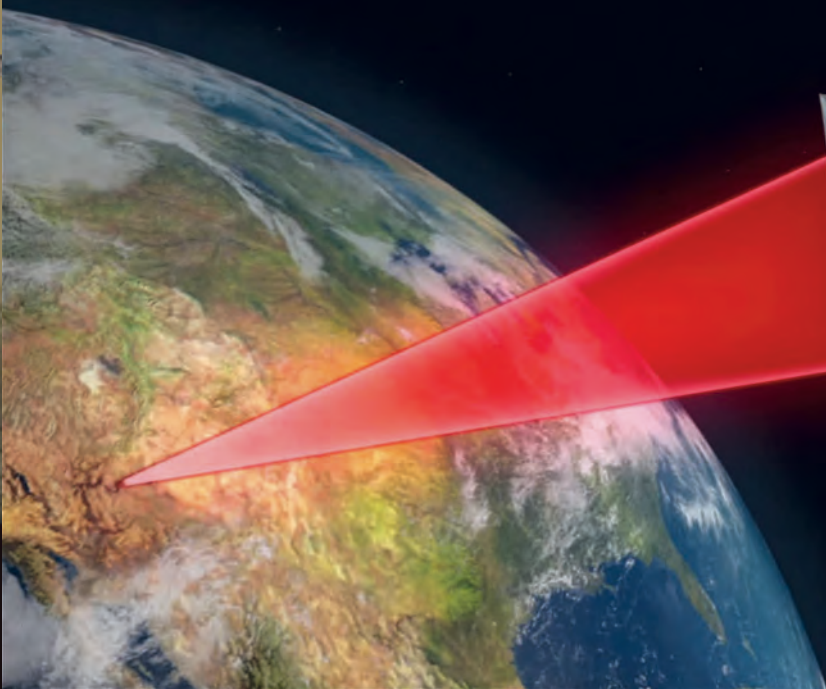


ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

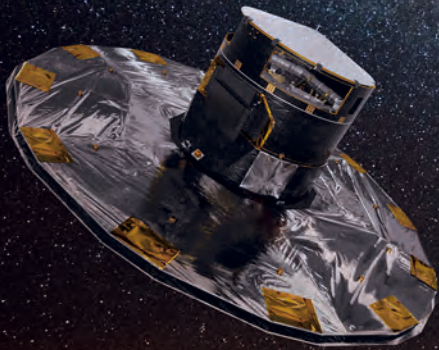
2016/17
ZIEMA

★ STARPZVAIGŽŅU LIDOJUMS VIENAS PAAUDZES LAIKĀ



- ★ GAIA's PIRMAIS KATALOGS ar MILJARDS ZVAIGZNĒM
- ★ TITĀNA ĶĪMISKAIS SASTĀVS SAISTA ZINĀTNIĒKUS jau 40 GADU
- ★ EIROPAS JAUNIE RADIOASTRONOMI LATVIEŠU CENTRĀ VĀCIJĀ
- ★ LATVIJAS SIMTGADEI – SAULES PULKSTENI!

Pielikumā: Planētu redzamības diagramma 2017



1. att. Mākslinieka skats uz *Gaia*'s Piena Ceļa zvaigžņu kartēšanu.

© ESA/ATG medialab; fons: ESO/S.Brunier

Gaia (sengrieķu mitoloģijā Māte Zeme, dzimusi no Haosa) ir Eiropas Kosmosa aģentūras ESA astrometrijai projektēta kosmiskā observatorija. Tās misijas nolūks izveidot lielāko un precīzāko 3D kosmisko katalogu, kāds jebkad sastādīts, summējot kopā aptuveni 1 miljardu astronomisko objektu, lielākoties zvaigznes, bet arī planētas, komētas, asteroīdus un kvazārus. Teleskops pārraudzīs katru no tā mērķa zvaigznēm ap 70 reīžu piecu gadu periodā, lai noskaidrotu katras zvaigznes precīzu kustību attiecībā pret Piena Ceļa galaktiku. Tas ietvers apmēram 1% Piena Ceļa populācijas ar visām par 20. zvaigžņu lielumu spožākām zvaigznēm plašā fotometriskā joslā, kas aptver vairumu redzamā diapazona. Papildu no *Gaia*'s tiek sagaidīts uziet desmitiem tūkstošu Jupitera lieluma citplanētu ārpus Saules sistēmas, 500 000 kvazāru un desmitiem tūkstošu jaunu asteroīdu un komētu Saules sistēmas robežās.

