

## **Darba atskaite.**

### ***Tehnoloģijas materiālu digitālai multispektrālai kontrolei un kvalitātes uzlabošanai***

Nr.2010/0259/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/137

#### ***1. Projekta izpildes termiņš***

Sākums – 1. Novembris 2010.

Beigas – 27.decembris 2013.

Darba izpildes termiņš pagarināts (sākotnēji līdz 31.okt.2014.) saskaņā ar projekta Grozījumiem #8 .

#### ***2. Projekta izpildes vieta***

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

#### ***3. Projekta apjoms***

Ieplānotais - 117555LVL

Reāli iztērētie resursi uz 27.12.2013 – 117692.81LVL (bez gala korekcijām uz resursu attiecināšanu VIAA)

#### ***4. Projekta vadītājs***

Gunta Krūmiņa - vad.pētn. (laikā no 1.11.2010 – 31.03.2011., M.Ozoliņa slimības laikā)

Māris Ozoliņš – vad.pētn. (laikā no 1.04.2011 – 27.12.2013)

#### ***5. Projekta izpildē iesaistītās organizācijas***

“Baltijas Foto Serviss” – sniedza trešās puses atbalstu projekta finansēšanā (1000LV), sniedza palīdzību eksperimentu organizācijā ar saviem foto- un printēšanas servisiem.

Latvijas optiķu un optometristu asociācijas biedri - Biedrības biedri sniedza palīdzību psihofizikālo eksperimentu nodrošināšanā.

#### ***6. Auditi***

5.10.2012. notika **LR Finanšu ministrijas Eiropas Savienības fondu revīzijas departamenta audits** ar Revīzijas ziņojumu Nr.PDR-12/19 (sk. Piel. Nr. 7.4.1). Pārbaude atklāja būtisku trūkumu un nepilnību neesamību projekta darbu veikšanā un atskaites dokumentācijā. Tika atklāta neievērota līdzekļu neatbilstība par summu 2.98 LVL, par kādu tika samazināta projekta attiecināmo izmaksu summa.

26.03.2013. veikta *VIAA izlases pārbaude* projekta īstenošanas vietā. Slēdziens par projekta īstenošanas atbilstību noslēgtajam Līgumam – pozitīvs [pārbaudes akts Nr. 2013/2DP/B/43]. Uz pārbaudes laikā izdarītām piebildēm un ierosinājumiem (par projekta izpildes informācijas CFI mājas lapā optimālāku atbilstību vienotai formai, par vienotu ERAF fondu līdzdalības pieminēšanas formu publicējamos darbos, u.c. ) ir ticis reaģēts, un turpmāk tiek ievērots.

16.01.2014 veikts *VID audits* par projekta finansu stāvokli un nodokļu samaksas kārtības ievērošanu periodiem līdz 15.12.2011., līdz 15.12.2011., un līdz 15.12.2011. Pārbaude atrada virkni pārkāpumus finansu dokumentācijas pareizā noformēšanā un sastādīšanā – tādu, kuri neprasā sankcijas pret LU CFI finansu aktiem (aktu kopijas sk. piel. Nr.10.4.1 - Nr.10.4.3). Visi aizrādījumi tiks analizēti un turpmākajā darbībā tiks šādas nepilnības izskaustas.

## **7. Projekta aktivitātes**

Tālāk dots pārskats par projekta aktivitātēm.

