

Zinātnes Vēstnesis

Latvijas Zinātņu akadēmijas, Latvijas Zinātnes padomes un Latvijas Zinātnieku savienības laikraksts

1 (606)

ISSN 1407-6748

2021. gada 25. janvāris

LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtā izstrādātas jaunas optiskas metodes

LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta Biofotonikas laboratorijā, LZA akadēmiķa, profesora Jāņa Spīguļa vadībā izstrādātas divas jaunas optiskas metodes – multispektrālās attēlošanas metode ar rekordaugstu spektrālo selektivitāti un metode fotonu izplatības ceļa noteikšanai difūzajā refleksijā.

Abi zinātniskie darbi tika pieteikti **LZA rīkotajā konkursā Nozīmīgākie sasniegumi zinātnē 2020. gadā**. Izstrādātā multispektrālās attēlošanas metode ir viena no LZA ekspertu nosauktajiem labākajiem zinātniskajiem darbiem, kam tika piešķirts gada labākā sasnieguma zinātnē nosaukums, savukārt par augstas kvalitātes pētījumu fotonu izplatības ceļa noteikšanai tika piešķirts LZA Prezidenta atzinības raksts.

Sarunai par jaunajām metodēm, medicīnisko ierīču attīstības ceļu, laikrakstam “Zinātnes vēstnesis”, Ilona Gehtmane–Hofmane, aicināja LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta Biofotonikas laboratorijas vadītāju, LZA akadēmiķi, profesoru **Jāni Spīguļi**, pētniekus **Ilzi Ošiņu**, **Vanesu Lukinsoni** un **Uldi Rubinu**.

Kas ir jūsu pieteikto projektu pētījuma objekts?

Jānis Spīguļis (J. S.): Mēs esam fiziķi–eksperimentatori, kas cenšas kaut ko izmērīt un uz mērījumu rezultātu pamata attīstīt jaunas tehnoloģijas, bet tikai atšķirība ir tā, ka mūsu pētījuma objekts ir dzīvs. Mēs mēģinām izmērīt dažādus cilvēka ādas optiskos parametrus ar mērķi radīt zināšanas, kuras varētu tikt izmantotas medicīnā ādas problēmu diagnostikā un izmaiņu monitoringā. No vienas puses strādājam pie zināšanu radīšanas pielietošanai medicīnā, no otras puses – esam fiziķi un veicam fizikālos mērījumus. Fizikālos mērījumos vienmēr ir svarīgi, cik precīzi mēs tos veicam, proti – kāda ir mērāmo parametru izšķirtspēja. Šajā gadījumā tiek runāts par diviem parametriem – gaismas viļņu garuma izšķirtspēju spektrālajā attēlošanā un laika izšķirtspēju gaismas izplatības mērījumos. Abu mūsu laboratorijā īstenoto projektu mērķis ir šo izšķirtspēju uzlabošana precīzākai ādas problēmu diagnostikai.

Vai runa iet par izšķirtspējas uzlabošanu, panākot ko vairāk par esošajām spektroskopijas iespējām?



LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta Biofotonikas laboratorijas pētniece Ilze Ošiņa. Latvijas Universitātes Jauno tehnoloģiju un inovāciju diena. Zināšanu agora. Foto: T. Grīnbergs, LU Komunikācijas un inovāciju departaments.

J. S.: Pēc specialitātes esam fiziķi–optiķi, optika un spektroskopija ir mūsu pamatkompetence. Spektroskopija agrāk nozīmēja vienkārši emisijas vai absorbcijas spektru mērīšanu, t.i., kā izmaiņās izstarotās vai vielai caurizgājušās gaismas intensitāte atkarībā no viļņu garuma. Iegūstot spektru līknes, no tām varam izsecināt daudz ko par pētāmo objektu. Pēdējā laikā spektroskopija kļūst trīsdimensionāla, parādās vēl divas dimensijas papildus viļņa garumam – attēla dimensijas X un Y. Attīstās tāda nozare, ko sauc par spektrālo attēlošanu. Problēma pašlaik ir tāda, ka, ja mēs attēla X un Y koordinātes varam diezgan precīzi noteikt, tad trešā – viļņa garuma koordināte – pagaidām netiek pietiekami labi izšķirta. Vairumā gadījumu tipiskā spektrālā izšķirtspēja ir starp 10 un 30 nanometriem. Respektīvi, jātiecas konkrēto attēlu iespīest iespējami šaurākā spektra joslā.

Turpinājums – 2.lpp.

Īpašas molekulas – jauns sākums pretvēža preparātu izveidē

“Mūsu pētījuma ceļš bija izaicinājumu pilns, taču mēs nepadevāmies un grūtais darbs ir devis auglus, kas sniedz mums gandarījumu un dod iedvesmu un spēku turpmākajiem pētījumiem”, saka pētnieks, ķīmiķis, profesors, Latvijas Organiskās sintēzes institūta (OSI) Lietderīgās ķīmijas grupas vadītājs **PhD Raivis Žalubovskis**, sarunā ar Ilonu Gehtmani – Hofmani laikrakstam “Zinātnes Vēstnesis”, par veikto pētījumu jaunas paaudzes pretvēža līdzekļu izstrādē.

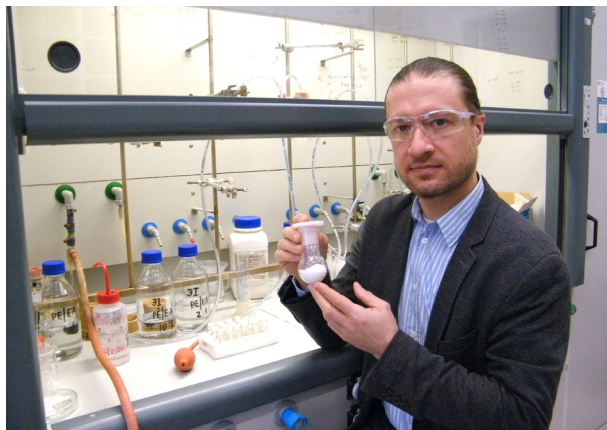
Latvijas Zinātņu akadēmija jūsu pētījumu ir atzinusi par vienu no 2020. gada Latvijas nozīmīgākajiem sasniegumiem zinātnē. Kāda ir pētījuma galvenā ideja?

Mūsu grupa nodarbojas ar ideju ģenerēšanu un sintēzi. Katrā organismā nekas nenotiek patvaļīgi, kamēr viņš ir dzīvs, protams. Dzīvais organisms to visu stingri kontrolē, visus dzīvos procesus. Vēža šūnas patiesībā tās pašas cilvēka šūnas jau ir, bet tās ir “sajukušas prātā” un dara pavisam kaut ko citu, turklāt vairojoties. Ar tām kaut kā ir jācinās. Visgrūtākais ir iznīcināt vēža šūnas neaizskarot veselās šūnas, lai nebūtu tā, ka vēzis ir uzveikts, bet pacients

arī nomirst. Enzīmi kontrolē visus procesus un neļauj reakcijām notikt par tālu, par daudz, par maz. Enzīmi, uz kuriem koncentrējamies mēs, regulē skābumu organismā. Vienkārši pagarojot, mēs nesajustu to skābuma starpību pēc garšas, bet tur pietiek būt mazai starpībai skābuma izmaiņā uz vienu vai uz otru pusi, lai organisms jau uzvestos savādāk, un noteiktas šūnas vairs negribētu dzīvot. Starp vēža šūnām skābums ir lielāks nekā veselām šūnām, un tieši to mēs arī izmantojam kā mērķi jaunu pretvēža preparātu radīšanā. Mēs šajā brīdī esam iemācījušies nomākt specifiskus enzīmus, kuri ir hipoksijai pakļautajās vēža šūnās un kuri kontrolē ogļskābās gāzes jeb oglekļa dioksīda ciklu, un līdz ar to arī skābuma regulēšanu. Tajā brīdī, kad mēs nomācam šos enzīmus, šim skābumam ir jāizmainās uz vienu vai otru pusi, tā dodot vēža šūnai signālu, tas ieslēdz veselu kaskādi citu procesu. Mūsu izstrādātā viela šo skābuma regulēšanu neaizskar veselajās šūnās.

Te uzreiz ir jāatkāpjas, ka tas nebūt nenozīmē, ka skābums rada vēzi. Palasot žurnālus vai vēl kaut kur, rodas tāds priekšstats, bet tas nebūt tā nav. Tas ir pilnīgi aplami.

Turpinājums – 3.lpp.



OSI Lietderīgās ķīmijas grupas vadītājs Raivis Žalubovskis.

Foto: Privātais arhīvs

Nākotnes enerģētika ir saistīta ar kodolsintēzes reaktoru attīstību



Pētnieku grupas vadītājs Dr. Anatolijs Popovs
Foto: Privātais arhīvs

“Radiācijas ietekme uz materiāliem dažreiz ir noslēpumaaina un neparedzama. Apstarotais materiāls uzvedas kā kaprīza meitene: es gribu – es negribu. Tas arī liecina par ļoti sarežģītu un grūti prognozējamu pašorganizēšanās fenomenu”, saka Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Pašorganizēto sistēmu kinētikas laboratorijas vadošais pētnieks **Anatolijs Popovs**.

Uz sarunu par LZA rīkotajā konkursā “**Nozīmīgākie sasniegumi zinātnē 2020. gadā**” pieteikto zinātnisko darbu, kam tika piešķirts gada nozīmīgākā sasnieguma zinātnē nosaukums, Ilona Gehtmane–Hofmane aicināja pētnieku grupas vadītāju Anatolijs Popovu un pētnieku Aleksandru Platonenko.

Kāpēc ir svarīgi radīt jaunus, pret radiāciju izturīgus materiālus? Un kādi bija pētījuma uzdevumi?

Tas, ko mēs darām, pieder fizikas nozarei, kas pēta cieto vielu uzvedību apstarošanas laikā. To sauc par radiācijas cietvielu fiziku. Gandrīz

visi materiāli, no kuriem tiek izgatavoti dažādi kodoliekārtu strukturālie elementi, to darbības laikā tiek pakļauti starojumam. Tā kā kodolreaktoru un projektēto kodolsintēzes reaktoru darbības ilgumam jābūt ne mazāk kā 10 gadiem (pretējā gadījumā tie būs ekonomiski neizdevīgi), ir skaidrs, ka arī iekšējām uzpildījuma, visiem instrumentiem, visiem detektoriem, visām vadības iekārtām, visiem konstrukciju materiāliem vajadzētu strādāt paredzami un bez pārtraukumiem. Radiācija no funkcionējoša reaktora ietekmē visus materiālus un maina to struktūru, līdz ar to arī to izturību, elektriskās un citas īpašības. Tāpēc ir ļoti svarīgi veikt pareizo izvēli vai radīt jaunus, izturīgus pret radiāciju materiālus, it īpaši saistībā ar to, ka cilvēce izstrādā jaunus enerģijas avotus.

Ko jūs domājat, runājot par jauniem enerģijas avotiem?

Šeit jāsaka, ka tradicionālās enerģijas ražošanas metodes (hidroelektrostacijas, termoelek-

trostācijas) ir sevi izsmēlušas, saules un vēja enerģijai ir savi ierobežojumi, un esošās atomelektrostacijas darbojas uz kodolu dalīšanas reakcijas pamata un rada daudz radioaktīvu atkritumu. To iznīcināšana un uzglabāšana ir saistīta ar milzīgām grūtībām un vides apdraudējumu. Kodolsintēzes reaktoram ir pilnīgi atšķirīgs darbības princips; faktiski tā ir maza Saule, kurā udeņraža izotopi saplūst un pārvēršas par hēliju. Reaktorā mēs ielādējam udeņraža izotopus, no kuriem viens ir nedaudz radioaktīvs. Bet tas nestāv blakus urānam un citiem tā sabrukšanas produktiem. Lielākās grūtības ir radīt visus nepieciešamos apstākļus: spiedienu, temperatūru, aizdedzināt un pēc tam noturēt plazmu. Rezultātā mēs vienkārši “sadedzinām” udeņradi, izejviela ir hēlijs un daudz enerģijas. Ja šī sistēma sabojājas, tā vienkārši apstāties un nekas nenotiks. Tādas katastrofas kā Černobiļa un Fukušīma nevar notikt ar šāda veida reaktoriem tikai pēc definīcijas. Darba procesā neveidojas atkritumi.

Turpinājums – 4.lpp.

LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtā izstrādātas jaunas optiskas metodes

Turpinājums no 1.lpp.

Ko ir iespējams panākt ar šīm metodēm?

J. S.: Tas, ko mēs piedāvājam, ir diezgan radikāli šo spektrālo izšķirtspēju uzlabot, izmantojot jaunu pieeju. Ja līdz šim spektrālo attēlu iegūšanai izmantoja, piemēram, gaismas diožu apgaismojumu, kurām spektrālās joslas pusplatums ir apmēram 10–30 nanometri, tad mēs piedāvājam citu variantu – apgaismošanai izmantot šauras lāzeru spektrāl-linijas. Lāzerus parasti izmanto citiem pielietojumiem, mēs piedāvājam tos izmantot apgaismošanai. Tātad, atbildot uz jūsu jautājumu, ar mūsu piedāvāto metodi var būtiski uzlabot spektrālo izšķirtspēju spektrālajos attēlos.

Kas attiecas uz otru metodi – ādas novērtējumam izmanto gaismu, kas atstarojas ne tikai no ādas virskārtas, bet arī tiek difūzi izkliedēta no tās dziļākiem slāņiem. Tam, kas notiek ādas dziļākajos slāņos, ir grūti izsekot – nav īsti zināms, kādus ceļus veic fotoni ādā pirms atgriešanās gaisā. Tie daudzkārt izkliedējas ādā dažādos virzienos un pēc tam atgriežas atpakaļ. Kādu kopēju ceļu viņi ir veikuši šajā izkliedēšanas procesā – tas tika līdz šim pamatā modelēts. Mums izdevās eksperimentāli izmērīt fonu veikto ceļus ādā diezgan plašā spektra diapazonā, izmantojot nedaudz modificētu lāzeru lokācijas pieeju – tika mērīts laiks, kurā izplatās ļoti īsi pikosekunžu diapazona lāzera impulsi (pikosekundē – sekundes miljona miljonā daļa).

