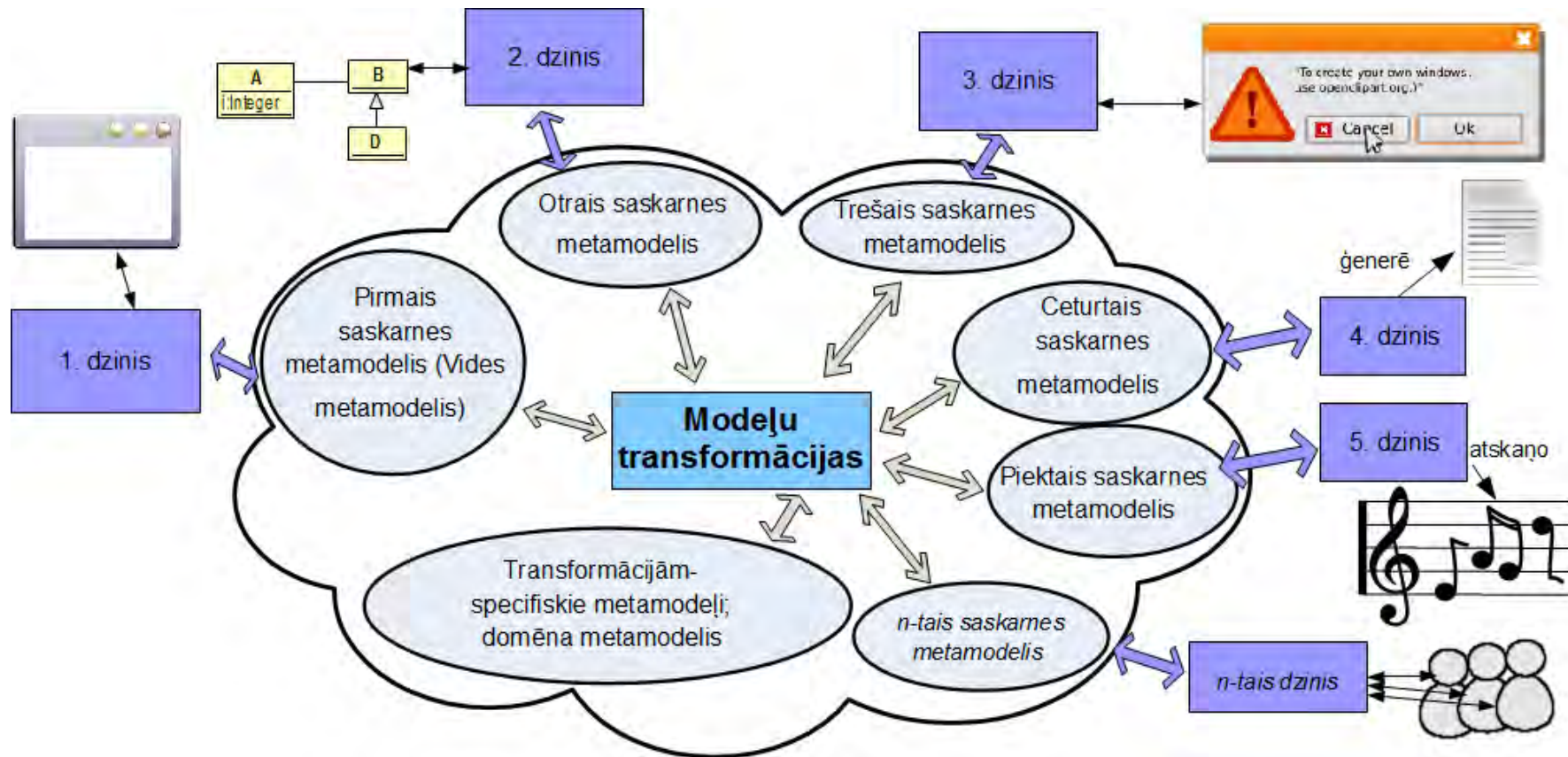
5. Projekts

Jaunas informācijas tehnoloģijas balstītas uz ontoloģijām un modeļu transformācijām