Gaia izveidos precīzu trīsdimensionālu astronomisko objektu karti viscaur Piena Ceļā un to kustību karti, kas kodēs Piena Ceļa sākumu un sekojošo attīstību. Spektrofotometriskie mērījumi sagādās visu novēroto zvaigžņu detalizētas fizikālās īpašības, raksturojošas to starjaudu, efektīvo temperatūru, smagumu (*gravity*) un sākotnējo sastāvu. Šī masveidīgā zvaigžņu skaitīšana sniegs pamatdatus, lai ķertos pie plašiem nozīmīgiem uz mūsu Galaktikas izcelšanos, struktūru un evolūcijas vēsturi attiecinātiem jautājumiem.

Hipparcos misijas pēctece kosmiskā astrometriskā observatorija *Gaia* ir ESA's ilgtermiņa zinātniskās programmas *Horizon 2000+* daļa. To palaida 19.dec.2013. franču daudz nacionālā kompānija *Arianespace*, izmantojot *Soyuz ST-B/Fregat-MT* raķeti, lidojošu no Kuru (*Kourou*) kosmodroma Franču Gviānā. Teleskops tagad darbojas *Lissajous* orbītā ap Saules-Zemes Lagranža punktu L_2 .

Sk. *Pundure I. Gaia* ieguvusi miljardzvaigžņu 3D karti.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2016./17. GADA ZIEMA (234)



Redakcijas kolēģija:

LZA kor. loc. *Dr. bab. matb. A. Andžans*
(atbild. redaktors), LZA *Dr. astron. b. c.*
Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš,
Dr. sc. comp. M. Gills (atb. red. vietn.),
Pb. D. J. Jaunbergs, Dr. phil. R. Kūlis,
I. Pundure (atbild. sekretāre),
Dr. paed. I. Vilks

Tālrunis 67 034 581

E-pasts: astra@latnet.lv
www.astr.lu.lv/zvd
www.lu.lv/zvd

Digitālais arhīvs: <http://ejuz.lu/zvd>



Mācību grāmata
Rīga, 2016

SATURS

Pirms 40 gadiem «Zvaigžnotajā debesī»

Jaunas iespējas kosmisko gravitācijas viļņu
meklējumiem. «Venēras-9» un «Venēras-10»
zinātniskais veikums.2

Zinātnes rītums

Kurts Švarcs. Saules koronas noslēpumi.3

Atklājumi

Irena Pundure. Gaia ieguvusi miljardzvaigžņu
3D karti.10

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Jānis Jaunbergs. Titāna darvas ezeri.13

Raitis Mīsa. Solis tuvāk zvaigznēm.19

Apspriedes un sanāksmes

Jānis Balodis. Copernicus kļūst par
iespaidīgu biznesu.24

Kārlis Bērziņš. Eiropas jauno radioastronomu
konferencē latviešu centrā Vācijā.31

Atskatoties pagātnē

Andrejs Alksnis. Ceļi tuvi – ceļi tāli (*nobeigums*).36

Skolu jaunatnei

Dmitrijs Bočarovs, Jānis Timošenko, Dmitrijs
Docenko, Andrejs Cēbers, Arnis Katkevičs.
Latvijas 41. atklātā fizikas olimpiāde.40

I.P. Paraksts Latvijas zinātnes attīstībai
nozīmīgs līgums ar CERN.48

Amatieriem

Agnese Zalcmāne. Brauciens uz pilnu Saules
aptumsumu Sulavesi salā (*nobeigums*).49

Mārtiņš Keruss. 16. astronomijas amatieru salidojums
Starspace observatorijā.51

Mārtiņš Gills. Publiski apskatāmie saules pulksteņi
Latvijā 2011-2015 (*nobeigums*).52

Ilgonis Vilks. Zvaigžņu svītru fotogrāfijas.55

Kosmosa tēma mākslā

Jevgenijs Limanskis. Saules aptumsumi filatēlijā.57

Hronika

Ilgmārs Egļītis. LU Astronomijas institūta pētījumi un
zinātniski organizatoriskā darbība 2015.gadā.58

Irena Pundure. 4. oktobris – Zvaigžnotā Debess
Latvijas Zinātņu akadēmijā.65

Jevgenijs Limanskis. Mārtiņam Bucleram – 150.68

Ierosina lasītājs

Arturs Balklavs-Grīnhofs. Astromaģija, kuru dēvē par
astroloģiju (*nobeigums*).69