Abās metodēs izmantojām lāzerus, tikai atšķirīgos darba režīmos. Vienā gadījumā tiek izmantoti ļoti īsi lāzera impulsi. Tā mērķis – iegūt informāciju par to, kāds ir gaismas izplatīšanās ceļš ādā. Otrajā gadījumā mēs izmantojām lāzerus, kas darbojas nepārtrauktā režīmā, ar mērķi vienmērīgi apgaismot noteiktu ādas apgabalu ļoti šaurā spektra joslā. To citi agrāk nav darijuši, un mums bija jāpārvar diezgan daudz izaicinājumu, lai panāktu, ka ar lāzera staru, kas ir ļoti šaurs un ļoti virzīts, vienmērīgi izgaismotu vairāku kvadrācentimetru lielu virsmu. Šo metodi mēs sākam attīstīt pirms 8–9 gadiem, pirmais patents mums bija 2012. gadā. Otru metodi iesākām attīstīt pirms 4–5 gadiem ar pirmo rezultātu publikāciju 2016. gadā.

Fiksējot ādas attēlu lāzeru gaismā, kas tiek iegūts un kāds tam ir pielietojums?

J. S.: Spektrālās attēlošanas metodei ir plašas perspektīvas ādas diagnostikā. Mēs attēlojam ādu ne tā, kā to redzam ar acīm. Mēs attīstām metodi, kur šīs ādas attēls tiek iegūts ļoti, ļoti šaurās spektra joslās, kuru platums ir nevis 300 nanometri, kas ir redzamās gaismas spektra diapazons, bet nanometra desmitā vai pat simtā daļa. Tātad simtiem reižu šaurākā spektra daļā, nekā mēs ar aci redzam. Ideja ir tāda, ka šādos spektrālos attēlus varam iegūt pie dažādiem viļņu garumiem – piemēram, ļoti “šauru” spektrālo attēlu zilajā spektra daļā, otru ļoti “šauru” spektrālo attēlu zaļajā spektra daļā un vēl vienu sarkanajā spektra daļā. Vairāku spektrālo attēlu komplekts pēc apstrādes sniedz informāciju par to, kāds ir objekta sastāvs, kas tur ir iekšā. Vielās ir dažādas krāsvielas jeb pigmenti, un katram pigmentam ir savas īpatnības, cik daudz gaismas tas pie konkrētā viļņu garuma atstaro un ko tas neatstaro.

Mums ādā ir dažādi pigmenti, un ādas krāsu nosaka šo pigmentu kombinācija. Pigmentiem ir specifiski nosaukumi – vienu sauc par melanīnu, otru sauc par oksihemoglobīnu, utt. Ja mums uz ādas parādās kāds jaunveidojums, nav izslēgts, ka tas var būt ļaundabīgs audzējs. Vajadzētu noskaidrot, kas tajā veidojumā ir iekšā, kāds tur ir sastāvs, jo tas ir atšķirīgs no veselās ādas. Lai to noskaidrotu, mēs uzņemam vairākus spektrālos attēlus un izmantojam zināšanas, ka katram no ādas pigmentam ir savs specifisks absorbcijas spektrs. No šāda spektrālo attēlu komplekta varam nākošajā solī izrēķināt, kā, piemēram, izvietots jeb sadalīts melanīns šajā veidojumā, kā sadalās asins hemoglobīns (oksihemoglobīns un deoksihemoglobīns). Principā jāiet tālāk arī uz citiem pigmentiem, kas mums ir ādā – bilirubīns, karotīns, ūdens, u.c. Ja mēs mākam šauros spektra apgabalos precīzi uzņemt spektrālo attēlu kopu jeb komplektu, tad no šī komplekta varam tālāk iegūt noderīgu klīnisku informāciju.

Vai pasaulē jau ir kas līdzīgs ticis piedāvāts? Kā notiek klīniskie mērījumi?

J. S.: Protams, nekas jau nav pilnīgi unikāls. Ar šīm problēmām pasaulē nodarbojas daudzas grupas, bet katrai ir kāda sava pieeja. Tajā metodikā, ko pašlaik attīstām, mēs pagaidām esam lideri, bet arī paši esam tikai ceļa sākumā. Esam izveidojuši pirmās mērierīces, ar kurām šo metodi var izmantot, ir veikti pirmie klīniskie mērījumi. Ilze Ošiņa ar to ir daudz nodarbojusies. Prototipi, kuros metode tiek izmantota, ir kopskaitā pieci, bet pēdējā laikā esam vairāk strādājuši ar diviem. Tie tikuši izmantoti klīniskajos pētījumos uz pacientiem ar ādas problēmām. Ilze ar šiem aparātiem uzņem spektrālo liniju attēlu kompleksus, un pēc tam notiek to apstrāde. Mēģinām saprast, kas ir iekšā šajos ādas veidojumos.

I. Ošiņa (I. O.): Kā tieši notiek šie klīniskie mērījumi? Ierodas pacients, ārsts šo pacientu apskata, nosaka diagnozi, un mēs, izmantojot pašu veidotās ierīces, uzņemam spektrālos attēlus. Tālāk jau atsevišķi veicam šo attēlu apstrādi un cenšamies noteikt, kādas tieši hromoforas jeb ādas pigmenti ir katrā no veidojumiem, un veicam to analīzi.



LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta Biofotonikas laboratorijas vadītājs, IZA akadēmiķis, profesors Jānis Spigulis. Foto: J. Brenčis

Kādas diagnostikas metodes tiek izmantotas šobrīd?

I. O.: Dermatoskops ir viens no galvenajiem instrumentiem, ko izmanto ārsti. Tā ir tāda maza ierīce ar savu apgaismojumu. Varētu teikt, kā palielināmais stikls. Pārsvārā visi ārsti, kas strādā pie veidojumu diagnostikas, ir apskatījuši ļoti daudz veidojumus savā dzīvē un balstās uz savu pieredzi par to, vai šis konkrētais veidojums, izmantojot dermatoskopu, izskatās pēc vienas vai otras ādas patoloģijas. Tādā veidā nosaka un klasificē šos veidojumus.

J. S.: Es papildināšu Ilzes pieminēto – dermatoskops ir ierīce, kurā izmanto cilvēka aci. Tātad cilvēka acs ir galvenais instruments. Tas, ko mēs cenšamies attīstīt, ir izslēgt subjektīvo momentu, jo dažādi cilvēki varētu vienu un to pašu objektu uztvert savādāk un arī interpretēt savādāk. Tas var novest pie kļūdainām diagnozēm. Ja to dara aparāts, tad tas jau ir objektīvāk. Tur kļūdu iespējamība ir daudz mazāka. Ar cilvēka aci nekad nevar iegūt šos spektrālos attēlus, kurus es pieminēju, jeb attēlus kādās šaurās spektra joslās. Cilvēka acs ir tā uzbūvēta, ka mēs redzam visu spektru no violeta līdz tumši sarkanam, un mēs ar aci nevaram izdalīt, kas notiek šaurā joslā zaļā spektra daļā pie, teiksim, 532 nanometriem, bet aparāti to spēj izdarīt. Tur ir tā atšķirība.

Kāds ir medicīnisko ierīču attīstības ceļš, kurā brīdī jauna ierīce nonāk medicīniskajā praksē?

J. S.: Medicīnas ierīču attīstības ceļš ir ļoti garš. Nevienas medicīnas aparāts netiek ieviests mēneša vai dažu mēnešu laikā tā vienkāršā iemesla dēļ, ka medicīnā viss balstās uz statistiku. Lai kāds arī nebūtu jaunais aparāts, tas ir jāpārbauda uz ļoti lielu pacientu skaitu, un skaitam ir jābūt tūkstošos. Tikai tad, ja statistikas dati pierāda, ka ierīce dod labus rezultātus, to var sertificēt un uzsākt izmantot praksē. Pašlaik mēs atrodamies fāzē, kurā esam izveidojuši iekārtas prototipu, kurš ir pārbaudīts uz dažiem simtiem pacientu. Tas pagaidām ir par maz. Galvenā problēma ir statistikas vākšana. Covid-19 laikā ir ierobežota piekļuve pacientiem, pēdējos mērījumus mums izdevies veikt oktobrī. Šobrīd nākas gaidīt, kad situācija normalizēsies, lai varētu to turpināt.

Mēs radām ierīces ar domu, ka lietotājs būs “ne tehnoloģiju” cilvēks. Ierīces vadība tiek veidota maksimāli vienkārša, piemēram, ar vienu, divām vai trim pogām. Ierīcei nāk līdzī ar lietotāja pamācība jeb instrukcija, tas pats attiecas arī uz ierīču prototipiem. Taču galvenā problēma ir tā, ka klīniskajā medicīnā drīkst izmantot tikai sertificētas ierīces. Lai iegūtu ES sertifikātu, tas ir ļoti garš un “sāpīgs” ceļš. Šobrīd mēs esam izpētes fāzē, mēs pārbaudām to, vai ideja strādā vai nestrādā, vai tas princips ir pareizs vai nav pareizs. Ja mēs esam pārliecinājušies, ka tas ir pareizs, tad tas ir tikai pusceļš. Tālāk mēs varam nodot savus prototipus un savas zināšanas inženieriem un tehnologiem, kas jau veic tehniskos pilnveidojumus, bet galvenais ir veikt ļoti daudz klīnisko mērījumu.

Tipiskais ceļš zinātnē no idejas līdz reālai ieviešanai – ilgst apmēram 15 gadus. Ar to diemžēl ir jāreķinās. Žurnālisti vienmēr jautā: “Kad tad būs nopērkams?”, bet mēs diemžēl esam spiesti apbēdināt, ka tas, ko mēs radām, vēl kādu laiku nebūs nopērkams.

Kā notiek prototipa izgatavošana?

J. S.: Eksperimentālajā fizikā bez pašdarbības, ar rokām kaut ko veidojot, neko nevar izdarīt. Tas ir pilnīgi skaidrs. Protams, ka visu, ko varam, mēs nopērkam, bet neviena oriģināliekārtā nav tāda, ko var nopirkt veikalā. Mēs paši liekam kopā dažādas komponentes. Vanesa šajā ziņā ļoti daudz ir ieguldījusi.

V. Lukinsone (V. L.):

Es pārsvārā nodarbojos ar fonu ceļa garumu noteikšanu. Sākumposmā vēl nekas netiek izveidots. Viss sākas ar ideju, tad priekšizpēti, lai saprastu, vai ir vērts turpināt metodes attīstīšanu. Mums ir vesela komanda – mani kolēģi, kuri var daudzas lietas paši uzmeistarot ar savām rokām (metinot, skrūvējot, 3D–printējot) t.i., sākot no idejas attīstīšanas uz papīra līdz tam, ko varam jau pataustīt. Mēs saprotam, kādas detaļas mums nepieciešamas, pasūtam tās, bet ļoti daudz ko izgatavojam paši un saliekam kopā. Piemēram, runājot par zondi, ar kuru es veicu mērījumus fonu ceļa garumiem. No sākuma mēs pagām optiskās šķiedras un vienkārši pamēģinājām. Sapratām, ka ir vērts. Protams, visa iekārta sastāv ne tikai no zondes. Zonde ir tas, ko mēs pieliekam jau pie ādas, lai mērītu.

U. Rubīns: Pirmajam projektam es izveidoju tādu kā priekšprototipu, kas bija bāzēts uz matu fēnu. Es izjaucu matu fēnu un tajā saskrūvēju iekšā fotokameras un dažādus optiskos elementus, un panācu, lai tas viss strādātu. Pēc tam mēs to visu pārnēsām uz tādu pieklājīgāku prototipu. Otrā projektā es galvenokārt strādāju pie programmatūras attīstīšanas, jo tur tiek mērītas un analizētas ļoti īsu impulsu formas.

J. S.: Uldis izstrādāja programmu, kā, salīdzinot ieejas un izejas impulsu formas, mēs varam iegūt informāciju par fonu ceļojumiem zem ādas. Tur apakšā ir diezgan sarežģīta matemātika. To Uldis ir izdarījis, un liels paldies viņam par to!

J. S.: Runājot par prototipiem – tos esam izprojektējuši un samontējuši paši. Ļoti daudz kas ir laboratorijā printēts un montēts kopā. Ar to palīdzību mēs mēģinām saprast, kā pigmenti, kas ir ādā, ir sadalīti veselā ādā un kā tie ir sadalīti ādas veidojumos, kurus apskata ārsti un kurus pētām mēs. Tātad, mērķis ir saprast sastāvu – kādi pigmenti šajos veidojumos ir parādījušies vairāk, kādi mazāk. Paskatoties vienkārši ar aci, mēs to nevaram pateikt, bet to var pateikt, izmantojot šos prototipus.

Kāpēc tieši āda nevis, piemēram, zobi, mati vai nagai?

J. S.: Labs jautājums. Kad mēs sākam, visas šīs biomedicīniskās optikas un biofotonikas lietas bija attīstības sākumposmā. 1995. gadā man bija izdevība pusgadu pabūt Londonā un apgūt šīs jaunās lietas. Atgriežoties Rīgā, mani nodarbināja jautājums par to, kāds varētu būt pētījumu objekts un tika izvēlēta āda tāpēc, ka tā ir vispieejamākā. Šādos optiskos mērījumus veic arī ķermeņa iekšienē, izmantojot endoskopus. Tas ir daudz sarežģītāk, bet āda ir vienmēr pieejama, tā ir ārējais cilvēka orgāns. Ādas optikā ir pietiekami daudz interesantu lietu, kas vēl nebija izpētītas. Tāpēc nolēmām pētīt ādu. Mēs sākam pirms 25 gadiem un tā joprojām ar to nodarbojamies.