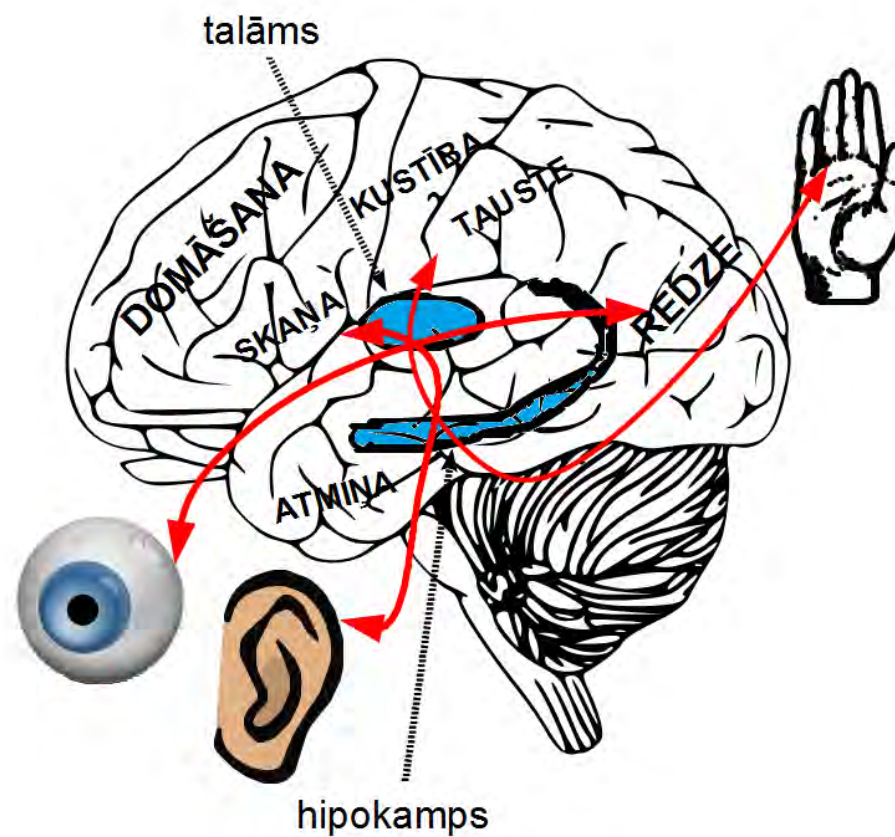
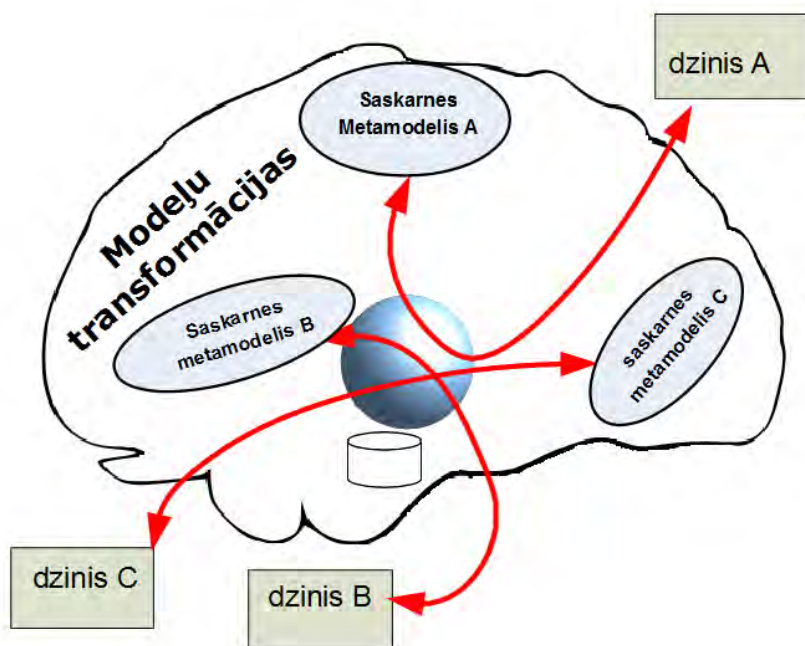
(vadītājs Dr. J. Bārzdiņš)

Projektā izstrādā modeļu vadītās arhitektūras (MDA) tehnoloģijas un uz ontoloģijām un modeļu transformācijām balstītas sistēmu būves metodes un rīkus lietojumiem informācijas tehnoloģijas ražotnēs.