Ēvalds Apinis. Astroloģija-pareģojumi?71

Ēvalds Apinis. Nākošiem gadu simtiem Latvijai –
Saules pulksteņi!72

Juris Kauliņš. **Debess spīdekļi** 2016/17. gada ziemā.73

Pielikumā: Astronomiskās parādības un Planētu
redzamības kompleksā diagramma 2017. gadam
(Sastādītājs *Juris Kauliņš*)

PIRMS 40 GADIEM ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

JAUNAS IESPĒJAS KOSMISKO GRAVITĀCIJAS VIĻŅU MEKLĒJUMIEM

Gravitācijas sadarbē ir visvājākā no visām četrām pašlaik pazīstamajām sadarbju formām, tādēļ gravitācijas viļņu kā šīs sadarbības nesēju reģistrēšanai ir vajadzīgi sevišķi jutīgi aparāti un iekārtas. Gravitācijas viļņu eksistences svarīgums, tā fundamentālais raksturs ir ierosinājis pētniekus ķerties pie šādu eksperimentu organizēšanas, mēģinot konstatēt dažu kosmisko objektu gravitācijas starojumu, kuram zināmos nosacījumos būtu jābūt pietiekami intensīvam, lai to varētu reģistrēt. Pēdējos gados veikti daudzi pētījumi un meklējumi, kuru rezultātā izemījušās divas jaunas iespējas gravitācijas viļņu detektoru jutības palielināšanai. Grupa Stenfordas universitātes (ASV) zinātnieku ir ieteikuši gravitācijas viļņu detektoru atzdesēt līdz ļoti zemām temperatūrām, lai mazinātu un novērstu siltuma fluktuācijas – galveno kļūdu un neprecizitāšu cēloni gravitācijas viļņu detektēšanas eksperimentos. Atzdesējot detektoru līdz 0,003 K, tā jutība palielinātos 10^5 – 10^6 reizi. Tas dotu iespēju reģistrēt gravitācijas starojumu ne tikai no stiprākiem (melnie caurumi, pulsāri), bet arī no vājākiem kosmiskā gravitācijas starojuma avotiem (dubultzvaigznes).

Tomēr šādu temperatūru iegūšana ir ļoti sarežģīts un dārgs tehnisks uzdevums. Tādēļ lielu ievēribu izpelnījies kāds cits priekšlikums, ko neatkarīgi viens no otra izteikuši divi fiziķi (PSRS un ASV): gravitācijas viļņu detektēšanai izmantot Zemi un kosmisku aparātu, kuru ievadītu trajektorijā aiz Marsa orbītas. Šāds detektors varētu kalpot garo viļņu (>10 km) un lielo periodu (>30 s) kosmiskā gravitācijas starojuma reģistrēšanai. Gravitācijas viļņiem ar tādu garumu, šķērsojot Saules sistēmu, ir jāizraisa Zemes un kosmiskā aparāta savstarpējās kustības fluktuācijas. Šī ideja būdībā nav jauna, taču līdz šim to nebija iespējams realizēt nepietiekami precīzo mēriekārtu dēļ.

(Saīsināti pēc A. Balklava raksta 17.-19. lpp.)

“VENĒRAS-9” UN “VENĒRAS-10” ZINĀTNISKAIS VEIKUMS

1975. g. oktobrī Venēras apkaimē ieradās divas padomju otrās paaudzes automātiskās starplaņētu stacijas “Venēra-9” un “Venēra-10”. Pirmo reizi to nolaižamajiem aparātiem bija jāpārraida uz Zemi Venēras virsmas attēli un jāsniedz ziņas ne tikai par planētas atmosfēras parametriem, bet arī par tās mākoņu segu. Tajā pašā laikā šo staciju orbitālajiem aparātiem vajadzēja kļūt par Venēras pirmajiem mākslīgajiem pavadoņiem, nevis sadegot atmosfērā kā to priekšgājējiem. Katras jaunās “Venēras” kopsvars bija ~5 t. 22. un 25. oktobrī “Venēra-9” un “Venēra-10” tām uzticētos uzdevumus sekmīgi izpildīja. “Venēras-9” iegūtajā panorāmā redzami daudzi akmeņi ar asām šķautnēm. Tuvplānā esošie akmeņi ir vidēji 30–40 cm lieli. “Venēras-10” nolaižamais aparāts turpretī nosēdies līdzēnā un vēja nogludinātā apvidū 2200 km attālumā no “Venēras-9” nosēšanās. Gaisākie laukumi, kas redzami panorāmā, domājams, nav vis atsevišķi akmeņi, bet gan virsmu veidojošā monolītā iēža relatīvi augstākas vietas. Ne vienā, ne otrā panorāmā uz Venēras virsmas nav saskatāmi putekļi.