Arī nagi tika pētīti. Bija tāds periods, kad mēs skatījāmies, kā āda fluorescē un kā fluorescē arī nagi. Ir tāds process kā fluorescences fotoizbalēšana. Respektīvi, apstarojot jeb apgaismojot objektu (šajā gadījumā ādu vai nagus) ar nemainīgu gaismas intensitāti, mēs redzam, ka fluorescences intensitāte ar laiku samazinās. Bija interesanti, ka nagiem samazinājuma ātrums bija atšķirīgs nekā ādai, bet patiesībā tālāk par nagiem mēs neesam īpaši pētījuši. Savukārt gan mati, gan zobi ir kaulveida struktūras, kas ir ar pilnīgi citu uzbūvi nekā ādai. Tur ir vajadzīga drusku specifiska pieeja, citas metodes un citas ierīces. Mēs pagaidām ar to neesam nodarbojušies.

Abos projektos Jūsu komandā ir iesaistīti studējošie.

J. S.: Ilze visu laiku bija studējošā, bet oktobrī beidza doktorantūru un pašlaik ir zinātniskā grāda pretendente. Vanesa pirms kāda laika arī bija studējošā, līdz brīdim, kad aizstāvēja savu promocijas darbu 2017.gadā.

Vanessa un Ilze – kā sākās jūsu karjeras ceļš Biofotonikas laboratorijā?

V. L.: Man sanāca tā, ka bakalaura un maģistra studiju laikā es sapratu, ka strādāt tieši laboratorijā ir tas, ar ko es gribu dzīvot nodarboties. Man tas patīk, un tieši to es gribu darīt. Tad sākās mans ceļš doktorantūrā.

I. O.: Man viss sākās jau skolas laikā, man ļoti patika matemātika, bet, tā kā matemātikā pārsvarā ir tikai rēķināšana, tad man šķita, ka interesantāk būtu nedaudz sasaistīt šo matemātiku ar kaut ko vairāk. Man izvēle krita uz fiziku. Pirmajā studiju gadā LU mums bija dažādas ekskursijas uz zinātniskajiem institūtiem. Viens no šiem institūtiem bija Atomfizikas un spektroskopijas institūts, kurā es pirmo reizi iepazinās ar Biofotonikas laboratoriju un virzieniem, kas tur tiek pētīti. Mani ļoti ieinteresēja diagnostika. Biofotonikas laboratorijā es izstrādāju savu bakalaura darbu, un tieši tajā laikā tika veidoti šie jaunākie prototipi, vieni no pirmajiem. Tālāk savas pētnieciskās intereses turpināju, studējot maģistrantūrā un doktorantūrā.

Kā tiek veidotas pētnieku komandas jūsu vadītās laboratorijas īstenotajiem projektiem?

J. S.: Tas ir līdzīgi, kā aug kristāli. Ir kāds kristalizācijas centrs, kas pamazām apaug ar jauniem kristāliņiem. Mums ir līdzīgi. Pamatā jau viss vienmēr sākas ar studentiem. Ja bakalaura darbs studentu aizrauj, tad viņš turpina pētījumus maģistrantūras līmenī un doktorantūrā. Mēs iespēju robežās cenšamies nodrošināt, lai studentiem būtu arī kāda pusslodzīte un atalgojums. Pētniecības projekti visos laikos ir bijuši, un visos projektos (arī tagad) faktiski prioritāte ir studentiem. Mūsu laboratorijā ir izstrādātas un aizstāvētas 10 fizikas doktora disertācijas un divas ir diezgan tuvu finišam. Lielāko daļu pētnieku esam “izaudzinājuši” paši.

Pētnieku skaits nav nemainīgs, mūsu laboratorijā vidēji ir nodarbināti 25–30 pētnieki, bet kodols ir 12–15. Un apmēram tik pat daudz tiek iesaistīti studenti, kas vienlaikus izstrādā savus bakalaura vai maģistra darbus, kā arī inženieri un citi speciālisti.

Nereti ir lasāmi, dzirdami izteikumi, ka zinātniskā vide nav motivējoša finansiālu apsvērumu dēļ.

J. S.: Jāsaka tā, ka mums nav nekādu unikālu atšķirību no citiem, kas strādā zinātnē – vienalga, vai tā būtu ķīmija, bioloģija vai medicīna. Latvijā sistēma ir izveidojusies tāda, ka visu nosaka projekti. Lēkām kā vāveres pa koku zariem – no viena projekta uz otru. Vienkārši cenšamies pēc iespējas labāk pieteikt projektus. Līdz šim mums ir diezgan labi veicies. Protams, ir arī bijis, kad neveicas. Ja projekts tiek apstiprināts, tad ir vajadzīgi cilvēki, kas to realizē. Ja šie faktori sakrīt t.i., ja ir gan projekts, gan cilvēkresursi, tad kāpēc lai tas nestrādātu?

Nav jau tā, ka pētnieku darbs ir slikti apmaksāts – īpaši, ja ir runa par augstāka līmeņa pētniekiem un vadošajiem pētniekiem. Pilnas slodzes apmaksa ir stipri virs vidējās valstī, vismaz divreiz lielāka. Pētniecības darbs ir specifisks, tas ir interesants un atšķirīgs kā, piemēram, sēdēt birojā 8 stundas no 9:00 līdz 17:00 un darīt kādu monotonu, rutīnas darbu. Te vienmēr ir kaut kas jauns, vienmēr ir kaut kādas interesantas lietas, nav arī strikti laika ierobežojumi. Mūsu pētnieki strādā gan brīvdienās, gan svētku dienās. Nav noteikts, ka precīzi tikos un tikos ir jābūt uz vietas un tikos un tikos ir jāiet prom. Teiksim, valsts pārvaldē ir stabila alga un dažādas garantijas, bet tas darbs šķiet mazāk interesants. Šeit ir interesanti, un tas ir labi!

“Progresīva spektrālās attēlošanas tehnoloģija ādas diagnostikai” ir Latvijas Zinātnes padomes administrētais fundamentālo un lietišķo pētījumu projekts.

“Multimodāla attēlošanas tehnoloģija ādas jaunveidojumu in-vivo diagnostikai” ir Eiropas Reģionālās attīstības fonda administrēts projekts.

Laikrakstam “Zinātnes Vēstnesis” sagatavoja **Ilona Gehtmane–Hofmane**



LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta Biofotonikas laboratorijas vadošā pētniece Vanesa Lukinsone.

Foto: Privātais arhivs

Īpašas molekulas – jauns sākums pretvēža preparātu izveidē

Turpinājums no 1.lpp.

Kāpēc izvēle skāra tieši krūts un plaušu vēža šūnas?

Mēs sākām skatīties vēža veidus, kur šis enzīms ir paaugstināts, kur viņu ir daudz vairāk nekā citās vēža formās. Protams, būtu interesanti pamēģināt ar pārdesmit citiem vēža veidiem un vēža šūnām, bet viss atduras pret finansējumu.

Aiga Grandāne šo tēmu uzsāka pētīt jau doktorantūras studiju laikā, viņai izdevās iegūt OSI studentu grantu un vēlāk arī *postdoc* grantu (Inovativu oglskābes anhidrāzes inhibitoru kā potenciālu pretvēža vielu izstrādāšana). Tagad Anastasija Balašova ir saņēmusi OSI iekšējo finansējumu, ar kuru viņa varēs uzsākt doktorantūras studijas. Aleksandra Pustenko gadījumā tas bija daudz grūtāk, jo mums neizdevās piesaistīt publisko finansējumu šim pētījumam, tāpēc viņam nācās piedalīties komercprojektos un daļēji finansēt šo pētījumu no komercprojektos iegūtajiem līdzekļiem. Kā mēs OSI sakām, Aleksandram nācās “ar vienu roku vārit” disertāciju, bet ar otru roku pelnīt maizītei.

Katrai grupai ir savi komercprojekti, ar ko izdodas nopelnīt no industrijas pasūtījumiem, bet tas nav tā, ka industrija to finansē. Mēs industrijai veicam kādu darbu, un viņi mums par to samaksā. Šo finansējumu mēs kaut kā varam mēģināt izmantot zinātniskiem mērķiem. Savādāk ar finansējumu ir katastrofa! Esam rakstījuši arī neskaitāmus pieteikumus grantu konkursiem tieši par šo tēmu, un, izņemot Aigas grantu, vienmēr tie tika noraidīti, jo “*tas nav labi un šis nav labi*”. Tie visi bija ERAF pieteikumi.

Te ir jāpatur prātā, ka ķīmija ir diezgan dārga nozare. Nav tik dārga kā fizika, bet tas ir atkarīgs, ko pēta fizikā. Tie paši reaģenti ir diezgan dārgi. Protams, mēs jau skatāmies to lēto reaģentu virzienā, lai to visu varētu lētāk un izdevīgāk uztaisīt, bet reizēm tomēr bez dārgiem reaģentiem mēs nevaram iztikt.

Vai ir vērojams kāds progress pretvēža terapijā pasaulē?

Protams, bet jaunas un efektīvas zāles parādās ļoti maz. Virzienu, ko mēs attīstām Latvijā, un šāda veida zāļu vielas, pasaulē vēl netiek attīstītas. Mēs esam pirmindnieki. Šis lauks pasaulē ir brīvs. Mums ir sadarbības kolēģi Florences universitātē. Viņi arī ir ieguvuši vielu, kura ir būtiski atšķirīga no mūsu iegūtajām vielām, un kura šobrīd tiek pētīta jau klīniskajos pētījumos, bet šāda veida zāles, kādas mēs cenšamies vai mēģinām attīstīt, vēl nav nevienam. Arī mūsu ceļš, kādu izmantojam, lai iegūtu pretvēža vielas ir savā ziņā unikāls.

Cik ilgs laiks jums pagāja līdz tam, pie kā esat nonākuši šodien, un cik vēl nepieciešams, lai rezultātā iegūtu medikamentu?

Lai iegūtu medikamentu, ir vajadzīgs arī nedaudz veiksmes, bet mēs, protams, ļoti ceram, ka veiksmē būs mūsu pusē un mums izdosies novest šo pētījumu līdz galam un iegūt jaunas pretvēža zāles. Līdz šim brīdim tie ir apmēram 10 gadi, lai saprastu, kuras vielas dzīvā šūnā ir stailas un kurām no šīm vielām piemīt terapeitiskais efekts. Tas ir pats grūtākais. Zāļu meklējumu process parasti ir ļoti, ļoti ilgs. Liekas, ka Covid-19 vakcinu dažos mēnešos uztaisīja, bet patiesībā tās zināšanas ir krātas ļoti, ļoti ilgi. Gan “Pfizer” sadarbībā ar “BioNTech”, gan “AstraZeneca” un citiem ļoti ilgs ceļš līdz šim ir bijis. Viņi jau negaidīja šo vīrusu, viņiem bija tās milzīgās zināšanas, kas jau iepriekš ir uzkrātas. Tās viņiem ļāva tik īsā laikā posmā iegūt jaunās vakcīnas. Mēs pašreiz arī esam jau uzkrājuši noteiktu zināšanu daudzumu, bet mums neapšaubāmi ir vajadzīgas vēl zināšanas, lai mēs varētu izveidot jaunas pretvēža zāles.

Vai pareizi sapratu, ka vēl būs vajadzīgi vismaz 10 gadi, lai nonāktu pie jaunā medikamenta pielietošanas terapijā?

Es domāju, ka jā – vēl vismaz 10 gadi, jo zāļu atklāšanas process ir ļoti ilgs. Par veiksmi runājot, tas ir finansējums. Ja neiz-

dodas piesaistīt finansējumu un konkurenti aiziet priekšā ar ļoti līdzīgu rezultātu, kuru mēs esam parādījuši, ka tas ir efektīvs, tad mēs vairs nevaram pieteikt patentu. Ja nav patenta, tad mēs nevaram piesaistīt privāto finansējumu, teiksim, aiziet pie farmaceutiskās kompānijas un teikt: “*Lūk, mums ir molekula. Tā ir baigi labā, kas veiksmīgi cīnās pret vēzi, un viss ir kā nākas!*”, bet viņi pateiks, ka tā nav aizsargāta, ka jebkurš to var ražot. Viņi nav ieinteresēti ieguldīt naudu tajā, kas nav aizsargāts. Tas ir industrijas viedoklis.

Kā publikācijas palīdz progresēt?

No zinātniskā viedokļa ir ļoti būtiski dalīties ar informāciju. Ja kaut ko pietur kādu laiku un npublicē, lai patentētu, tad vēlāk šie rezultāti ir noteikti jāpublicē. Tā faktiski ir pieredzes apmaiņa un zinātniskā ētika. Ja tev ir rezultāti, tad nevajadzētu tos kaut kur zem tepiķa paslaucīt vai aiz kumodes noslēpt, mums ir jādalās ar šiem rezultātiem. Ja tas ir fundamentāls pētījums, tad ir ārkārtīgi būtiski publicēt rezultātus, jo kāds cits var saskatīt to, ko mēs neieraudzījām, no mūsu darba iedvesmoties jauniem pētījumiem. Tādējādi zinātniskā komūna visā pasaulē var attīstīties daudz straujāk. Ja katrs to informāciju akumulēs pie sevis, mēs nekad nevarēsim plašāk attīstīties, jo mēs mācāmies no literatūras un citiem kolēģiem, lai tā būtu Vācija, Amerika, Itālija, Somija, Zviedrija. Tas ir jo īpaši būtiski, ja šis pētījums ir veikts par publiskiem līdzekļiem, respektīvi, par nodokļu maksātāju līdzekļiem. Tas, manuprāt, ir pats galvenais. Var jau pēc vajadzības drusku piebremzēt ar rezultātu publicēšanu, bet rezultāti ir obligāti jāpublicē, pat ja tie nav tik labi, kā gribētos. Es, diemžēl, pazīstu izcilus zinātniekus, kuri izvēlas npublicēt rezultātus, jo viņi uzskata, ka tiem nav tik liela vērtība, ka netiks iekļauti labā žurnālā, ka nebūs citējamības. Manuprāt, tas ir noziegums. Tā ir mana pārliecība, ka rezultātus ir jāpublicē.