1. Rūpnieciskais pētījums.materiālu iepirkumi un esošās aparatūras modernizācija. Telpas ar regulējamu apgaismojumu izveidošana, apgaismojuma intensitātes un krāsu temperatūru kalibrēšana
2. Multispektrālās analīzes matemātiskā nodrošinājuma izveide, piemērojot to redzes uztverei bez un ar dažāda veida un pakāpes krāsu redzes deficītu. Multispektrālās analīzes iekārtas piemērošana āra fotografēšanas vajadzībām. Eksperimentālās iekārtas izveide, piemērojot to objektu ar spektrāli daudzveidīgu struktūru fotografēšanai, un metodes objektu kvalitātes novērtēšanai un datu kopu iegūšanai. Datu apstrādes algoritmu izstrāde un validācija multispektrālo uzņēmumu telpiskai sinhronizācijai un apgaismojuma faktora kompensācijai.
- 3.XY koordināšu parauga galdiņa izveide spektrālajiem mērījumiem ar šķiedru optikas elementiem. Programmatūras izstrāde galdiņa datora vadībai un atstarojuma spektra datu uzkrāšanai. Ierīces spektra kalibrēšana, mehāniskās skenēšanas, atstarojuma intensitātes un ne linearitātes pārbaudes. Ierīces aprobācija atstarošanās un luminiscences spektru noteikšanai materiāliem ultravioletajā un redzamajā gaismas diapazonā.
4. Jaunu krāsu redzes testu izveide, kuriem multispektrālā pieeja ļauj piekārtot skaitlisku novērtējumu diagnosticētai krāsu redzes deficīta pakāpei. Krāsu redzes deficīta testu „pilot-partijas” psihofizikāli redzes uztveres pētījumi laboratorijā un izdale praktizējošiem optometristiem un oftalmologiem, ar mērķi novērtēt atšķirīgu testu sensitivitāti un specifitāti salīdzinājumā ar tirgū piedāvātajiem diagnostikas testiem pētījumu procesu atpakaļsaites radīšanai.
5. Vienlaicīga infrasarkanā spektra un daudzjoslu redzamā spektra fotografēšana izvēlētam izgaismotam aizsargājamam objektam, kombinētas multispektrālo rastra karšu datubāzes izveidei (spektrālajos apgabalos redzamajā - 0,4-0,7 mkm un tuvajā infrasarkanajā 0,8-1,5 mkm). Algoritmu un matemātisko modeļu izveide, lai noteiktu pētāmo objektu parametrus – raksturīgās spektrālās pazīmes un nobīdes no tām.
6. Publicitātes nodrošināšana un patentu aizsardzība.
7. Krāsu laboratorijas LU CFI tehniskā uzdevuma izstrāde.

## 8. Projekta mērķi

Darba aktivitāšu izpilde bija paredzēta, lai palīdzētu sasniegt sekojošus mērķus (projekta iesniegums, pp.2.4,2.5).

Projekta ietvaros **paredzēts** radīt jaunu Latvijā tehnoloģiju, kas ietver sevī dažāda izmēra krāsainu izstrādājumu atstarošanās spektru skenēšanu pa telpiskajām XY koordinātām ar vienlaicīgu datu uzkrāšanu spektra joslās ar izvēlētu joslas platumu. Šāda tehnoloģija var tikt piemērota arī daudzjoslu spektrālu fotouzņēmumu iegūšanai vides monitoringā. Tālākā šīs tehnoloģijas daļa ietver programmatūru, kura ļauj, matemātiski kombinējot un apstrādājot izejas datus, palielināt „signāls/troksnis” attiecību un selektīvi diagnosticēt segmentus ar īpašām spektrālajām sastāvdaļām materiālzinātnes, krāsu informācijas arhivēšanas un vides piesārņojuma novēršanas uzdevumos.

Projekta **mērķis** ir izveidot jaunas tehnoloģijas, kas realizē Latvijā iespēju veikt multispektrālo krāsu analīzi rūpniecības izstrādājumiem ar sarežģītu virsmas krāsu sastāvu un struktūru un ģeogrāfiskiem areāliem; diversificēt izstrādājamās tehnoloģijas ražojumu kvalitātes paaugstināšanai, augsnes raksturlielumu kontrolei un sakārtotas un draudzīgas vides radīšanai.

**Mērķa auditorijas** : multispektrālā izstrādājumu virsmu krāsu noteikšanas tehnoloģija gala produktie, materiālu virsmu krāsas nemainības ražošanas procesos nodrošināšana ; personu ar krāsu redzes traucējumiem aprūpes nodrošināšana (projekta iesniegums, pp.2.4,2.5).

Pie projekta specifiskajiem mērķiem tika atzīmēts arī:

**Izpildīt prasību**, lai izstrādātā metodika var tikt izmantota gan objektīvos, no cilvēka redzes neatkarīgos apstākļos, gan arī ievērojot cilvēku redzes īpatnības;

- tā ļautu raksturot un novērtēt dažādi izveidotu vizuālo stimulu redzes uztveres un atpazīšanas spējas un šo spēju atšķirības, mainoties apgaismojuma spektrālajam sastāvam, un

- šo spēju atšķirības cilvēkiem bez un ar krāsu redzes deficītu.