Atmosfēras un spiediena mērijumi vēlreiz apstiprinājuši iepriekšējo kosmisko aparātu datus – ap +470 °C un 90–95 atm pie virsmas. Mākoņu segas apakšējā robeža noteikta 49 km augstumā, augšējā atrodas ~65 km augstumā. Bez tam konstatēts, ka mākoņu sega sastāv no vairākiem slāņiem. Visblīvākais slānis atrasts 51–53 km augstumā. Jautājums par mākoņu ķīmisko sastāvu joprojām paliek atklāts. Par samērā drošu gan uzskatāms “Venēras-9” un “Venēras-10” izdarītais ūdens tvaiku daudzuma vērtējums ~40 km augstumā pēc H₂O un CO₂ 0,82 un 0,85 μ absorbcijas joslu intensitāšu attiecības – tikai ~0,1%.

(Saīsināti pēc E. Mūkina raksta 33.-37. lpp.)



KURTS ŠVARCS

SAULES KORONAS NOSLĒPUMI

Saule ir vislabāk izpētītā zvaigzne Visumā. Saules aptumsumi aprakstīti jau senajās hronikās, un Saules koronu vizuāli var novērot aptumsumu laikā kā spožu vainagu ap tumšo Saules disku (no tā cēlies arī nosaukums – latīniski *corona* – vainags, *1. att*). Saules koronu astronomi aprakstīja jau 19. gs., kaut gan tās struktūru un fizikālos procesus tajā atklāja tikai 20. gs. ar planetārām zondēm, kosmiskiem teleskopiem, jaunām atomu spektroskopijas metodēm un datoru modelēšanu.

Saules koronu ar zaļo intensīvo spektra līniju ($\lambda = 530,3 \text{ nm}$) 1869. gada Saules aptumsuma laikā, izmantojot spektrālo analīzi, atklāja amerikāņu astronoms Čārlzs Jungs (*Charles*

Augustus Young, 1834-1908) un īru astronoms Viljams Hārkness (*William Harkness*, 1837-1903). Šī spektrālā līnija neatbilda nevienam zināmam ķīmiskam elementam, un atklājēji to interpretēja kā jauna elementa *Coronium* emisijas līniju. Šī interpretācija saglabājās līdz pagājušā gadsimta četrdesmitajiem gadiem, kad zviedru fiziķis B. Edlens (*Bength Edlén*, 1906-1993) to atšifrēja kā spektrālu pāreju jonizētā Fe^{+13} atomā (FeXIV)¹⁾ [1]. Pagāja vairāk nekā 70 gadu, līdz sāka izprast Saules koronas uzbūvi, atomāro sastāvu un temperatūru (*sk. tabulu*).

Saules korona ir milzīga plazma, kas pamatā sastāv no ūdeņraža un hēlija atomu

Tabula. Kosmiskās telpas parametri*).

Vide	Temperatūra, K	Bļivums, daļiņas/cm ³	Sastāvs
Saules koronas ārējā robeža	$\sim 3 \times 10^6$	$\sim 0,001$	Jonizēta plazma H^+ , He^{+2} , e^- /smagie joni
Starpzvaigžņu vide			
H I mākoņi	50–100	$1-10^3$	H atomi
H II mākoņi	$\sim 10^4$	10^2-10^4	Jonizēta plazma H^+ , e^-
Molekulārie mākoņi	20–50	$\sim 0,001$	H_2 molekulas
Starpgalaktiku vide	10^6-10^8	$\sim 0,001$	Jonizēta plazma H^+ , He^{+2} , e^-

*.) Tabulā doti vidējie parametri, kas lokālās Visuma struktūrās var nedaudz atšķirties.

¹⁾ Atomu spektroskopijā izmanto romiešu ciparus jonizēto atomu raksturojumam. Simbols Fe(XIV) nozīmē, ka ^{26}Fe atomi, kuriem neitrālā stāvoklī ir 26 elektroni (atomu kodolā ir 26 protoni), ir jonizēti, zaudējot 13 elektronus un veidojot $^{26}\text{Fe}^{+13}$ (neitrālo atomu apzīmē ^{26}FeI). Spektroskopiskie novērojumi atklāja Saules koronas plazmā daudzus jonizētus atomus – termokodolu sintēzes produktus (^9FX , ^{26}FeX , $^{26}\text{FeXI}$, $^{26}\text{FeXIII}$, $^{20}\text{CaXV}$, $^{28}\text{NiXII}$, $^{28}\text{NiXV}$ u.c.; augšējais indekss – atomskaitlis Z). Kaut arī šo atomu koncentrācija ir daudz mazāka nekā H^+ un He^{+2} , tie iespaido Saules koronas emisijas spektru.