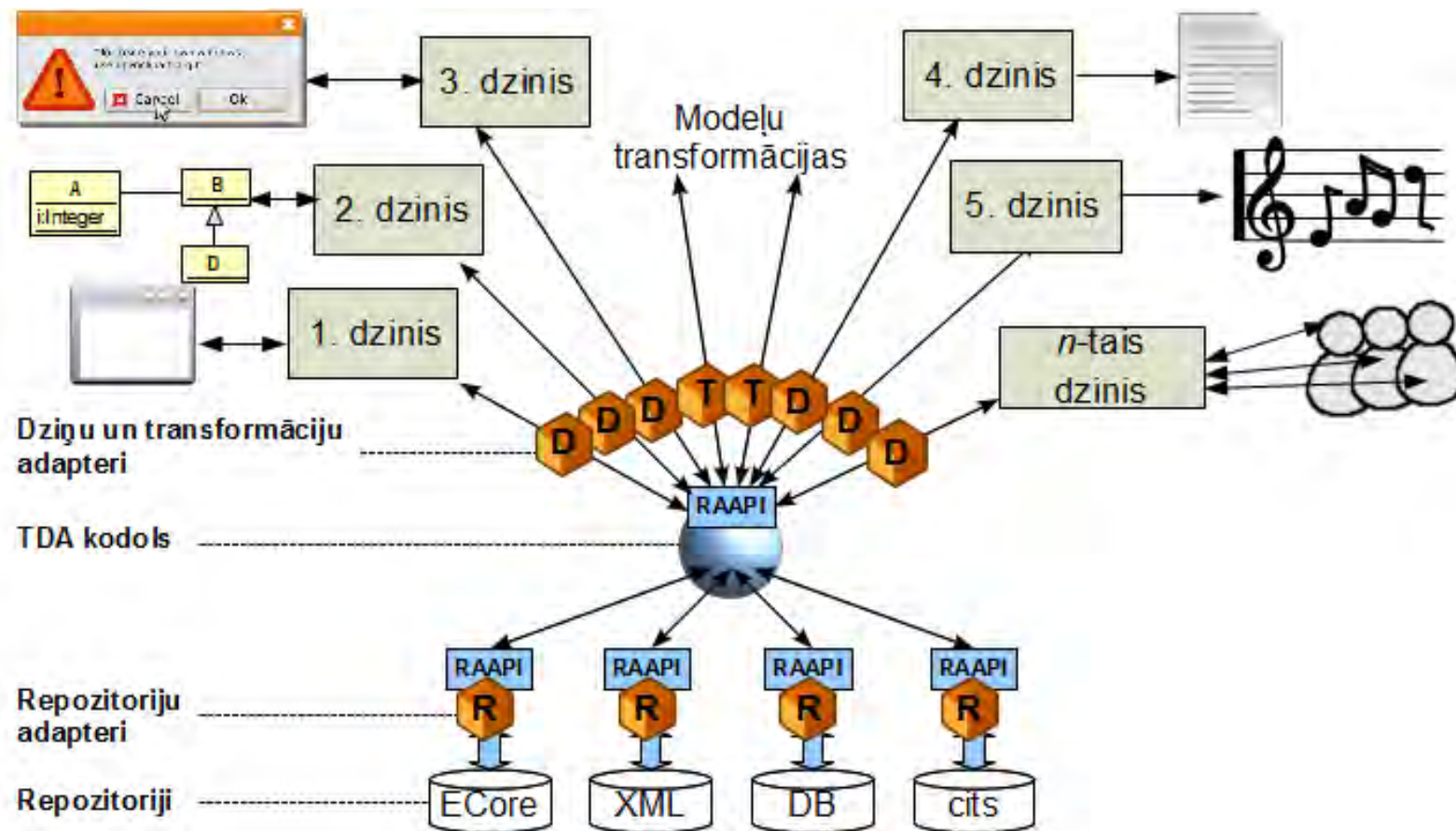
Tranformāciju vadītā arhitektūra (TDA)