Atgriežoties pie vēža veidiem. Kuras vēža formas ir pakļautas hipoksijai?

Kā jau minēju, tās bija krūts un plaušu vēža šūnas. Ja runājam par krūts vēzi, tad jāpiemin, ka patiesībā krūts vēzis nav jau tikai sieviešu problēma, bet diemžēl lielākoties ar to saskaras sievietes. Kad vēzis jau ir sācis attīstīties un nedaudz paaudzies, tas izveido tādu kā bumbuļu, kura bieži vien ļoti ātri aug.

Tika veikti specifiski eskperimenti. Biologi, ar kuriem mēs sadarbojamies, mākslīgi radīja skābekļa trūkumu, lai radītu apstākļus, kā tas ir reālā situācijā. Hipoksija ir tad, kad trūkst skābeklis. Mēs elpojam skābekli, un visās šūnās ir jābūt noteiktam skābekļa daudzumam. Mēs to ieelpojam, un tas ar asinīm tiek aizvests, kur to vajag. Vēža šūnas ir trakas. Tās vairojās tā, kā viņām nevajadzētu vairoties, un asinsvadi tām nepaspēj izveidoties. Asinsvadi ir vajadzīgi, lai pa tiem asins daļiņas aizvestu skābekli tur, kur tas nepieciešams. Līdz ar to vēža bumbuļai rodas skābekļa trūkums – hipoksija. Jāatzīmē, ka mūsu ārzemju sadarbības partneru pēdējo gadu pētījumos ir pierādīts, ka šie skābumu regulējošie enzīmi, kuri zinātniskā valodā tiek saukti par oglskābes anhidrāzēm, ir gan tajās vēža šūnās, kur skābekļa daudzums ir nepietiekošs, gan arī tajās, kur tas ir pietiekošs.

Jūsu komandā ir iesaistīti daudzi, iespējams, topošie jaunie zinātnieki. Kā veidojat pētnieku komandas? Kā piesaistāt jauno paaudzi?

Tas faktiski ir dabīgs process. Viens nav karotājs un nevar izdarīt visu. Ir obligāti vajadzīga komanda. Tikko doktorantūru pabeigušajam un doktora grādu ieguvušajam diez vai uzreiz izdosies dabūt sev gatavu pētnieku grupu. Pieļauju, ka var būt arī atsevišķi izņēmumi, piemēram, kad vecās paaudzes vadītājs aiziet pensijā. Dabiskāks process ir, kad jaunais doktors piesaista studējošos – no sākuma bakalaura studentus. Tie paaugas – studē maģistrantūrā, tad doktorantūrā. Bet jāreķinās, protams,

arī ar atbirumu, t.i., dabisko atsijāšanos, jo studenti ir dažādi. Daži atnāk uz universitāti tikai studiju gaisotnes dēļ, izbaudīt studenta dzīvi, bet nav ambīcijas kaut ko iegūt vai kaut ko tālāk attīstīt. Tādi atbirst. Faktiski grupas veidošana ir kā ģimenes veidošana, kurā viņi izaug. Protams, tur izaug arī jaunie doktoratori, kuri atdalās, un atkal mēģina savu grupu veidot. Protams, būs grūti savā grupā piesaistīt kādu ļoti pieredzējušu kolēģi. Ir arī tādi, kuri nevēlas veidot savu atsevišķu grupu, nevēlas nevienu vadīt. Starp citu, mēs mācāmies arī pretējā virzienā no saviem studentiem.

Ir ļoti daudzi jaunieši, kuri ir motivēti kļūt par lieliem zinātniekiem. Ļoti daudzi jaunieši ir ambiciozi. Viņi negrib palikt Latvijā. Citiem varbūt ir mērķis nepalikt Latvijā un iegūt pēc iespējas labāku izglītību. Te var pieminēt Zviedriju. Zviedrijā 99% no doktorantūras beidzējiem aiziet strādāt industrijā. Palikt akadēmiskajā vidē un kļūt par profesoru ir liels izņēmums. Profesoram ir jāreķinās, ka būs jāstrādā vairāk, būs jāstrādā ar studentiem. Industrijā ir jāstrādā daudz mazāk, bet alga ir daudz lielāka. Arī finansējumu pētījumiem tur piesaistīt ir daudz vieglāk, un tas finansējums ir daudz lielāks. Te man ir jāatzīstas, ka man reizēm pašam uzmācas doma atgriezties Zviedrijā, it sevišķi, kad saņem kārtejo atteikumu projekta pieteikumam, kurš ir bijis gana labs, taču nepietiekamo finansiālo līdzekļu dēļ netiks finansēts. Godīgi sakot, tādos depresīvos brīžos tā vien iezogas doma iesniegt noraidīto projekta pieteikumu Zviedrijā, kaut vai sportiskās intereses pēc.

Diemžēl daudzi kolēģu aizbrauc un neatgriežas Latvijā. Es pabeidzu doktorantūru Zviedrijā un atgriezos Latvijā, taču reizēm mani māc doma, ka varbūt tā nebija pareizā izvēle, jo ārzemēs tiešām ir daudz vieglāk. Ar šādu pašu darbu, kas ir ieguldīts, ārzemēs mēs varētu panākt daudz, daudz lielāku progresu un daudz lielākus rezultātus.

Jāprecīzējas, ka vēl ir tādi entuziasti – studenti, kas nāk un darbojas laboratorijā idejas pēc, bet voluntiera darbs, vairāku gadu garumā, bieži mazina vai pilnībā iznīdē sākotnējo entuziasmu.

Kurā zāļu atklāšanas posmā sadarbojaties ar ārstiem?

Ar ārstiem mēs sadarbojamies zāļu atklāšanas pēdējās stadijās, kad jau esam nonākuši līdz klīniskajiem pētījumiem. Bieži vien medicīnas ķimikāliem, pie kuriem es sevi pieskaitu, ienāk prātā idejas, kuras ir ļoti grūti vai pat neiespējami izskaidrot. Latvijas Zinātņu akadēmijas prezidents Ivars Kalviņš reiz teica, ka viņš esot nosapņojis viņas. Man kaut kā nesanāk neko nosapņot, un nav jau tā, ka vienmēr visas idejas strādā. Tas ir ilgstošs process. Te mēs saskaramies ar to momentu, ko ierēdņi nesaprot. Mēs neesam galdnieki vai skārdnieki. Zinātnē arī negatīvs rezultāts ir rezultāts, piemēram, bija ideja, mēs to pārbaudījām, bet tā nestrādā.

Vai izjūtat savā darbā COVID – 19 radīto ietekmi? Jūsu darba vieta ir laboratorija – nevarat taču ņemt sintēzi uz mājām un to veikt virtuvē?

Tā tiešām nebūtu laba doma ķimikāliem veikt sintēzi mājās. Taču, lai mazinātu cilvēku saskarsmi, tādos darbus kā rezultātu apkopošana, atskaišu rakstīšana, literatūras studijas u. c. darbus, kur nav vajadzīga specifiska laboratorijas vide, mēs cenšamies veikt mājās, cik vien tas ir iespējams. COVID ietekmi tomēr jūt, tas traucē – ir, piemēram, zināmas problēmas ar reaģentu piegādi. Ja ir ideja, ja vajag vēl papildus reaģentu, jo gribam kaut ko pamēģināt, tad ir jāgaida. Reaģentu normālos apstākļos piegādā nedēļas vai divu nedēļu laikā, bet man ir bijušas diemžēl pamatīgas aizķeršanās – reizēm tās ir 6–8 nedēļas. *Par spīti dažām grūtībām dzīve turpinās!*

Laikrakstam “Zinātnes Vēstnesis” sagatavoja
Ilona Gehtmane–Hofmane

LZA Ekonomikas institūts sāks realizēt “Apvārsnis 2020” projektu



“Sieviete vispirms ir personība, prāts, dvēsele un tieši tāpēc viņai arvien vairāk jāiegulda sevi atbildīgā darbībā”

– Antonio Meneghetti

Latvijas Zinātņu akadēmijas Ekonomikas Institūts ir uzsācis vērienīgu HORIZON–2020 projektu dzimumu līdztiesības jomā “EQUALS–EU: Europe’s Regional Partnership for Gender Equality in the Digital Age” (Eiropas Reģionālā Partnerība Dzimumu Līdztiesībai Digitālajā Laikmetā). Projektā piedalās 19 partneri no šādām valstīm: Norvēģija, Zviedrija, Francija, Lielbritānija, Beļģija, Ukraina, Šveice, Latvija, Spānija, Vācija, Austrija, Turcija, Izraēla, Grieķija, Serbija, Ķīna un Korejas Republika.

Projekta mērķis ir veicināt dzimumu līdztiesību sociālās inovācijās un palīdzēt novērst dzimumu aizspriedumus, palielinot sieviešu un meiteņu kā sociālās inovācijas un uzņēmējdarbības līderu reputāciju caur izglītības

sistēmas inovācijām. Tas koncentrējas uz zinātni, tehnoloģijām, inženierzinātnēm un matemātiku (STEM), kā arī līdera prasmēm IKT nozarē. Projekts ir tieši saistīts gan ar sabiedrības labklājības inovācijām, gan ar inovācijām izglītības jomā, un meiteņu/sieviešu sasniedzumu attīstību. Konsorcijs locekļi tika mērķtiecīgi izraudzīti, lai pārstāvētu valstis, kuras ir guvušas ievērojamus panākumus dzimumu līdztiesības sasniegšanā, piemēram, Šveice un Zviedrija, kā arī valstis, kas partnerību izmanto progresā paātrināšanai, piemēram, Ukraina un Turcija.

EQUALS–EU veicinās dzimumu līdztiesību trīs jomās:

1. **Dzimumu līdztiesība inovācijās un uzņēmējdarbībā.** Sieviešu iesaistīšana darba tirgū nozīmē iespēju uzplaukt kā investoriem, uzņēmējiem, vadītājiem, valdes locekļiem un lēmumu pieņēmējiem.
2. **Dzimumu līdztiesība STEM izglītībā un mūžizglītībā.** Ir svarīgi atzīt ar IKT saistītās izglītības nozīmi visās nozarēs digitālajā laikmetā un radikāli pārveidot esošās izglītības sistēmas, lai sievietes un meitenes varētu iegūt STEM un līderības prasmes.
3. **Dzimumu līdztiesība nodarbinātībā IKT nozarē:** pašlaik IKT nozare ir nošķirta, tikai neliela daļa IT speciālistu Eiropā ir sievietes. Projekts tiek finansēts ar Eiropas Komisijas Apvārsnis 2020 pētniecības un inovācijas programmas “Zinātne sabiedrībai un sadarbībā ar to” (Horizon2020 Program: Science with and for Society, SwafS–26–2020) atbalstu.

Latvijas Zinātņu akadēmijas Ekonomikas institūts

KONKURSS

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts izsludina konkursu uz akadēmiskajiem amatiem:

Materiālu fizikā (dabaszinātnes)
– vadošais pētnieks – 1 štata vieta,
– pētnieks – 6 štata vietas.

Pieteikumā jānorāda nozare, kurā vēlas pretendēt.

Pieteikumi iesniedzami mēneša laikā no sludinājuma publicēšanas brīža, Ķengaraga ielā 8, 338. istabā vai sekretariātā 204. istabā.
Tālrunis uzziņām 67260556.

Pieteikumam pievienot:

1. Zinātniskos grādus apliecinošo dokumentu kopijas;
2. CV;
3. Publicēto darbu sarakstu;
4. Citas, kvalifikāciju apliecinošu dokumentu kopijas (pēc pretendenta izvēles).

Nākotnes enerģētika ir saistīta ar kodolsintēzes reaktoru attīstību

Turpinājums no 1.lpp.

Iekārtās ar šādu shēmu šodien jau ir bijis iespējams panākt nelielu energoefektivitāti, tas ir, ar tās palīdzību atbrīvot vairāk enerģijas, nekā tika iztērēts plazmas sildīšanai, tomēr, lai enerģijas raža būtu ievērojama, nepieciešams uzbūvēt patiesi lielu reaktoru. Tas ir tieši tas, kas šodien tiek radīts Eiropā: Starptautiskais eksperimentālais kodolreaktors ITER, kas atrodas Francijas dienvidos, solās būt 30 m augsts un svērs 23 tūkstošus tonnu. To plānots uzbūvēt līdz 2025. gadam, un, pēc ekspertu domām, rūpniecības limeni tas sasniegs tikai ap 2060. gadu. Pie tās izveidošanas strādā Eiropas Savienības valstis, Krievija, ASV, Japāna, Indija, Dienvidkoreja un Ķīna. 2020. gada augusta vidū sākās reaktora montāžas fāze. Projektējot reaktoru, liela uzmanība tika pievērsta radiācijas drošībai gan normālas darbības laikā, gan iespējamo negadījumu laikā. Kad vien iespējams, reaktora konstrukcijā tiks izmantoti materiāli, kas jau ir pārbaudīti kodolenerģētikā. Tādēļ ierosinātā radioaktivitāte būs salīdzinoši maza.

Kādi bija jūsu pētījuma uzdevumi? Pastāstiet lūdzu arī nedaudz par pašorganizēšanās fenomenu.

Attiecībā uz mūsu pētījuma uzdevumiem, tos pat ir grūti pārskaitīt – tā ir arī izejmateriālu fizikāli ķīmisko īpašību pētīšana, tā ir arī to radiācijas īpašību izpēte, tas ir arī paralēls pētījums to ražošanas tehnoloģiju jomā lielos apjomos un nostrādāto konstrukciju un materiālu izpēte.