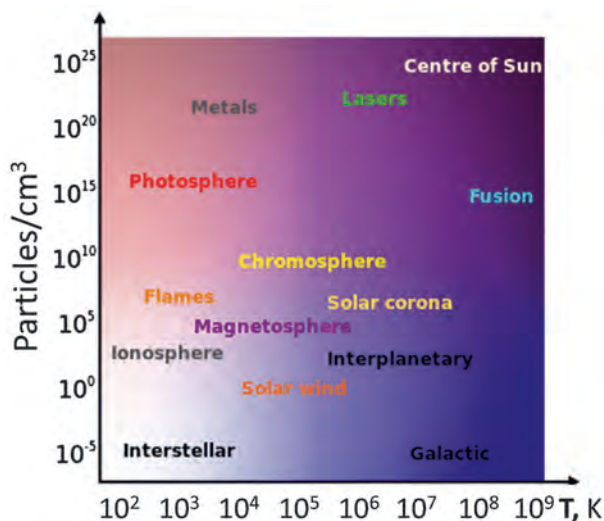
1. att. Saules korona aptumsuma laikā. Labi redzamā zaļā nokrāsa saistās ar emisijas pārejām $^{26}\text{Fe}^{+13}$ atomos. Koronas spožums ir aptuveni miljons reižu mazāks par Saules diska spožumu.

kodoliem un no Saules virsmas stiepjas ~18 mljrd. km līdz starpzvaigžņu videi (2. att.). Procesus koronā varēja izprast tikai ar Saules sistēmas zondēm un kosmiskajiem teleskopiem.

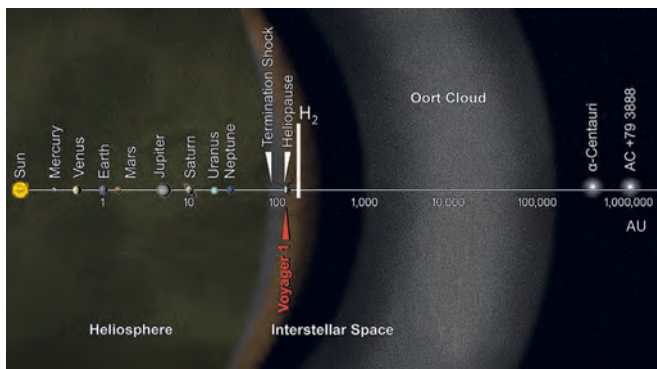
1. Saules heliosfēra

Saules korona ir ārējais Saules atmosfēras slānis virs fotosfēras (~300 km) un hromosfēras (~10 000 km), kas aptver visas Saules sistēmas planētas līdz starpzvaigžņu videi (3. att.). Precīzu koronas robežu noteikt nav iespējams, un tā veidojas dinamiskā mijiedarbībā starp procesiem Saules koronā un starpzvaigžņu vidē. Fizikālos procesus koronā un tās struktūru nosaka Saules vējš.

Saules vējš ir spēcīgi plazmas izvirdumi heliosfērā no Saules virsējiem slāņiem. Šie izvirdumi pamatā sastāv no protoniem, hēlija kodoliem un elektroniem ar kodoltermisko reakciju produktu piemaisījumiem (^{12}C , ^{14}N , ^{16}O , ^{20}Ne , ^{24}Mg , ^{28}Si , ^{37}S , ^{56}Fe ; augšējais indekss –



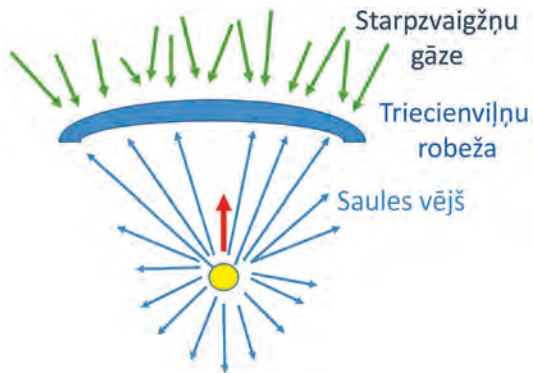
2. att. Plazmas veidi: termokodolu plazma Saules centrā (*Centre of Sun*), fotosfērā (*Photosphere*), hromosfērā (*Chromosphere*), Saules koronā (*Solar corona*) un starpzvaigžņu vidē (*Interstellar*). Uz vertikālās ass atlikta daļiņu koncentrācija plazmā (cm^{-3}), uz horizontālās – plazmas temperatūra (K).