- izstrādāt tehnisko uzdevumu Krāsu laboratorijai, kurā bez parastajām krāsu analīzes iespējām būtu ietverta multispektrālā krāsu analīze rūpniecības izstrādājumu un citu objektu kontrolei un krāsu sastāva ciparotai arhivēšanai (projekta iesniegums, pp.2.6).

## 9. Darba aktivitāšu izpildē sasniegtie rezultāti.

### 1.aktivitāte.

Veikts rūpnieciskais pētījums par esošiem krāsu redzes testiem un nepieciešamo aprīkojumu. Aktivitātes gaitā tika iegādātas "Kalibrēto gaismas lampu kambaris" Lightbooth QT100W ar četriem standarta apgaismojumiem (D65, CWF, TL84, F) un UV lampām luminiscences procesu pētījumiem. Izveidoti apgaismojuma stendi, piemēroti vairāku tipu apgaismojumu izvietošanai: kvēlspuldzes, halogēna, luminiscentas, gaismas diožu. Apgaismojuma stendiem ir dotas shēmas un to izvietojums laboratorijā. Veikta Apgaismojuma intensitāšu, spektrālo un fotometrisko parametru raksturošana.

### 2. aktivitāte.

Izveidots matemātiskais aparāts krāsu redzes uztveres aprakstam, kas ļauj piemeklēt dažādus krāsu redzes anomāliju pakāpes un krāsu redzes traucējumu izpausmju veidus. Multispektrālās analīzes iekārta ir aprīkota ar autonomo barošanu un elektrība parametru noteikšanai darbam āra apstākļos. Noteikti autonomās barošanas iespējamās slodzes. Tā

ir paredzēta vieglai transportēšanai un papildus mākslīga apgaismojuma pieslēgšanai ar jaudu līdz 50 W. Ir izveidota divu kameru sistēma (JAI CV10M un CRI Nuance Vis07) aprīkota ar spektrāliem filtriem piemērota objektu fotografēšanai UV, redzamā un infrasarkanā spektrā. Iegūtas kompleksas UV, VIS, NIR datu kopas pētāmiem objektiem. Izstrādāti algoritmi multispektrālo attēlu telpiskai sinhronizācijai. Matemātisko funkciju kopa satur arī algoritmus apgaismojuma faktora spektrālai korekcijai gan pirms mērījuma, gan arī attēla labošanai pēc mērījuma.

### 3. aktivitāte

Veikta „XY koordināšu parauga galdiņa izveide spektrālajiem mērījumiem ar šķiedru optikas elementiem. Programmatūras izstrāde galdiņa datora vadībai un atstarojuma spektra datu uzkrāšanai. Ierīces spektra kalibrēšana, mehāniskās skenēšanas, atstarojuma intensitātes un ne linearitātes pārbaudes. Ierīces aprobācija atstarošanās un luminiscences spektru noteikšanai materiāliem ultravioletajā un redzamajā gaismas diapazonā” izveidots paraugu skenējošs koordināšu galdiņš, ko iespējams pārvietot divās dimensijās 75 [mm] katrā virzienā. Galdiņa vadībai radīta programma LabVIEW vidē. Galdiņš ir integrēts mikroskopa optiskajā sistēmā un apvienots ar šķiedru optikas elementiem. Aktivitātes ietvaros radīta apgaismes sistēma, kurā izmantota īsā loka ksenona lampa pētījumiem gan redzamajā, gan ultravioletajā spektra daļā. Izmantojot impulsu gaismas avotu, ir iegūtas luminiscences dzišanas laika atkarības dažādiem paraugiem. Izmantojot galdiņu, ir skenēti gan paraugi, kas luminiscē UV diapazonā, gan arī paraugi, kuru atstarošanās spektrs mērīts tā redzamajā daļā. Katrai izgatavotajai detaļai ir rasējums, atbilstoši kuram detaļa izgatavota LU CFI darbnīcās. Iegūtie dati saglabāti mērījumu failos un sašķiroti pa mapēm. Par 3. aktivitātē paveikto sagatavots atskaites dokuments.