TDA saistība ar cilvēka smadzeņu darbību



Tehniskais skats uz TDA



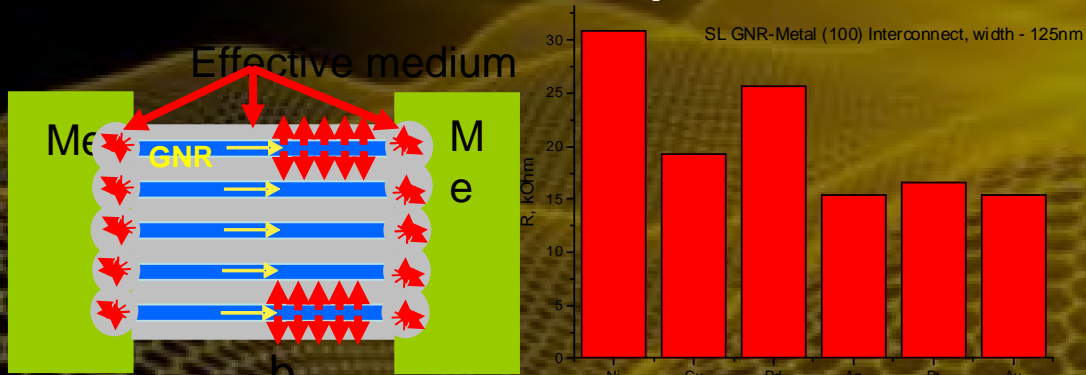
6. Projekts

Grafēns, modificēts grafēns un grafēnu saturoši kompozītmateriāli perspektīviem pielietojumiem pārklājumos, nanoierīcēs un sensoros, enerģijas konversācijai (vadītājs Dr. D. Erts)

Projekta 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. Sadarbībā ar 1. projektu un 3. projektu tiek izstrādātas metodes grafēna pārklājumu veidošanai un grafēna ievadīšanai polimēru kompozītos ar mērķi uzlabot to elastomehāniskās īpašības.

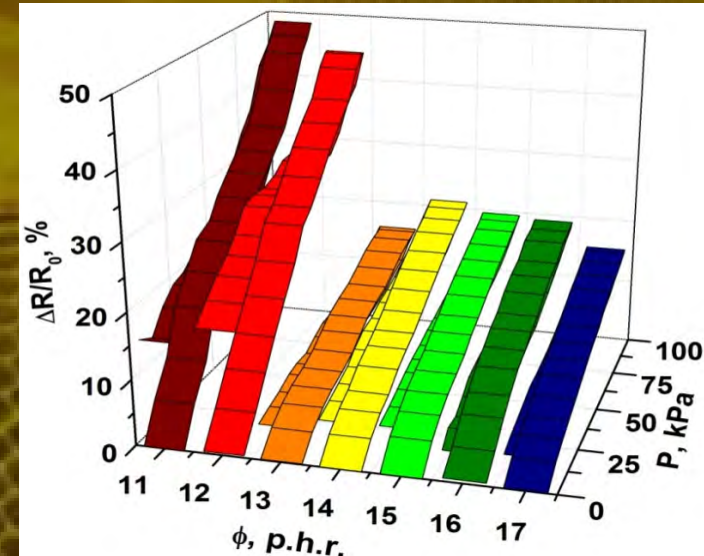
Projekts

Grafēna-metālu kontaktu īpašību modelēšana

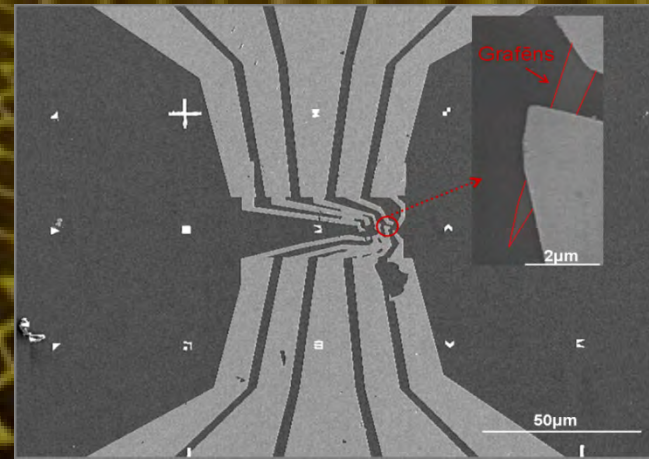
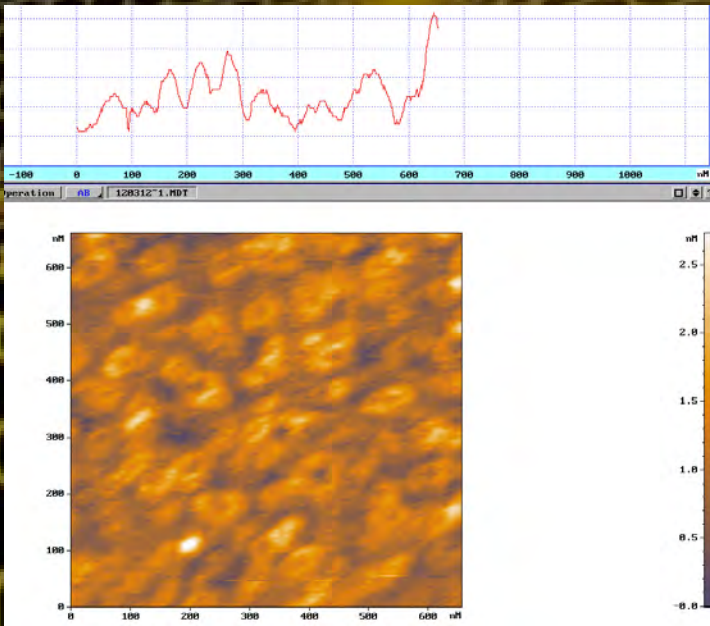