3. att. Saules heliosfēra (*Heliosphere*) sniedz ~18 mljrd. km līdz starpzvaigžņu videi (*Interstellar Space*): *Termination shock* – robeža, no kuras Saules vēja izraisītie triecienviļņi tiek bremzēti; *Heliopause* – robeža starp Saules koronu un starpzvaigžņu vidi. Sarkanā bultiņa norāda kosmiskā aparāta *Voyager 1* pozīciju starp heliosfēru un starpzvaigžņu vidi. Spiediens heliosfērā ir zemāks nekā starpzvaigžņu vidē, un starp abiem slāņiem ir plāns H_2 molekulu slānis. Horizontālā skala dota astronomiskās vienībās (AU): 1 a.v. = $149,6 \times 10^6$ km. [2]

atommasa). Kaut gan smago elementu kodoli plazmā ir nelielā koncentrācijā, tie būtiski ietekmē procesus koronā un koronas emisijas spektru. Saules vējš ir mainīgs un atkarīgs no Saules aktivitātes un Saules magnētiskā lauka. Saule ik sekundi izsviež ap miljonu tonnu plazmas (Saules masa ir $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30}$ kg). Šīs masas daudzums tiek sadalīts sfēriskā tilpumā ar rādiusu ap 120 a.v. (1 a.v. = $149,6 \times 10^6$ km), kas robežojas ar starpzvaigžņu vidi (3. un 4. att.). Saules vēja un Saules koronas procesu izpētē būtisku ieguldījumu deva kosmiskās zondes Pioneer 10/11, Voyager 1, Ulysses u.c. Kosmiskā zonde Voyager 1 sasniedza starpzvaigžņu vides robežu un reģistrēja Saules koronas magnētisko lauku, plazmas daļiņu koncentrāciju u.c.

Saules vēja ātrums mainās no 300 km/s līdz 1200 km/s heliosfēras attālākos slāņos. Saules rotācija un Saules sistēmas kustība attiecībā pret starpzvaigžņu vidi (~25 km/s, 4. att.) iespaido Saules vēju un veido koronā triecienviļņus (4. att.). Kosmiskās zondes un spektroskopiskie mērījumi pierāda, ka refinā-

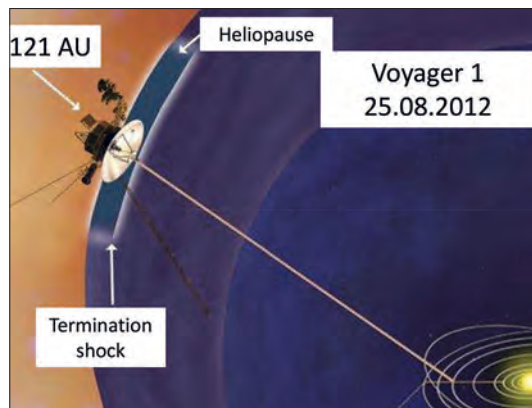


4. att. Saules vējš ir vielas izvirdums no 6000 K karstās Saules virsmas, kas pamatā sastāv no protoniem, hēlija kodoliem un elektroniem ar smago jonizēto elementu piemaisījumiem. Saules vējš izplatās ar ātrumu 300–1200 km/s, izraisot mehāniskos triecienviļņus koronā, kas tiek nobremzēti mijiedarbībā ar starpzvaigžņu vidi (Triecienviļņu robeža). Sarkanā bultīņa norāda Saules sistēmas kustību pret starpzvaigžņu vidi (25 km/s), kas iespaido koronas formu.