### 4. aktivitāte

Aktivitātes gaitā ir izveidotas vairākas krāsu redzes testa plašu versijas. To pārbaudei ir izstrādāta oriģināla multispektrālā analīze un algoritmi, kas ļauj izvērtēt testu veikspēju dažādos apgaismojumos un pie atšķirīgām krāsu redzes traucējumu pakāpēm. Par algoritmu un testu progresu ir ziņots vairākās starptautiskās konferencēs. Kolorimetriski un dizainiski veiksmīgs krāsu redzes testa pilotversija tika pārbaudīta uz cilvēkiem ar krāsu redzes deficītiem un ir noteiktas testa sensitivitātes un specifitātes parametri. Jauna testa parametri ir salīdzināti ar tirgū pieejamiem kr.testiem. Vairakkārt ir uzlaboti testu kolorimetriskiem parametri un atrasts labākais testa plašu izkārtojums.

### 5. aktivitāte

Monohromatiskas kameras un multispektrālās kameras ir savienotas vienotā sistēma kombinēto rastra karšu fotografēšanai. Monohromatiska kamera ir aprīkota ar filtru turētāju vieglākai spektrālo filtru nomainīšanai. Izveidots algoritms t.s. slēpto attēlu meklēšanai noteiktā spektra diapazonā. Slēpto attēlu meklēšana realizēta, apgaismojot paraugu vai nu tikai ar UV

starojumu un reģistrējot luminiscences spektru, kā arī, meklējot šķietamu atstarošanās koeficienta pieaugumu luminiscences radītā signāla dēļ. Sistēmā ļauj noteikt slēptos attēlus arī infrasarkanajā spektrā.

Matemātisko funkciju komplekts ir papildināts ar algoritmiem spektrālo attēlu histogrammu izlīdzināšanai un atšķirīgo parametru noteikšanai, pētāmo objektu spektrālā kontrasta noteikšanai.

Par 5. aktivitātē paveikto sagatavots atskaites dokuments un radīta LabVIEW programma datu matemātiskai apstrādei.

## 6. aktivitāte

Publicitātes nodrošināšana un patentu aizsardzība.

Izveidotam krāsu redzes testam ir iesniegts Eiropas patenta pieteikums . Iesniegts patents klasificējās pēc Amerikas patenta klasifikatora zem US 351.242 "OPTICS: EYE EXAMINING, VISION TESTING AND CORRECTING" klases. Apakšklase .242 attiecās uz polihromatiskām platēm vai tabulām krāsu deficīta noteikšanai. Iesniegtajā patenta pieteikumā ir 13 pretenzijas. Zemāk ir dots pretenziju izklāsts brīvā formā. Tas konstatē atšķirīgas jauna testa pazīmes salīdzinājumā ar esošiem testiem. Patenta pieteikums ir iesniegts 15.novembrī Eiropas Patentu Birojā zem numura EP 13193137.

## 7. aktivitāte

Projekta aktivitātē „Krāsu laboratorijas LU CFI tehniskā uzdevuma izstrāde” sagatavots sertificētas LU CFI Krāsu laboratorijas tehniskais uzdevums, kurā motivēta nepieciešamība šādu laboratoriju izveidot, izvirzītas prasības attiecībā pret šo laboratoriju, kā arī aprakstīts rīcībā esošais un nepieciešamais aprīkojums un izklāstīti paveicamie uzdevumi. Iztirzātas arī šādas laboratorijas funkcijas, kas būtu īstenojamas, modernizējot esošo aprīkojumu. Norādīts arī LU CFI Krāsu laboratorijas iespējamo klientu loks. Šajā aktivitātē sagatavots arī atskaites dokuments.

## **10. Rezultātu kvantitatīvie rādītāji**

### **10.1. publikācijas**

#### **10.1.1. publicētie darbi datubāzu avotos**

- S.Fomins, M.Ozolinsh „Multispectral Analysis of Color Vision Deficiency Tests”. *Medžiagotyra (Material Science)* **17**, No. 1, pp.104 – 108.
- K. Luse, A. Pausus, V. Karitans, M. Ozolins, M. Tukisa. "Evaluation of retro-reflective coating performance by reflectance and perceived relative brightness measurements". *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* **23**, pp.1 - 5 (2011).
- K. Luse, S. Fomins and M. Ozolinsh “Pseudoisochromatic test plate colour representation dependence on printing technology”. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **38**, 012024 doi:10.1088/1757-899X/38/1/012024 (2012).
- V.Karitans, M.Ozolinsh, "Dependence of perceived purity of a chromatic stimulus on saturation adaptation." *Medicina* **48**, pp.458-464 (2012).