Radiācijas ietekme uz materiāliem dažreiz ir noslēpumaina un neparedzama. Spilgts piemērs: gan metālos, gan izolatoros ilgstošas apstarošanas laikā parādās burbuļi (tukšumi), kas ir materiāla iekšēja sabrukuma pazīme. Dažreiz šie burbuļi paši ierindojas regulārās rindās, veidojot tā saukto virsrežģi. Šo fenomenu sauc par pašorganizēšanos. Ja apstarošana tiek noņemta, virsrežģis sabrūk, to uztur tikai nepārtraukti apstarojot. Bet, ja jūs turpināsiet apstarošanu, virsrežģis arī sabrūks, jo burbuļi tiks uzpūsti un saplaks. Tas izskatās savādi, bet vēl savādāk ir tas, ka, ja eksperimentu atkārto tādos pašos apstākļos, virsrežģis var neparādīties vispār. Apstarotais materiāls uzvedas kā kaprīza meitene: es gribu – es negribu. Tas arī liecina par ļoti sarežģītu un grūti prognozējamu pašorganizēšanās fenomenu. Pašorganizēšanās parādība ir starpdisciplināra, tā ir universāla un sastopama dažādās fizikas, ķīmijas u.c. problēmās. Tāpēc laboratorijā strādājošie ir universāli speciālisti. Šādi speciālisti ir ļoti pieprasīti un zina, kā strādāt produktīvi. Nav nejaušība, ka mūsu mazā laboratorijā par pagājušo 2020. gadu institūtam nodrošināja 61 zinātnisko publikāciju citējamās žurnālos.

Kāpēc par jūsu projekta partneri izvēlējāties grupu no Tartu?

Vēl padomju laikos Tartu tika dibināta lielākā radiācijas fizikas zinātniskā skola ne tikai PSRS, bet arī visā pasaulē. Akadēmiķis Česlavs Luščiks tur nodibināja dielektrisko kristālu fizikas skolu un ietekmēja pētniecības attīstību šajā jomā Latvijā, Kazahstānā, Krievijā un Kirgizstānā. Pagājušā gadsimta 60. gadu sākumā ar šīs skolas dibinātāju profesoru Česlavu Luščiku sāka strādāt Kurts Švarcs, kurš pēc tam turpināja darbu Latvijā, Salaspils reaktorā, un pēc tam kļuva par Latvijas Zinātņu akadēmijas isteno locekli. Kopš tā laika sākās auglīga sadarbība starp mūsu valstīm. Starp citu, arī Česlava Luščika dēls Aleksandrs ir profesors, Latvijas Zinātņu akadēmijas ārzemju loceklis un mūsu galvenais līdzgaitnieks.

Vai visi eksperimenti tika veikti Tartu?

Protams, nē, daži eksperimenti tika veikti mūsu institūtā sadarbībā ar spektroskopijas laboratoriju, kas projekta CAMART2 ietvaros iegādājās daudz modernu pētījumu aprīkojumu. Bet daļa eksperimentu tika veikta Eiropas liela mēroga pētniecības centrā, sinhrotrona paātrinātājā MAX IV Lunda, Zviedrijā. Tā palaišana notika pavisam nesen, 2015. gada augustā. Pirmie elektronu stari tika paātrināti 528 m garā sinhrotrona gredzenā līdz 3 GeV enerģijai. Sinhrotronā elektronu kūļi gandrīz gaismas ātrumā cirkulē gredzenveida vakuuma caurulē. Spēcīgi “lieces”

magnēti virza elektronus pa apli, savukārt “fokusējošie” magnēti saspiež elektronu staru, pārvarot to savstarpējās atgrūšanas spēku. Visbeidzot, elektroni iziet cauri īpašiem magnētiem, kas tos “izstumj” malā. Kā rezultātā rodas rentgenstaru impulsi, kas pazīstami kā sinhrotrona starojums. Šādu centru ir grūti izveidot un uzturēt mazām valstīm. Tāpēc tur ir uzbūvēta Somijas un Igaunijas pētniecības iekārta, lai pētītu dažādu materiālu īpašības vakuuma ultravioletā starojuma jomā. Nesen, 2020. gada oktobrī, mēs veicām dažādu kristālisko materiālu analīzi, kuru radiācijas pretestība un īpašības ir svarīgas un interesantas mūsu projektam EUROfusion konsorcijs ietvaros.

Lundā tiek būvēts European Spallation Source (ESS), kas būs Eiropas jaudīgākais neitronu avots. ESS mērķis ir izmantot neitronus, lai smalki izpētītu vielas īpašības. Aukstie un ultraaukstie neitroni ir fantastiski spēcīgi zondēšanas rīki – bez lādiņa tie viegli iekļūst paraugā, un sarežģītas noteikšanas un informācijas apstrādes metodes ļauj izpētīt daudzas statiskas un dinamiskas parādības atomu limenī. Fizikāli par spallēšanu (spallation) sauc procesu, kad enerģētiskā daļiņa no mērķa atoma “sašķel” nedaudz protonu un neitronu. Šādas šķelšanās vai sadalīšanas rezultāts ir spēcīga neitronu plūsma (protoni bremzē mērķa materiālā). Šī metode ļauj iegūt neitronu spilgtumu desmitiem reižu lielāku nekā visspēcīgākajos reaktoros, kā arī dažus trikus, piemēram, plūsmas jaudas profilēšanu laikā, kas fizikāliem dažreiz ir nepieciešami. Kā jūs varat iedomāties, visiem iepriekšminētajiem pētījumu centriem, tehnoloģijām un zinātniskajām pieejām nepieciešami materiāli, kas spēj darboties ekstremālos apstākļos. Tagad ir pienācis laiks runāt par mūsu projekta būtību un galvenajām idejām.

Kādi materiāli ir jūsu interešu laukā?

Visi materiāli, kas lietošanas laikā tiek pakļauti radiācijai, ir mūsu interešu lauks. Un šādu sfēru ir vairāk, nekā varētu šķist no pirmā acu uzmetiena. Tas ietver kodolmedicīnu, augstas enerģijas fiziku, materiālus kosmosam un, protams, kodolenerģiju. Visur mums jāzina šo materiālu īpašības, kā tie mainīsies to pielietošanas laikā.

Vai tas nozīmē, ka varēsiet paredzēt kādu no šīm īpašībām, izmantojot esošos eksperimentālos datus, un teorētiskās idejas par starojuma un vielas mijiedarbības procesiem?

Tas, ko mēs darām, ļauj izprast un paredzēt jebkuras cietās vielas īpašības, kas šobrīd ir starojuma pakļautībā vai iepriekš bijusi zem starojuma. Mēs domājam, ka mēs to darām labi. Mēs esam vienīgā grupa no Austrumeiropas, kas izturējusi visus EUROfusion projektu konkursa atlases posmus. Mums ir izdevies apsteigt pat to valstu grupas, kurām ir savi aktīvi kodolreaktori.

Bet šī ir tikai viena daļa no mūsu darba. Kā jau minēju iepriekš, mūsu darba tēma neaprobežojas tikai ar kodolreaktoriem. Izmantojot mūsu pieredzi un zināšanas, mēs izvīzījām līdzīgus uzdevumus, lai prognozētu radiācijas detektoru (scintilatoru) īpašības, kas tagad tiek izmantoti CERN (šī ir Eiropas Kodolpētniecības organizācija, pasaulē lielākā augstas enerģijas fizikas laboratorija, kas atrodas netālu no Ženēvas). Viens no mūsu projektiem, kuru pabeigsim šogad, ir saistīts ar scintilatoru īpašību prognozēšanu augstas enerģijas fizikai un medicīniskajai diagnostikai. Nākamā joma, kurā vēlamies darboties, ir kosmos. Jo, tiklīdz mēs paceļamies augstāk no mūsu Zemes virsmas, radiācijas intensitāte dramatiski palielinās un materiālu uzvedība kosmosa orbitā ir pilnīgi atšķirīga, nevis tāda pati kā uz Zemes virsmas. Tagad ministru limeni notiek sarunas par sadarbību ar Eiropas Kosmosa aģentūru, un viena no jomām būs materiālu izpēte.

Jūs minējāt, ka šajā projektā daudz ir izdarīts pirmo reizi gan eksperimentāli, gan teorētiski. Pirmo reizi Latvijā, vai pirmo reizi pasaulē?

Pirmo reizi pasaulē. Apstarotajos paraugos bija iespējams atklāt kaut ko tādu, ko iepriekš neviens nebija novēro-

jis. Daudzi pieņēma, ka tā varētu būt, bet nevarēja to redzēt tieši. Bet, lai to izdarītu, ir paveikts ļoti daudz darba. Es jums pastāstīšu vairāk un varbūt sarežģītāk. Ja apstaro materiālu ar gamma stariem (rentgena stariem), tad varat ņemt paraugu, ievietot to kabatā un doties to pārbaudīt. Neitronu gadījumā to nevar izdarīt, jo, kā saka fiziķi, paraugs sakarst. Ne tāpēc, ka tas ir karsts temperatūras ziņā, bet gan tāpēc, ka tas kļūst radioaktīvs, un bieži vien ir jāgaida 5–10, dažos gadījumos pat 20 gadi, līdz šo paraugu pārbauda fizikas laboratorijā. Daži no šajā pētījuma ciklā paveiktajiem darbiem tika veikti ar paraugiem, kurus es atvedu no Spānijas jau pirms 10 gadiem. Viņi Spānijā ieradās 1998. gadā no Oakridžas (Amerikas Savienotās Valstis). Oakridžā ir reaktors, kur tika apstaroti daudz materiāli. Tātad paraugus, kurus mēs tagad esam pētījuši, pagājušā gadsimta septiņdesmitos gados apstaroja neitroni, un tie nebija analizēti visus šos gadus, jo tos vienkārši nevarēja paņemt un veikt fizikālus pētījumus. Un rodas jautājums, kas notika ar šiem paraugiem, kad tie vēl bija ļoti radioaktīvi, kādas īpašības viņiem piemita? Un tagad mēs varam paredzēt dažas šādu materiālu īpašības.

Kas tiek domāts runājot par moderniem funkcionāliem materiāliem?

Materiālu ir daudz, periodiskā tabula ļauj mums izveidot bezgalīgu savienojumu skaitu. Bet ir noteiktas tehniskās specifikācijas, katram konkrētajam lietojumam ir tā sauktais īss materiālu saraksts. Un šajā sarakstā materiāli tiek izvēlēti pēc daudziem kritērijiem. Iedomājieties, ka man ir divi perspektīvi materiāli. Pieņemsim, ka man ir, piemēram, A paraugs un B paraugs. Lai A ir 10 reizes labāks nekā B paraugs. Bet nav reāli to pagatavot lielos daudzumos, tas būs vai nu ļoti dārgs, vai arī nevarēs nodrošināt absolūtu īpašību viendabīgumu visā tilpumā un tā tālāk. Tāpēc mēs pakavējamies pie materiāla B, kas ir nedaudz sliktāks par A, bet mēs cenšamies uzlabot tā īpašības, lai tuvotos ideālam. Katram pielietojumam ir sava materiālu izvēle, kas balstās ne tikai uz to tehniskajiem parametriem, bet arī uz to, ka tos var ražot pietiekamā apjomā pasaulē esošās rūpnīcās.

Projekta realizācijā jūs iesaistījāt arī studējošos. Aleksandr, ko jums deva šis projekts?

Aleksandrs Platonenko: Vēlos uzsvērt, ka lielākā daļa darba, par kuru mēs šodien runājam, tika veikta EUROfusion projekta ietvaros. Tie ir starptautiski centieni izveidot nākamās paaudzes reaktoru, kura pamatā ir kodolsintēze. Un šo vērienīgo projektu var paveikt ar visu eiropiešu kopīgiem spēkiem, pat no tām valstīm, kur kodolenerģija šķiet neiedomājama. Lielā projektā visi strādā pie mazām tēmām. Varu runāt arī kā students, kurš, balstoties uz šiem projektiem, dabūja labu darbu un projekta ietvaros uzrakstīja disertāciju, kuru mēģināšu aizstāvēt šogad. Grupai no Tartu bija arī savs doktorants, kurš jau bija aizstāvējis. Projekts man kā studentam deva iespēju apmeklēt konferences, mācīties citās vietās, piedalīties skolās un semināros un sazināties ar ievērojamiem Eiropas zinātniekiem. Runā, ka Latvijā dažreiz ir grūti atrast vietu doktorantūrā, lai studētu. Kopumā tā ir taisnība, taču tik lieli starptautiski projekti ir lieliska iespēja. Tā rezultātā pēc doktora studiju pabeigšanas izglītība ir pasaules līmeņa.