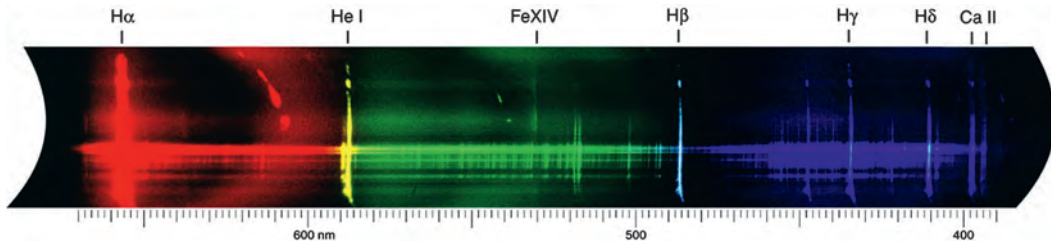
tās plazmas temperatūra ir aptuveni 3 milj. K, turklāt plazmas blīvums no hromosfēras (10^{15} atomi/cm³) līdz koronas ārējiem slāņiem samazinās ($\sim 0,001/\text{cm}^3 = 1/\text{dm}^3$). Šāds koronas ārējo slāņu blīvums ir mazāks par vidējo starpzvaigžņu vides blīvumu ($1\text{--}10^3$ atomi/cm³, tabula). Starp ārējo koronu un starpzvaigžņu vidi izveidojies savdabīgs molekulārā udeņraža aizsargslānis (3. att.). Kosmiskā zonde Voyager 1 2012. gada augustā sasniedza Saules koronas robežu (Heliopause) un pārgāja starpzvaigžņu vidē, sniedzot daudz jaunu datu par Saules koronas robežu un starpzvaigžņu vidi (5. att.).

2. Saules koronas emisijas spektri

Koronas emisija ir klasificēta kā nepārtaukts (angl. – *White-line Corona*) līniju (angl. – *Line-Corona*) un rentgena spektrs (angl. – *X-ray Corona*). Pirmie divi spektru veidi ar nepārtauktu aci ir redzami tikai Saules aptumsuma laikā, un pagāja 70 gadu, līdz zviedru fiziķis B. Edlens atšifrēja koronas emisijas spektru un atklāja daudzus smagos elementus koronas spektrā [1]. Atšifrētie koronas spektri atbilda elementiem ⁹FX, ²⁶FeX, ²⁶FeXI, ²⁶FeXIII,



5. att. Kosmiskā zonde Voyager 1 2012. g. 25. augustā sasniedza Saules koronas un starpzvaigžņu vides robežu (Heliopause) un pārgāja starpzvaigžņu vidē, pārvarot attālumu 121 a.v. (18,1 miljrd. km no Saules). Voyager 1 novērojumu rezultāti bija izšķiroši Saules heliosfēras izpētē. [2]



6. att. Saules koronas emisijas spektrs uzņemts 1999. g. 11. augusta Saules aptumsuma laikā (ungāru astronomu grupa *Szeged I*): ūdeņraža līnijas H_{α} (656 nm); H_{β} (486 nm); H_{γ} (434 nm); H_{δ} (410 nm); HeI (587 nm); FeXIV (530 nm); CaII dublets (397 nm, 393 nm).

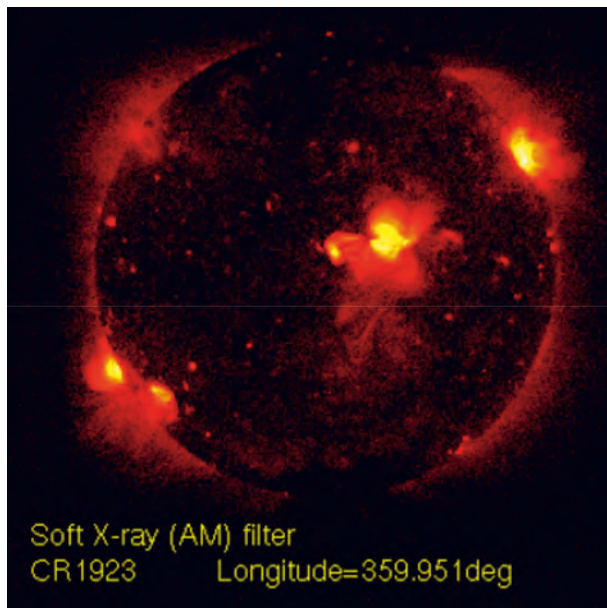
$^{20}\text{CaXV}$, $^{28}\text{NiXII}$, $^{28}\text{NiXV}$ (augšējais indekss – atomskaitlis Z), turklāt pēc kvantu mehānikas izvēles likumiem šīs pārejas ir aizliegtas (mazvarbūfīgas) un iespējamās tikai lielā retinājumā un temperatūrās ap miljonu kelvinu. Koronas rentgena spektru var novērot neatkarīgi no aptumsumiem [3].