- S.Fomins, M.Ozolinsh, "Modelling the appearance of chromatic environment using hyperspectral imaging." *Progress in Biomedical Optics and Imaging – Proc. SPIE 9032*, Article number 903205 (2013).
- M. Ozolinsh, P.Paulins, Multicolour LEDs in educational demonstrations of physics and optometry. *SPIE*. Vol. ETOP 2013 (2013).

#### **10.1.2. publicētie darbi citos avotos**

- S. Fomins, M. Ozolinsh, U. Atvars. "Pseudoisochromatic plate's performance by multispectral analysis". *Perception* **40**, ECVP Suppl., p. 199 (2011).

#### **10.2. iesniegtie darbi**

- M. Ozolinsh, P. Paulins, „LED and DPSS laser visual stimuli for evaluation of lutein and zeaxanthin macular pigment caused light extinction in human retina.” Suppl. to *EOSAM Proceedings*.
- S. Fomins, M.Ozolinsh, "Biologically inspired color vision deficit modelling with hyperspectral data." *Proc. 9th Baltic-Bulgarian Conference on Bionics and Prosthetics, Biomechanics and Mechanics, Mechatronics and Robotics*, Vol.9 (2013).

#### **10.3. dalība konferencēs**

Par projekta aktivitātēm un rezultātiem ziņots -  
Ikgadējās

- LU un LU CFI konferencēs.
- “Functional materials and nanotechnologies” FMNT konferencēs - 2011 (Rīga), 2012(Rīga), 2013 (Tartu).
- ”Developments in Optics and Communication” 2011 (Rīga), 2012(Rīga), 2013 (Rīga).

Konferencēs:

- European Conference of Visual Perception, (ECVP-2011), Toulouse, France, 2011.
- International Conference Advanced Optical Materials and Devices, AOMD-7, Vilnius, Lithuania, 2012.
- International Conference "EMVPO-2012", Dublin, 2012.
- International Conference "EOSAM-2012", Aberdeen, 2012.
- European Conference of Visual Perception, (ECVP-2012), Alghero, Sardinia, 2012.
- International Conference “Advanced materials and technologies 2013”, Palanga, Lithuania, 2013.
- International Conference ICVS-2013, Winchester, England, 2013
- International Conference ETOP-2013, Porto, Portugal, 2013.
- First International Conference “Biophotonics - Riga 2013”, Riga, Latvia, 2013.
- 9th Baltic-Bulgarian Conference on Bionics and Prosthetics, Riga, Latvia, 2013.

Kopsummā publicētas 21 tēzes.

#### **10.4. prototips**

Ir izveidota prototipa ierīce – ar mikroskopu savietots skenējošais XY galdiņš – ierīce virsmu atstarošanās un luminiscences spektru mērījumiem. Prototipā integrēti šķiedru optikas elementi un

lēcas ar dažādu caurlaidības spektru. Galdiņa div-koordināšu pārvietošanai radīta programma LabVIEW vidē. Prototips aprobēts LU CFI, mērot dažādus paraugus gan spektra redzamajā, gan ultravioletajā daļā. Prototipā iebūvēta arī īsā loka ksenona lampa, kas staro dienas gaismas spektrā gan tuvajā ultravioletajā spektra apgabalos. Lai ierīci padarītu kompaktāku, šajā ierīcē iebūvētas redzamā un UV spektra lēcas ar īsu fokusa attālumu. Materiālo vērtību kopsumma iekārtā iebūvēto - 9075 LVL (sk. MP10\_PUK/PROToz1).