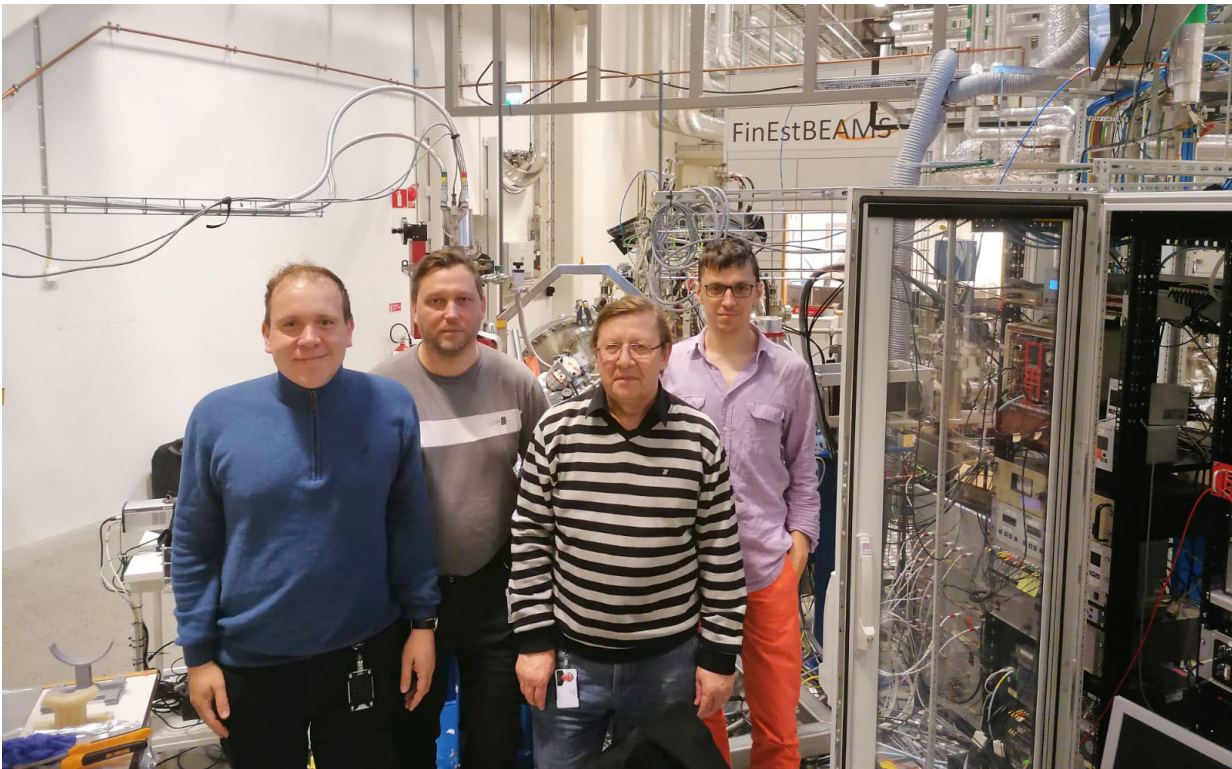
Kas, jūsu prāt, ir nepieciešams, lai izveidotu spēcīgu līdzīgi domājošu cilvēku komandu, kas spēj pieteikt un īstenot liela mēroga starptautisku projektu?

Aktīva eksperimentatoru un teorētiķu sadarbība ir ļoti svarīga projekta panākumiem. Pirmkārt, eksperimenti ar materiālu apstarošanu ir ļoti dārgi, un darbam ar tiem nepieciešams ilgs gaidīšanas laiks līdz paraugu radioaktivitāte sabrūk. Tādēļ radiācijas procesu datormodelēšana var un patiešām ļauj ietaupīt daudz laika un naudas. Turklāt modelēšana ļauj prognozēt ekstremālākās situācijas. Otrkārt, eksperimentālo datu teorētiskā analīze ļauj prognozēt materiālu uzvedību visdažādākās situācijās. Mūsu komandā ir divi ļoti zināmi radiācijas procesu kinētikas speciālisti perspektīvajos kodolmateriālos – Vladimirs Kuzovkovs un Jevgēņijs Kotomins, daudzu publikāciju un grāmatas “Difūzijas kontrolēto procesu mūsdienu aspekti: kooperatīvās parādības bimolekulārās reakcijās” autori (*North Holland, Elsevier*), kas veltīta sarežģītiem pašorganizēšanās procesiem, par kuriem runājam iepriekš. Lielā mēroga datorsimulācijām mēs izmantojam gan vietējo Institūta klasteru, gan superdatorus Eiropā (Itālijā, Vācijā).

Pēdējos gados zinātnē ir pierasts raksturot zinātnieka limeni ar skaitli – Hirša indeksu, H. Pats Hiršs (*J.E. Hirsch*), popularizējot savu ideju, pamanīja, ka zinātnieks ar H = 18 indeksu atbilst profesoram prestižā pasaules līmeņa universitātē. H = 45 indekss atbilst dalībai ASV Nacionālajā zinātņu akadēmijā (NAS). No šī viedokļa mūsu mazā laboratorija (tikai 9 darbinieki ievēlēti konkursa kārtībā) izskatās diezgan pienācīgi. Mums ir zinātnieks ASV akadēmiķa limenī: profesora Jevgēņija Kotomina indekss H = 51 ar 500 publikācijām. Pastāv spēcīga “starptautisko profesoru” grupa: ieskaitot mani, Anatoliju Popovu (H = 31), kā arī citus komandas locekļus: Oļģerts Dumbrājs (H = 26), Vladimirs Kuzovkovs (H = 22), Deniss Grjaznovs (H = 18).

“Advanced experimental and theoretical analysis of defect evolution and structural disordering in optical and dielectric materials for fusion applications” (*Defektu evolūcijas un struktūras izjaukšanās eksperimentāla un teorētiska analīze optiskajos un dielektriskajos materiālos kodolsintēzes reaktoriem*) ir EUROfusion administrēts projekts.

Laikrakstam “Zinātnes Vēstnesis” sagatavoja **Ilona Gehtmane–Hofmane**



LU Cietvielu fizikas institūta zinātnieki MAX IV sinhrotronā Zviedrijā. Spektroskopijas laboratorijas pētnieki Dr. E. Elsts un Dr. V. Pankratovs un Pašorganizēto sistēmu kinētikas laboratorijas pētnieki Dr. A. Popovs un A. Platonenko.

IN MEMORIAM

“Laimīgs un spēcīgs savā garīgumā ir tas cilvēks, kuram sirds degsme nezūd līdz pat sirmam vecumam.”

Jānis Klētnieks

Jānis Klētnieks

(23.06.1929–01.01.2021)



Foto: E. Lapsa

2021. gada 1. janvārī mūžība aizgājis viens no RTU vēstures pētniekiem, pensionētais Ģeodēzijas katedras docents, RTU Goda darbinieks (2006), Latvijas Zinātņu akadēmijas Goda doktors (*Dr. sc. ing. honoris causa*; 2005) Jānis Oļgerts Klētnieks.

Docents J. Klētnieks bija vidzemnieks – dzimis 1929. gada 23. jūnijā Priekuļu pagastā kā jaunākais dēls triju bērnu ģimenē. Parasti viņu visi sauca par Jāni, un otrais vārds rodams vien personas dokumentos, nav minēts publikācijās un neparādās uz grāmatu vākiem. Ziemā Klētnieku ģimene dzīvoja Cēsīs, vasarās – Priekuļos. Jānis mācījās Cēsu 2. pamatskolā, tad – Priekuļu Lauksaimniecības skolā un Cēsu vidusskolā. Tēvs bija nodomājis pastarīti atstāt par saimnieku dzimtas mājās, tāpēc puika jau bērnībā iepazīna lauku darbus un pēc tēva nāves 1945. gadā bija liels atbalsts mātei un savai ģimenei, apstrādājot zemi un palīdzot ģimenei izdzīvot.

1947. gadā ģimene pārcēlās uz Rīgu, un Jānis 1947./1948. mācību gadā mācījās Rīgas 1. vidusskolas 11. klasē, kuru absolvēja 1948. gadā. Vidusskolas telpas, Raiņa bulvārī 8, atradās arī Rīgas Raiņa 8. vakara vidusskola, viņš kā eksterns beidza tās 12. klasi un varēja studēt. Vēlme kļūt par ķīmiķi nerealizējās – uz 25 vietām 1948. gadā bija pieteikušies 210 jauniešu, un par studentiem ārpus kārtas tika uzņemti 16 ar medaļām beigušie vidusskolu absolventi. Jānis bija 31. Un sapnis par ķīmijas studijām izgaiss. Viņš bez problēmām iestājās Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zemes ierīcības fakultātē, tad izdomāja pāriet uz pārtikas tehnoloģiem, bet tas viņam neizdevās, un tā viņš 1953. gadā ieguva inženiera zemes ierīkotāja kvalifikāciju. Jauno speciālistu norīkoja darbā Latvijas PSR Lauksaimniecības ministrijas Latvijas valsts Lauku celtniecības projektēšanas, meliorācijas un elektrifikācijas institūtā, kur viņš par ģeodēzistu nostrādāja četrus gadus.

1957. gada jūlijā J. Klētnieks pārgāja darbā par zinātnisko līdzstrādnieku Latvijas Valsts universitātes (LVU) Fizikas un matemātikas fakultātes Astronomiskajā observatorijā. Viņa mīlestība bija zvaigznes, un 1957. gadā jaunais inženieris iesaistījās Starptautiskā Ģeofiziskā gada aktivitātēs. 1959. gadā piedalījās Starptautiskā zinātniskās sadarbības gada zinātniskās programmas “Laika un ģeogrāfiskā garuma noteikšana” izpildē. Ar pasāžinstrumentu J. Klētnieks observēja vairāk nekā 3000 zvaigžņu pozīciju un aprēķināja 174 precīzā laika pulksteņu korekcijas. 1958. gadā J. Klētnieks kļuva par Laika dienesta vadītāju, bet 1959. gadā devās uz Maskavu, lai studētu un iegūtu zinātņu kandidāta grādu.

Jau 1957. gadā “Ētālona laika biļetenā”, kas iznāca krievu valodā, publicēts viņa pirmais zinātniskais raksts “Astronomiski noteiktie pulksteņa labojumi”. J. Klētnieka disertācijas tēma – “Laika novērojumu precizitātes paaugstināšanas iespējas”, 1960. gadā praktizēja Valsts Astronomiskajā institūtā Maskavā, 1961. gadā – Valsts Galvenajā observatorijā Pulkovā pie profesora Nikolaja Pavlova (1902–1985). Pasaulslavenajā Pulkovas observatorijā J. Klētnieks bija vienīgais novērotājs no Latvijas. 1961. gadā viņš pabeidza Maskavas Universitātes Astronomijas institūta aspirantūru.

Pedagoģisko darbu LVU J. Klētnieks sāka 1958. gadā, ne-

klātniekiem vadot praktiskos darbus ģeodēzijā, vispārīgajā un praktiskajā astronomijā. 1959. gadā publicēti viņa pirmie populārzinātniskie raksti, tostarp žurnālā “Zvaigžņotā Debess”, ar kuru izveidojās ilggadīga sadarbība. Iesāktā disertācija netika aizstāvēta, un arī darbu universitātē J. Klētnieks pārtrauca.

Sākot no 1962. gada, J. Klētnieks pedagoģisko darbu turpināja Rīgas Politehniskajā institūtā (RPI). RPI bija citi projekti un astronomiju nācās nomainīt pret ģeodēziju. Celtniecības fakultātes Būvražošanas (1962–1967), Ģeodēzijas (1967–1975), Ceļu, tiltu un ģeodēzijas (1975–1983) katedrās un Inženierceltniecības fakultātes Ceļu, tiltu un ģeodēzijas katedrā (1983–1990) viņš strādāja par vecāko pasniedzēju, 1983. gadā tika ievēlēts un 1985. gadā apstiprināts par docentu. Mācījis ģeodēziju, inženierģeodēziju, aeroģeodēziju, vadījis mācību prakses, izveidojis specializēto fotogrammetrijas laboratoriju RPI, vadījis pirmo Rīgā būvējamo 24 stāvu ēku ģeodēzisko nodrošinājumu, piedalījies inženierģeodēziskajos darbos daudzās inženierbūvēs (Pētera baznīcas torņa un Rīgas radio un televīzijas torņa metāla konstrukciju montāžas ģeodēziskajā kontrolē u. c.), tiltu konstrukciju pārbaudēs un deformāciju novērošanā. 1969. gadā J. Klētnieks absolvēja Maskavas Ģeodēzijas, aerofotouzmērīšanas un kartogrāfijas inženieru institūta aspirantūru un sāka strādāt pie disertācijas “Kosmiskās triangulācijas telpisko virzienu noteikšanas precizitātes pētījumi”. Veselības problēmu dēļ tā netika izstrādāta un aizstāvēta. 1973. gadā stažējies fotogrammetrijā Bratislavas un Prāgas tehniskajās augstskolās.

Latvijai atgūstot valstisko neatkarību, radās nepieciešamība atjaunot ģeodēzijas speciālistu sagatavošanu. Par Rīgas Tehnisko universitāti pārdēvētajā RPI to veicināja J. Klētnieks, jau 80. gadu beigās izstrādājot mācību programmu lietišķajā ģeodēzijā. Veicot reorganizāciju 1991. gadā, atkal tika izveidota Ģeodēzijas katedra, par tās vadītāju iecelts J. Klētnieks, kurš šo amatu pildīja līdz 1995. gadam. Viņa pārzinā bija ģeodēzijas, astronomijas, fotogrammetrijas, inženierģeodēzijas un globālās pozicionēšanas metožu kursi un maģistra darbu vadīšana. Līdz 1999. gadam J. Klētnieks bija docenta amatā, viņa vadībā izstrādātas vairāk nekā 70 zinātniskās pētniecības tēmas.

Nozīmīgas J. Klētniekam bija Latvijas zinātniskās ekspedīcijas Ēģiptē. 2002. gada februārī viņš franču arhitekta Bruno Delāna veidotajā pētnieku grupā piedalījās Ēģiptes Jaunās valsts valdnieka Tutmosa III laikā pirms 3500 gadiem būvētā 7. tempļa pilona konstruktīvo detaļu telpiskā novietojuma un sienu epigrāfiju attēlojumu izpētē ar digitālās fotogrammetrijas metodēm. Latvijas ekspedīcija devās uz Ēģipti vēlreiz – 2004. gadā, lai ar jaunu digitālās uzmērīšanas instrumenta skenēšanas aparāturu nodrošinātu valdnieces Hatšepsutas laikā (15. gs. p. m. ē.) būvētā tempļa 8. pilona izpēti. Kā atzinis docents J. Klētnieks, ekspedīcijas rezultātā “tika sperts jauns solis senatnes pieminekļu dokumentācijas tehnoloģijā, kas nostiprināja Latvijas zinātniskās ekspedīcijas prioritāti pasaules kultūras mantojuma izpētes jomā”.