Virsmā pārklāta ar grafēna kārtiņu izmantojot Legmīra Blodžetas metodi

Pjezorezītīvais efekts grafēna nanokompozītu polimēriem

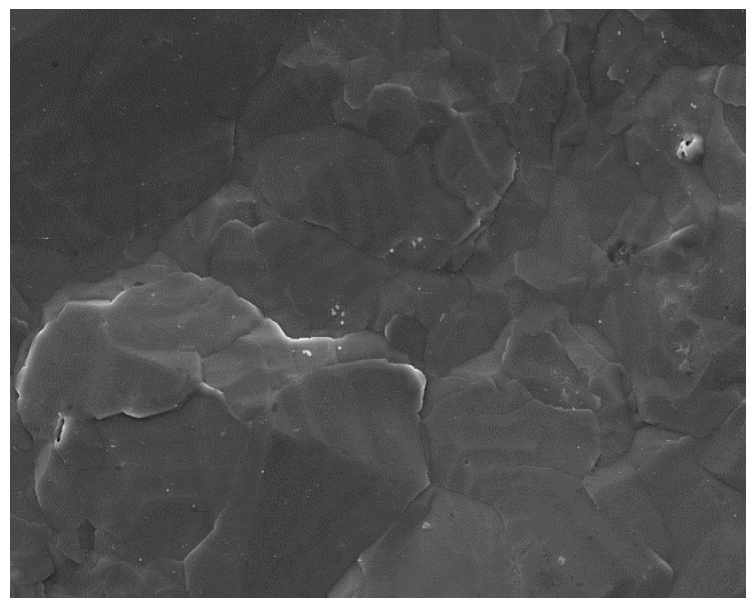


Elektronu litogrāfija grafēna dopēšanas un tranzistoru raksturošanai



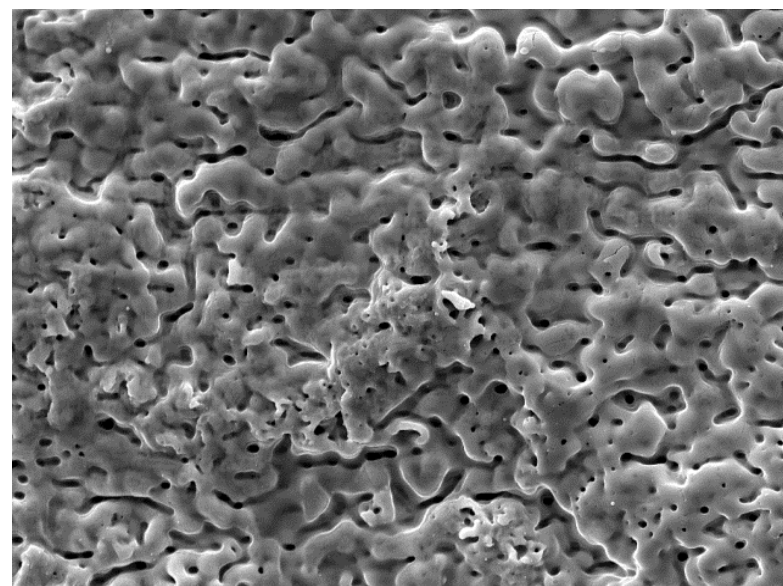
- **Projekta „NANOSTRUCTURED CDTE SOLAR CELLS” (NANOCDTESOLAR) mērķis** ir izstrādāt plāno kārtiņu CdTe saules elementus uz elastīgām un stikla pamatnēm. Šis pētījums un turpmākais industriālais pielietojums Eiropā dos lielu ieguldījumu ES industrijā un palielinās CdTe plāno kārtiņu saules elementu ražošanas apjomus.
- **Projekta īstenošanā iesaistītās zinātniskās institūcijas**
- No Latvijas puses:
 - Rīgas Tehniskā universitāte
- Citi dalībnieki:
 - Universidad Autónoma de Madrid
 - Institute of Physics, Polish Academy of Sciences
 - Universidad Politécnica de Madrid
 - University of Bologna
 - Alma Mater Studiorum
 - Softec Technology and Research- Radioprotezione
- Šajā pētījumā tiek parādīta iespēja paildzināt elektronu-caurumu pāru dzīves ilgumu CdS kristālā, izmantojot Nd:YAG lāzera starojumu. Pētījuma galvenais mērķis ir ar Nd:YAG lāzera starojuma palīdzību uzlabot CdS slāņa īpašības.