#### ***10.5. Iesniegti patenti***

Patenta pieteikums "MULTISPECTRALLY TESTED, PRINTED COLOUR VISION TEST FOR THE FINE EVALUATION OF THE DEGREE OF DEFICIENCY" iesniegts 15. novembrī Eiropas Patentu Birojā zem numura EP 13193137, iesnieguma nr. 2411552.  
Iesniedzējs: Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts  
Izgudrotāji: Māris Ozoliņš, Sergejs Fomins

#### ***10.6. Ekspozīcijas izstādēs***

- Piedalīšanās izstādē. Info-stends (Pielik. Nr. 7.5./1) "Vide un Enerģija" Starptautiskajā izstāžu centrā. Rīga 18. - 21. okt. 2012. g.
- Piedalīšanās izstādē.  
« Starptautiskā izgudrojumu izstāde MINOX-2013 », Rīga 4.-5. okt. 2013.  
Ekspozīcija - Stends. « Algoritms vizuālo materiālu novērtēšanai traucētai krāsu redzei. » (Pielik. Nr. 9.2.2../27)"

#### ***10.7. Krāsu redzes deficīta testu grāmatiņa***

Krāsu redzes testu grāmatiņa sastāv no 17 testa platēm, no kurām 15 ir domātas krāsu redzes sarkanzaļo traucējumu noteikšanai un diferencēšanai. Šīs plates ir sadalītas piecās stipruma kategorijās.

Plates, kas paredzētas stipro traucējumu noteikšanai, ir izvietotas testa sākumā. Tās kalpo arī kā demonstrācijas plates.

Pēdējās divas plates ir domātas krāsu redzes zilidzeltenu defektu noteikšanai. (Piel. nr. MP10.2.2.)

#### ***10.8. Zinātniskie informatīvie pasākumi un ziņas informāciju telpā.***

- **Projekta aktivitātes atspoguļotas tādos pasākumos kā**
  - "Zinātnieku nakts", 2011. g. ;2012. g. septembris. LU CFI telpās.
  - LU Zinātnes kafējnīca „Krāsu redze”, 2. maijs 2011., Latvijas Universitāte.
- **Projekta aktivitātes demonstrētas skolēniem**
  - Regulāri LU CFI telpās rīkotas skolēniem ekskursijas (piem. 12.12.2012. , u.c.), kur skolnieki iepazīstināti ar « Zināmo nezināmajā krāsu pasaulē ».
- **Radio**

- Projekta darbinieki ir Latvijas Radio raidījumos iepazīstinājuši klausītājus ar krāsu zinātni un cilvēku redzes īpašībām, vērojot krāsainus objektus (<A href="mms://ier-w.latvijaradio.lv/pppx/webzinas/49609.wma"> piem. 12.12.2012. , u.c.).
- **Informatīvais materiāls e-vidē**
- ERAF projektu izpilde izvērsta Interneta mājas lapās (piem.: VIAA[[http://www.viaa.gov.lv/lat/strukturfondi/rojektu\\_pieredze\\_2007/?text\\_id=14422;viaa-web-reklama/Projektu\[%23137\]pieredze.htm](http://www.viaa.gov.lv/lat/strukturfondi/rojektu_pieredze_2007/?text_id=14422;viaa-web-reklama/Projektu[%23137]pieredze.htm)]))
- **Preses relīzes par**
- ERAF projektu izpilde izvērsta ziņās no LU CFI, kā arī preses relīzēs (sk. Nr.10.5.1).

## ***11. Ilgspējība***

### ***11.1.Rezultātu ilgspējība***

#### ***11.1.1.Tehnisko veikumu izmantošana.***

Multispektrālās (MS) analīzes iekārtas būs izmantojama fizikā luminiscences un virsmu parametru pētījumos. Kopā ar infrasarkanā spektra daļu izveidotas metodes izmantojamas slēpto attēlu iekļaušanai infrasarkanajā spektrā dažādos materiālu drošības pasākumos. Attīstītas MS metodes redzamajā gaismā ļaus noteikt ar cilvēka aci nemanāmas spektrālās īpatnības un uzlabot aizsardzību. Kombinētas rastru kartes var izmantot būvmateriālu un krāsu kvalitātes kontrolei, kā arī gaismas spektrālā sastāva un krāsu pigmentu mijiedarbības pētījumiem.