Ar saviem pētījumiem un tajos gūtajām atziņām par Ēģipti J. Klētnieks ieinteresēja daudzus. Viņš stāstīja par tiem dažādā aspektā, tostarp 2008. gadā LZA Senāta sēdē, grāmatu atklāšanās, rakstīja RTU laikrakstam “Jaunais Inženieris”, iegūstot arvien vairāk interesentu ne tikai par sevi, bet arī par austrumu kultūru, senajām civilizācijām, piramidām. Ēģiptoloģijā viņš bija vēsturnieka Franča Baloža darba turpinātājs un ar Karnakas tempļa un Džosera piramīdas pētījumiem pievērsis sev pasaules zinātnieku uzmanību. Latvijas ekspedīcijā Ēģiptē piedalījās arī ģeoloģijas zinātņu doktors, LU profesors Valdis Segliņš ar kuru J. Klētnieks līdz mūža beigām apsprieda abu zinātniskās intereses un recenzēja viņa sešas monogrāfijas (2015–2016).

Filmu studijā “Ģilde” uzņemtas divas zinātniski populāras filmas par Latvijas zinātnisko ekspedīciju Sakārā, Ēģiptē. 2008. gadā iznāca grāmata “Mūžības valdnieki”, kurā tika skaidroti hieroglifu teksti piramīdās un papirusos, pirmo reizi latviešu valodā tika sniegts tik plašs ieskats ēģiptiešu ticējumu pirmsākumos. J. Klētnieks savā mūžā ir sarakstījis vairāk nekā 450 zinātniskos un mācību metodiskos darbus, tajā skaitā ir autors

vai līdzautors pāris desmitiem grāmatu. Pēdējā no tām – “Seno laikmetu lokos” – izdota 2017. gadā.

Īpaši jāizceļ viņa devums RTU vēstures izpētē. Ar viņa līdzdalību tapušas grāmatas par Būvniecības fakultātes vēsturi un monogrāfijas “Augstākās tehniskās izglītības vēsture Latvijā” piecas grāmatas (2002–2017). Viņš ir viens no apjomīgās monogrāfijas autoriem, kā arī redkolēģijas loceklis. Pētījis RTU priekšteču, Rīgas Politehnikuma, RPI vēsturi, saistību ar ārzemju inženieriem, mācībspēku un ievērojamu inženieru biogrāfijas, ģeodēzijas un astronomijas vēsturi, referējis RPI / RTU zinātniskajās konferencēs, bijis RTU zinātnisko rakstu sērijas “Zinātņu un augstskolu vēsture” redakcijas kolēģijas loceklis (2002–2016), pievērsies arī tehnisko fakultāšu vēsturei Latvijas Universitātē. Pētniecība viņu aizrāva, fascinēja, gandarīja, un viņa uzrakstītais ir bagātība, ko baudām mēs visi un kas paliks nākamībai. Bija vēl vairākas ieceres, datorā saglabājušies nepublicēti grāmatu melnraksti. Viņš zināja, ka visus dzīves mērķus nekad nav iespējams realizēt un ļoti kritiski izturējās pret sevi un varbūt par agru pielika punktu tam, ko vēl varēja uzrakstīt.

No 1979. gada aktīvi piedalījies Latvijas Zinātņu vēstures asociācijas darbībā, 1992. gadā ievēlēts par viceprezidentu, 2002. gadā – asociācijas Goda biedru. Baltijas zinātņu un tehnikas vēstures konferencēs referējis par astronomijas, ģeodēzijas un inženierzinātņu izglītības jautājumiem. 2003. gadā Baltijas Zinātņu vēstures un filozofijas asociācijas Ģenerālajā asamblejā tika ievēlēts asociācijas valdē, 2006. gadā – ievēlēts par Lietuvas Zinātņu vēstures asociācijas Goda biedru. 2005. gadā J. Klētnieks ievēlēts par LZA Goda doktoru, 2006. gadā apbalvots ar IV šķiras Triju Zvaigžņu ordeni un ieguvis RTU Goda darbinieka nosaukumu. 2013. gadā saņēmis augstāko apbalvojumu mērnīkiem – Goda zīmi “Par nopelniem Latvijas mērnīcībā”.

Īpašu interesi J. Klētnieks izrādīja par tautasdziesmām. Saņaidot 90. jubileju, J. Klētnieks intervijā populārzinātniskajam žurnālam “Zvaigžņotā Debess” 2019. gadā atzina, ka “latvieši par maz pārzina savu garīgo mantojumu, kas atrodams tautasdziesmās, bet tās vajadzētu lasīt katram. Katru vakaru pirms gulēt iešanas derētu kādu pantīņu izlasīt un mierīgi padomāt, tā ceļot savu latvisko dzīvesziņu”.

Šo rindu autores dzīvē J. Klētniekam bija īpaša loma – jaunu darbinieci RPI 1989. gadā viņš nopētīja un noteica: “Tu vari būt krēsls, bet ne tukšs. Tādi, kas neko nevar un negrib izdarīt, mums nav vajadzīgi! Tev jādarbojas, un es novēlu, lai Tu nebūtu tukšs krēsls! Un ‘Tev ir jāprot un jāvar atvērt jebkuras durvis!’ Tālajā 1989. gadā teiktais bija labs pamudinājums, bet grūti izpildāms uzdevums atvērt jebkuras durvis un pārvarēt bailes uzrunāt jebkuru cilvēku neatkarīgi no viņa ieņemamā amata. Iedrošināt un dot padomu, “pagrūst” pareizajā virzienā viņš prata. Atskatoties uz mūsu līdzdarbošanos trijos gadu desmitos, jāatzīst, ka viņš bija viens no maniem “zinātnes tēviem”, nākamais pēc akadēmiķa Jāņa Stradiņa. Cienījamais inženieris ne vienreiz vien ir teicis, ka arī viņa dzīvē akadēmikim bijusi liela un nenovērtējama loma, kas sekmēja daudzus pētījumus. Būdams J. Stradiņa laikabiedrs, viņš droši stāvēja mūsu tautas dižgaram, viedajam līdzās ģeodēzijas, tostarp inženierģeodēzijas, kosmiskās ģeodēzijas, astronomijas, fotogrammetrijas, inženierzinātņu vēsturē, labi orientējās arī etnogrāfijā, arheoloģijā, latviešu folklorā. Pateicoties J. Klētniekam, bijuši arī nozīmīgi notikumi manā personīgajā dzīvē. Cienīpilnajās attiecībās ar līdzcilvēkiem viņš vienmēr bija gatavs palīdzēt, juta līdzī citu cilvēku nelaimē, zaudējumiem un vilšanās sāpēm, priecājās par citu veiksmi un panākumiem. Un tajā pat laikā viņš zināja to smalko robežšķirtni, kad var runāt un kad labāk neko nejaūtāt.

Grāmatas “Mūžības valdnieki” epilogā J. Klētnieks ierakstīja bērnībā paša un mātes lasīto grāmatu autora, bengāļu rakstnieka Rabindranata Tagores vārdus: “Es esmu nonācis pie mūžības robežas, kur nezūd nekas – ne cerība, ne laime, ne asaru migla skatītā vaigu vīzijā”. Lai tev, kolēģi, izejot pa mūžības vārtiem, mūžīgs miers mūžības valdnieku vidū!

RTU profesore **Alida Zigmunde**

IN MEMORIAM

Viktors Sniečkus

(1.08.1937 – 18.12.2020)

83 gadu vecumā mūžībā devies Latvijas Zinātņu akadēmijas ārzemju loceklis kopš 2016. gada, pasaulē pazīstamais ķīmiķis–organīķis Viktors Alģirds Sniečkus (*Viktoras Algirdas Sniečkus*).

Viktors Sniečkus dzimis 1937. gada 1. augustā, Kauņā veterinārārstu ģimenē, viņa māte bija igauniete un tēvs – lietuvietis. 1944. gadā ģimene devās bēgļu gaitās uz Vāciju, un pēc tam 1948. gadā uz Kanādu. BSc grādu ķīmijā V. Sniečkus ieguva Albertas Universitātē Kanādā, kur strādāja pie jodoniņa sāļu atklāšanas profesora R. Sandina. Pēc MSc studijām Kalifornijas Universitātē Berklijā (prof. *D.S.Noyce*) un PhD studijām Oregonas Universitātē pie prof. *V.Boekelheide*, viņš gadu pavadīja pēcdoktorantūras studijās pie O.E.Edvardsa Otavā. 1966. gadā V. Sniečkus uzsāka sekmīgu profesora karjeru 32 gadu garumā Vaterlo Universitātē Kanādā. Šajā laikā interesantu izvēli V. Sniečkus izdarīja sadarbībā ar Monsanto firmu, izstrādājot jaunu tehnoloģiju. Tā vietā, lai saņemtu firmas piedāvāto patentu, viņš izvēlējās Monsanto finansējumu pētniecības grantu veidā savai laboratorijai uz 5 gadiem (1992–1998). Kopš 1998. gada V. Sniečkus iegūst prestižo ķīmiķa un filantropa A. Bādera (*Alfred Bader*) profesora vietu Kingstonas *Queen's University* Kanādā. Ar zinātni V. Sniečkus turpināja nodarboties turpat Kingstonā, saņemot arī A. Bādera emeritētā profesora vietu 2009. gadā un dibinot firmu *Snieckus Innovations*, kas nodarbojas ar mazu molekulu sintēzi farmaceitiskajai industrijai.

Viktors Sniečkus 40 gadus nodarbojās ar litīja organisko

ķīmiju, un visi pasaules ķīmiķi zināja par Sniečkus metodi. Viņš attīstīja jaunu metālorģaniskās ķīmijas virzienu – orto-vadīto metālēšanu (*DoM; directed ortho-metalation*), un paplašināja šo metodi no aromātiskajiem līdz heteroaromātiskajiem savienojumiem, novedot to līdz pilnībai. Viņa vadībā tika izstrādāta arī šīs metodes variācija – DReM (*directed remote metalation*). Abas reakcijas ir nosauktas Sniečkus vārdā, un tas ir liels gods, kas sasniegts jau ķīmiķa dzīves laikā. Viktors Sniečkus bija līdzautors >300 publikācijām, viņa vadībā abās minētajās Universitātēs tika aizstāvētas 40 doktora disertācijas un vismaz četru ārstniecības līdzekļu sintēzes metodes pamatojās uz Sniečkus reakciju.

Būdams istens Baltijas patriots, V. Sniečkus kopā ar citiem Baltiešu emigrācijas otrās paaudzes ķīmiķiem – saviem domu biedriem igaunī *Jaan Pesti* un lietuvietī *Jonas Dunčia*, 1999. gadā sāka realizēt ideju par Baltijas ķīmiķu konferences rīkošanu. 2000. gadā Sniečkus vadībā Viļņā notika pirmā BOS (*Balticum Organicum Syntheticum*) konference, kas pulcēja vairāk nekā 250 Baltijas un pasaules ķīmiķu un aizsāka tradīciju, kas turpinās katru otro gadu kādā no Baltijas valstu galvaspilsētām līdz šodienai. Profesora V. Sniečkus saites ar Latviju sākās jau 2000. gadā pirmās BOS konferences laikā Viļņā un turpinājās visus šos gadus. Vislielākā saskare Latvijā ķīmiķiem bija trīs BOS konferencē laikā Rīgā 2004., 2010. un 2016. gadā. Rīgā pirmā BOS konference tika noorganizēta 2004. gadā, kuru akadēmīķis Jānis Stradiņš raksturoja kā pirmo lielāko starptautisko ķīmiķu saietu neatkarīgajā Latvijā. Bez tam V. Sniečkus piedalījies 2003. gada P. Valdena 3. simpozijā Rīgā, kad tika atklāts Paula Valdena piemineklis un 2014. gadā Mālpilī, kad tika organizēta pre–BOS konference par medicīnas ķīmijas problēmām. Tādējādi Viktora Sniečkus izlolotā ideja – atvest uz Lietuvu, Igauniju un Latviju pasau-

les ievērojamākos zinātniekus organiskajā ķīmijā (to starpā 7 Nobela laureātus) un ļaujot tiem idejiski mijiedarboties ar Baltijas valstu ķīmiķiem un studentiem – pierādījusi savu dzīvotspēju jau 20 gadu garumā.

Blakus iespaidīgām apbalvojumu klāstam, ko piešķīrusi Kanādas un citu valstu ķīmiķu organizācijas, V. Sniečkus ir saņēmis arī vairākus Lietuvas un Igaunijas apbalvojumus. Kopš 1999. gada viņš ir Lietuvas Zinātņu akadēmijas loceklis, 2002. gadā saņēmis Lietuvas Republikas Ģedimina ordeni, kopš 2009. gada ir Tallinas Tehnoloģijas Universitātes *Honoris Causa* un kopš 2010. gada ir Lietuvas Zinātņu akadēmijas laureāts. Jebkurā dzīves situācijā profesors Viktors Sniečkus bija sabiedrības dvēsele, viņš bija arī izcils džeza un klasiskās mūzikas pazinējs un klausītājs. Viens no viņa mīļākajiem komponistiem bija igaunis Arvo Pērts. Vienmēr varēja apbrīnot Viktora zināšanas un erudīciju tik dažādajos mūzikas žanros. Studenti un kolēģi visā pasaulē zināja, ka ar profesoru būs jāspēlē slavenā atmiņas spēle “Kardināls Pafs”, tomēr nevienš pilnībā nevarēja sacensties ar viņu arī šajā jomā.

Paldies dižajam orto–litijēšanas Meistaram par mūža devumu organiskajā ķīmijā un Baltijas ķīmiķu vārda nešanu plašajā pasaulē!