CdS/ITO/Stikls struktūras optisko īpašību uzlabošana izmantojot lāzera starojumu, pielietošanai saules elementos



SEM MAG: 5.00 kx Vac: HiVac
SEM HV: 15.00 kV WD: 21.7710 mm
Date(m/d/y): 09/14/12 Det: SE Detector
20 μm MIRA TESCAN
Riga Technical University

a)



SEM MAG: 5.00 kx Vac: HiVac
SEM HV: 15.00 kV WD: 21.7850 mm
Date(m/d/y): 09/14/12 Det: SE Detector
20 μm MIRA TESCAN
Riga Technical University

b)

CdS paraugu topogrāfija uzņemta ar SEM: a) neapstarotam paraugam; b) pēc apstarošanas ar Nd:YAG lāzeru.

No 2006.gada programmas ietvaros ir uzsākta ikgadējās starptautiskās konferences “Funkcionālie materiāli un nanotehnoloģijas” organizēšana



2012.gadā tā notika no 17. līdz 20.aprīlim LU Cietvielu fizikas institūtā. Konferencē piedalījās ap 270 dalībnieku no 23 valstīm, tās laikā nolasīja 18 ielūgtos un 57 mutiskos referātus, kā arī prezentēja 198 stenda referātus. Konferences materiāli ir publicēti žurnālā *Journal of Physics Conference Series: Materials Science and Engineering* un šī gada beigās iznāks arī *Integrated Ferroelectrics*.

4. projekta sasniegto rezultātu starptautiskai aprobācijai un sadarbībai ar ārzemju partneriem organizēts simpozijs „Bioceramics and cells for reinforcement of bone”, kas notika 2012.gada oktobrī Rīgā.



RUDOLFS CIMDINS BIOMATERIALS INNOVATIONS AND
DEVELOPMENT CENTRE OF RIGA TECHNICAL UNIVERSITY



BIOCERAMICS AND CELLS FOR REINFORCEMENT OF BONE

| OCTOBER 18-20, 2012 | RIGA | LATVIA |



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




Kvarca nanovadu zinātne un tehnoloģija. Defektu loma.


Royal Society Seminar

Science and Technology of silica
nanowires

Agenda

Kavli Royal Society International Centre, Chicheley Hall,
Chicheley, Newport Pagnell, MK16 9JJ, United Kingdom

 THE ROYAL SOCIETY

 UNIVERSITY OF
Southampton
Optoelectronics
Research Centre

(8 November)

7.30am – 8.45am Breakfast

9.00am – 9.15am G. Brambilla: introduction/setting the scene

Session I: Nanowire properties (9.15-11.00)

This session will provide an overview of the properties so far investigated and will discuss eventual research directions regarding fundamental properties.

E. Mazur (Harvard): optical properties

L. Bernasconi (RAL): electric properties

G. Brambilla (Southampton): mechanical properties and degradation

A. Michaelides (UCL, London): atomic modelling

Discussion: nanowire properties.

11.00am – 11.30am coffee break

Session II: Silica glass (11.30-1.15)

This session is aimed to discuss differences between properties of silica at macroscopic and microscopic levels.

A. Paleari (Milan): silica and nanosilica

L. Skuja (Latvia): defects

A. Vedda (Milan): dopants

C. Kurkjian (Rutgers): mechanical properties

Discussion: bulk and surface

Programmas Nr. 2 «IMIS» uzstādītie uzdevumi 3.posmā ir izpildīti un rezultāti ir atspoguļoti:

- vairāk kā 80 zinātniskos rakstos;
- 160 Latvijas un starptautisko konferenču referātos un tēzēs;
pieteikti un reģistrēti 5 patenti;
- aizstāvēti 13 promocijas darbi;
- aizstāvēti 26 maģistra darbi;
- aizstāvēti 34 bakalaura darbi.

**PALDIĒS PAR
UZMANĪBU !**