Izveidotā iekārta paraugu divdimensionālai skenēšanai nākotnē būs izmantojama objektu krāsošanas vienmērības kontrolei, slēptu luminiscējošu piemaisījumu atklāšanai paraugos u.c. mērķiem. Impulsveida gaismas avots *Ocean Optics PX-2* kopā ar optiskajām šķiedrām būs izmantojams luminiscences laika atkarības noteikšanai dažādiem paraugiem. Īsā loka ksenona lampa, kas iebūvēta projekta aktivitātēs izveidotajā korpusā, būs izmantojama krāsu pētījumos, kur nepieciešama precīza krāsu atveidošana.

Krāsu redzes tests ir paredzēts izmantošanai oftalmologu un optometristu praksēs. Tas var kļūt par pamata testu autovadītāju krāsu redzes pārbaudē.

#### ***11.2.Izveidotās Krāsu laboratorijas izmantošanas perspektīvas***

Tālāk uzskaitītas LU CFI Krāsu laboratorijas izmantošanas perspektīvas:

- Objektu krāsošanas vienmērīguma kontrole;
- Dažādu paraugu spektrālā raksturošana atšķirīgos viļņu garumos;
- Kalibrētu gaismas avotu spektru iegūšana;
- Krāsu redzes analīze;
- Jaunu krāsu redzes testu izveide;
- Precīza krāsu atveidošana un atveidošanas pakāpes kontrole;
- Dažādu paraugu luminiscento īpašību analīze;
- Psihofizikālu eksperimentu veikšana, krāsu analīze;



- Dažādu gaismas avotu ergonomikas izpratnes veicināšana;
- Ražas ikgadējā prognoze;
- Gaismas fizikālās dabas izpratnes veicināšana u.c.

### **11.3. Personāla kvalifikācijas celšana**

Ilgspējas efektu atstāj personāla kvalifikācijas pieaugums. Bez vispārīgā pieredzes pieauguma var atzīmēt kvalitatīvās izmaiņas.

- *Sergejs Fomins* – strādājot pētnieka amatā, aizstāvējis doktora grādu (2011. gada februārī).
- *Varis Karitāns* – strādājot pētnieka amatā, aizstāvējis doktora grādu (2011. gada aprīlī).
- *Varis Karitāns* – paaugstināts vadošā pētnieka amatā (2013. gada aprīlī).
- *Sergejs Fomins* – paaugstināts vadošā pētnieka amatā (2013. gada aprīlī).
- Darbā uz sabiedriskiem pamatiem darbojušies maģistra grādu ieguvušie
- *Kaiva Lūse, Paulis Paulins, Renārs Trukša*.
- *Paulis Paulins* - aizstāvējis doktora grādu (2013. gada aprīlī).
- *Kaiva Lūse, Renārs Trukša* - iesaistījušies algotā darbā projekta izpildē, būdami kā doktoranti 2013.gadā.

### **11.4. Jaunas darbavietas**

Projekta laikā izveidotās:

*Varis Karitāns* – kopš 2011.gada oktobra ieņēmis pētnieka amata vietu LU CFI.

### **11.5. Nākotnes plāni darba grupai un darba prognožu rezultativitāte**

Dotā projekta izpildītāji *Māris Ozoliņš, Sergejs Fomins* un *Varis Karitāns* 2014. Gadā nodarbināti LU CFI jaunā ESF projektā “Redzes pārslodzes fizioloģijas pētījumi un redzes stresa diagnostikas metodikas izstrāde” (Proj. nr. 2013/0021/1DP/ 1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/001), kurš tiek pildīts kopā ar LU Fizikas un fakultātes darbiniekiem. Darba pieredze projektā Nr.2010/0259/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/137 trīs gadu garumā noteikti paaugstinājusi viņu darbu pieredzi līdzīgu darbu veikšanā un darbaizpildes kvalitāti.

Bija plānots LZP projektu konkursā iegūt grantu projektam, kura gaitā bija paredzēts pildīt uzdevumus par krāsainu objektu uztveršanu, reģistrāciju un datu apstrādi. Augstās konkurences apstākļos pieteikums neizturēja konkursu. Plānojums izkorrigēts un atjaunots, un paredzēts 2014. gadā pieteikt jaunu projektu LZP VAI Eiropas Fondu finansējumu ietvaros.

## **Nobeigums**

Projektā izvirzītie mērķi ir sasniegti, ir radītas jaunas tehnoloģijas un metodes krāsu pētījumiem un dažādu hromatisko paraugu raksturošanai