LZA akadēmīķis **Pēteris Trapencieris**



Foto: B. Clarki

Aizstāvēšana

2020. gada 11. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “RTU P-09” attālinātā, atklātā sēdē **AGITAI DONIŅAI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) ekonomikā un uzņēmējdarbībā. Balsošanas rezultāti: par – 10, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 15. decembrī Daugavpils Universitātes Tiesību zinātnes promocijas padomes atklātā sēdē **JĀNIM KĀRŠENIEKAM** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) tiesību zinātnē. Balsošanas rezultāti: par – 7, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 17. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “P-01” atklātā sēdē **GUNAI SAKAINEI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) ķīmijas nozarē, organiskās ķīmijas apakšnozarē. Balsošanas rezultāti: par – 6, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 18. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “RTU P-09” attālinātā, atklātā sēdē **ANGELINAI ROŠAI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) ekonomikā un uzņēmējdarbībā. Balsošanas rezultāti: par – 8, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 18. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “RTU P-09” attālinātā, atklātā sēdē **BAIBAI PĻAVIŅAI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) ekonomikā un uzņēmējdarbībā. Balsošanas rezultāti: par – 9, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 22. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “P-04” atklātā sēdē **MĀRTIŅAM IRBEM** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) mašīnbūves un mehānikas nozarē, mašīnu dinamikas apakšnozarē. Balsošanas rezultāti: par – 9, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 28. decembrī “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne” ar specializāciju „Mežzinātne” promocijas padomes attālinātā atklātā sēdē **BAIBAI JANSONEI** tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*PhD*) nozarē „Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne”. Balsošanas rezultāti: par – 11, pret – 0, atturas – 1.

2020. gada 29. decembrī “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne” ar specializāciju „Mežzinātne” promocijas padomes attālinātā atklātā sēdē **ILZEI MATISONEI** tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*PhD*) nozarē „Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne”. Balsošanas rezultāti: par – 12, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 29. decembrī “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne” ar specializāciju „Mežzinātne” promocijas padomes attālinātā atklātā sēdē **OSKARAM KRIŠĀNIM** tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*PhD*) nozarē „Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne”. Balsošanas rezultāti: par – 11, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 29. decembrī Rīgas Tehniskās universitātes promocijas padomes “P-14” atklātā sēdē **RADIONAM SALTANOVAM** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) elektrotehnikas, elektronikas, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nozarē, elektriskās tehnoloģijas un automātika apakšnozarē. Balsošanas rezultāti: par – 7, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 29. decembrī Latvijas Lauksaimniecības universitātes “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, Mežzinātne” ar specializāciju “Lauksaimniecība” promocijas padome atklātajā attālinātajā sēdē **LAILAI DUBOVAI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātnes nozarē. Balsošanas rezultāti: par – 7, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 30. decembrī “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne” ar specializāciju „Mežzinātne” promocijas padomes attālinātā atklātā sēdē **AGRIM ZIMELIM** tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*PhD*) nozarē „Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne”. Balsošanas rezultāti: par – 12, pret – 0, atturas – 0.

2020. gada 30. decembrī “Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne” ar specializāciju „Mežzinātne” promocijas padomes attālinātā atklātā sēdē **SANTAI KALĒJAI**

tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*PhD*) nozarē „Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātne”. Balsošanas rezultāti: par – 10 pret – 0, atturas – 0.

2021. gada 8. janvārī Daugavpils Universitātes Ekonomikas un uzņēmējdarbības promocijas padomes atklātajā sēdē **OLGAI ARHIPOVAI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) ekonomikā un uzņēmējdarbībā. Balsošanas rezultāti: par – 8, pret – 0, atturas – 0.

2021. gada 20. janvārī Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas nozares promocijas padomes atklātajā sēdē **LĪGAI FELDMANEI** tika piešķirts zinātniskais doktora grāds (*PhD*) sociālās un ekonomiskās ģeogrāfijas nozarē. Balsošanas rezultāti: par – 8, pret – 0, atturas – 0.

2021. gada 12. janvārī Baltijas Starptautiskās akadēmijas Ekonomikas un uzņēmējdarbības nozares promocijas padomes atklātā sēdē **ALEKSANDRAM AVERINAM** tika piešķirts zinātniskā doktora grāds (*Ph.D.*) ekonomikas zinātnē. Balsošanas rezultāti: par – 8, pret – 0, atturas – 0.

2021. gada 27. janvārī plkst. 15.00 Latvijas Universitātes (LU) Fizikas un astronomijas zinātnes nozares specializētās promocijas padomes atklātā sēdē tiešsaistē ZOOM platformā **TATJANA PLADERE** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Vizuālās efektivitātes novērtējums uz volumetriskā daudzplakņu ekrāna” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai fizikā un astronomijā.

Recenzenti: *Dr. habil. phys.* Māris Ozoliņš (Latvijas Universitāte), *Dr. habil. phys.* Jurijs Dehtjars (Rīgas Tehniskā universitāte), *Dr. prof.* Kairi Kreegipuu (Tartu Universitāte, Igaunija) Ar promocijas darbu var iepazīties LU Bibliotēkā, Raiņa bulvārī 19, un Akadēmiskajā bibliotēkā, Rūpniecības ielā 10. Dalība sēdē ar iepriekšēju pieteikšanos, rakstot uz e-pastu annija.sturmane@lu.lv līdz 25. janvārim.

2021. gada 28. janvārī plkst. 11.00 Baltijas Starptautiskās Akadēmijas (BSA) Ekonomikas un uzņēmējdarbības promocijas padomes atklātā sēdē Rīgā, Lomonosova ielā 4, 317. auditorijā, **KONSTANTIN POZDNYAKOV** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Reģionālo investīciju mijiedarbības ietekme uz Krievijas Federācijas ekonomiskās izaugsmes potenciālu” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai ekonomikas zinātnē. Recenzenti: *Dr. oec.* Tatjana Muravska (Rīgas Stradiņa Universitāte), *Dr. oec.* Svetlana Saksonova (Latvijas Universitāte), *Dr.oec.* Vitalij Klevcov (BRICS University, Krievija).

Ar promocijas darbu var iepazīties BSA Bibliotēkā Rīgā, Lomonosova 1, kā arī augstskolas mājaslapā www.bsa.edu.lv. Sakarā ar valsti noteiktajiem ierobežojumiem reģistrēšanās promocijas padomes sēdes tiešsaistes videokonferencei “BigBlueButton” platformā iespējama, nosūtot e-pastu: doktorantura@bsa.edu.lv.

2021. gada 4. februārī, plkst. 16.00 Latvijas Universitātes (LU) Ķīmijas zinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē tiešsaistē ZOOM platformā **INGUS PĒRKONS** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Analītisko parametru optimizācija farmaceitisko savienojumu noteikšanai apkārtējās vides paraugos” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai ķīmijā.

Recenzenti: *Dr. chem.* Osvalds Pugovičs (Latvijas Organiskās sintēzes institūts), *Dr. prof.* Vytautas Mickevicius (Kauņas Tehnoloģiju universitāte, Lietuva), *Dr. habil. chem.* Māris Kļaviņš (Latvijas Universitāte).

Ar promocijas darbu var iepazīties LU Bibliotēkas Daudznazaru bibliotēkā (Raiņa bulv. 19, 2. stāvs, 203. telpa). Lūdzam interesentus reģistrēties dalībai sēdē līdz 2021. gada 28. janvārim, rakstot uz e-pastu: vita.rudovica@lu.lv.

2021. gada 4. februārī, plkst. 14.00 Latvijas Universitātes (LU) Ķīmijas zinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē tiešsaistē ZOOM platformā **LĪGA LAUBERTE** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Analītiskās pieejas izveide bioloģiski aktīvu polifenolu raksturošanai lignocelulozes biomasā” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai ķīmijā.

Recenzenti: *Dr. sc. ing.* Uģis Čābulis (Latvijas Valsts koksnēs ķīmijas institūts), *Dr. chem.* Dzintars Začs (Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts “BIOR”), *Dr. habil. chem.* Māris Kļaviņš (Latvijas Universitāte).

Ar promocijas darbu var iepazīties LU Bibliotēkas Daudznazaru bibliotēkā (Raiņa bulv. 19, 2. stāvs, 203. telpa). Lūdzam interesentus reģistrēties dalībai sēdē līdz 2021. gada 28. janvārim, rakstot uz e-pastu: vita.rudovica@lu.lv.

2021. gada 11. februārī plkst. 14.00 Latvijas Universitātes (LU) Humanitāro zinātņu fakultātes Valodniecības nozares

promocijas padomes atklātajā sēdē tiešsaistē Zoom platformā **VALĒRIJA DROZDOVA** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Akadēmiskā personāla angļu valodas komunikatīvās kompetences modelis” (*Communicative English Language Competency Framework for the Academic Personnel*) zinātniskā doktora grāda (*PhD*) valodniecībā un literatūrzinātnē iegūšanai.

Recenzenti: *Dr. philol.* Jānis Silis (Ventspils Augstskola), *Dr. philol.* Marina Platonova (Rīgas Tehniskā universitāte), *Dr. Andrea Nava (Andrea Nava)* (Milānas universitāte, Itālija).

Ar promocijas darbu var iepazīties LU Daudznazaru bibliotēkā (Raiņa bulvārī 19, Rīgā), kā arī LU Humanitāro zinātņu fakultātes mājaslapā www.hzf.lu.lv. Interesenti aicināti pieteikties dalībai sēdē līdz 9. februārim, rakstot ziņu uz e-pastu inta.urbanovica@lu.lv.

2021. gada 15. februārī plkst. 14.30 Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Elektrotehnikas, elektronikas, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nozares promocijas padomes P-07 atklātā sēdē tiešsaistē <https://rtucloud1.zoom.us/j/97821007392> **ARTJOMS SUPOŅENKOV**s aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Datorizētas diagnostikas sistēmas izstrāde magnētiskās rezonanses lietojumsfērā” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai.

Recenzenti: *Dr. habil. sc. ing.* Jānis Grundspenķis (Rīgas Tehniskā universitāte), *Dr. sc. ing.* Irina Arhipova (Latvijas Lauksaimniecības universitāte), *Dr. habil.* Arūnas Lukoševičius (Kauņas Tehnoloģiju universitāte, Lietuva).

Ar promocijas darbu var iepazīties RTU Zinātniskajā bibliotēkā (Rīgā, Paula Valdena ielā 5) un interneta vietnē <http://www.rtu.lv> (Zinātne > Doktora līmeņa studijas > Promocija > Promocijas darbi).

2021. gada 18. februārī plkst. 14.00 Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) ķīmijas un ķīmijas inženierzinātnes zinātņu nozaru promocijas padomes “RTU P-01” atklātajā sēdē Rīgā, Paula Valdena ielā 3/7, 272. auditorijā **ANZELMS ZUKULS** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Degenerēti ZnO nanokristāli: sintēze, īpašības un pielietojums” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai ķīmijas inženierzinātnes nozarē neorganisko vielu tehnoloģijas apakšnozarē.

Recenzenti: *Dr. habil. sc. ing.* Visvaldis Švinka (Rīgas Tehniskā universitāte), *Dr. phys.* Irēna Mihailova (Daugavpils Universitāte), *Dr. chem.* Donāts Erts (Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts).

Atklātajā sēdē būs iespējams piedalīties arī tiešsaistē Zoom platformā (<https://rtucloud1.zoom.us/j/9352086644>). Atkarībā no epidemioloģiskās situācijas valsti promocijas padomes sēde var tikt organizēta tikai tiešsaistē. Ar promocijas darbu var iepazīties RTU Zinātniskajā bibliotēkā (Rīgā, Paula Valdena ielā 5) un interneta vietnē <http://www.rtu.lv> (Zinātne > Doktora līmeņa studijas > Promocija > Promocijas darbi).

2021. gada 1. martā plkst. 14.30 Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Elektrotehnikas, elektronikas, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nozares promocijas padomes P-07 atklātā sēdē tiešsaistē <https://rtucloud1.zoom.us/j/91849258957> **KONSTANTĪNS GUSAROV**s aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Metodes izstrāde koda ģenerēšanai no divpusložu modeļa” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) iegūšanai.

Recenzenti: *Dr. habil. sc. ing.* Jānis Grundspenķis (Rīgas Tehniskā universitāte), *Dr. sc. ing.* Artis Teilāns (Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija), *PhD* Dušans Savičs (Dušan Savić) (Belgradas Universitāte, Serbija).

Ar promocijas darbu var iepazīties RTU Zinātniskajā bibliotēkā (Rīgā, Paula Valdena ielā 5) un interneta vietnē <http://www.rtu.lv> (Zinātne > Doktora līmeņa studijas > Promocija > Promocijas darbi).

2021. gada 5. martā plkst. 11.00 Daugavpils Universitātes (DU) Ekonomikas un uzņēmējdarbības promocijas padomes atklātā sēdē tiešsaistē ZOOM platformā **EDMUNDS ČIŽO** aizstāvēs promocijas darbu par tēmu “Eiropas Savienības valstu finanšu attīstības izmaiņu ietekme uz ekonomisko izaugsmi laika periodā no 1995. gada līdz 2017. gadam” zinātniskā doktora grāda (*PhD*) ekonomikā un uzņēmējdarbībā iegūšanai.

Recenzenti: *Dr. oec.* Viktorija Špilova (Daugavpils Universitāte), *Dr. habil. oec.* Baiba Rivža (Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Latvijas Zinātņu akadēmija), *Dr. oec.* Manuela Tvaronavičiene (Lietuvas Aizsardzības ministrijas Lietuvas ģenerāļa Jona Žemaiša militāra akadēmija, Viļņas Gediminasas Tehniskā Universitāte, Lietuva).

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Daugavpils Universitātes bibliotēkā, Parādes ielā 1, Daugavpili, un <https://du.lv/zinatne-un-petnieciba/promocija/aizstavesana-iesniegtie-promocijas-darbi/>. Lūdzam interesentus reģistrēties dalībai sēdē līdz 2021. gada 26. februārim, rakstot uz e-pastu: alina.danilevica@du.lv.