Saules koronas spektrs aptver plašu elektromagnētisko starojumu no radioviļņiem līdz ultravioletiem un rentgenstariem. Starojums ir nevienmērīgi sadalīts koronas tilpumā, un tā intensitāte mainās atkarībā no Saules aktivitātes un Saules uzliesmojumiem. Radioviļņu starojums aptver frekvences no ~30 MHz ($\lambda=10$ m) līdz 30 GHz ($\lambda=1$ cm), un tas daļēji saistīts ar Saules plankumu magnētisko lauku un ar tā izraisītiem procesiem koronas plazmā.

Saules koronas redzamais spektrs parādīts 6. att., kas uzņemts no Zemes Saules aptumsuma laikā. Spektrs ir gan nepārtraukts, gan ar ūdeņraža, hēlija, dzelzs un kalcija spektrālām līnijām. Emisijas līnijas ir paplašinātas, kas liecina par atomu ātro kustību (~7500 km/s) koronas plazmas augstā temperatūrā. Novēroja arī redzamās gaismas polarizāciju, kas saistīta ar gaismas izkliedi uz brīviem lādiņiem plazmā (Tomsona efekts, sk. ZvD, 2014/15, Ziema, 3. un 8. lpp.).

Jaunu ieguldījumu Saules koronas izpētē deva rentgenstaru spektri, kurus Zemes atmosfēras absorbcijas dēļ iespējams novērot tikai ar kosmiskiem teleskopiem. Tas attiecas uz elektromagnētisko starojumu ar viļņa ga-

rumu (λ) īsāku par 20 nm. Ar dažādiem teleskopiem novēroja mīksto rentgenstaru līnijas (17,1 nm, 19,3 nm, 19,5 nm u.c.), kā arī nepārtrauktu rentgenstarojuma spektru. Rentgenstaru emisija atbilst gan siltuma starojumam dažu miljonu kelvinu temperatūrā, gan arī no ierosinātiem atomiem elektronu-atomu sadursmēs. Saules koronas rentgenstarojums

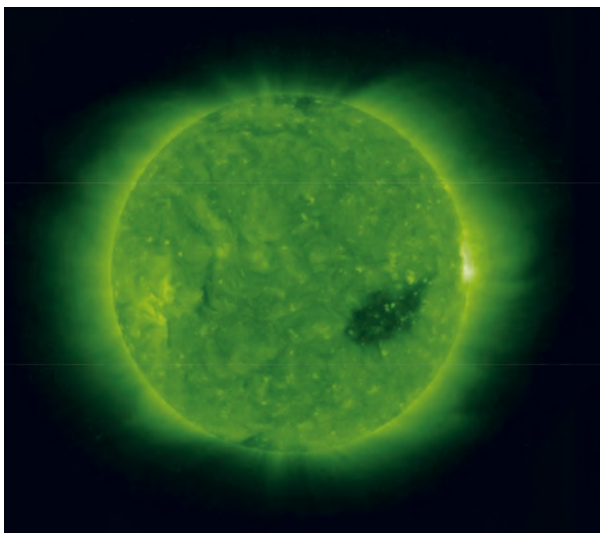


7. att. Saules koronas attēls uzņemts ar Japānas kosmiskās Saules observatorijas YOHKOH mīksto rentgenstaru teleskopu SXT (diapazons 0,25–4 keV). Spožākie dzeltenie plankumi atbilst koronas plazmas temperatūrai $\sim 3 \times 10^6$ K. [4]

mainās gan laikā, gan telpā atbilstoši Saules un Saules vēja aktivitātei.

Pēc rentgenstaru emisijas spektra var novērtēt koronas temperatūru. Saules koronas rentgenstaru attēls, uzņemts ar Japānas kosmiskās Saules observatorijas YOHKOH mīksto rentgenstaru teleskopu SXT, parādīts 7. att. Saules disks ar temperatūru 6000 K rentgenstarus neizstaro. Koronas rentgenstarojuma intensitāte ir proporcionāla attēla sarkanās un dzeltenās krāsas spilgtumam. Starojums ir ļoti nevienmērīgs, un spilgtākie dzeltenie plankumi atbilst koronas temperatūrai $\sim 3 \times 10^6$ K [4].

Koronas rentgenstaru attēls, uzņemts 2007. g. 27. maijā ar Saules pētījumu misijas observatoriju STEREO (*Solar Terrestrial Relations Observatory*), parādīts 8. att. [5]. Attēlā labi redzami tumšie plankumi (angl. *coronal holes* – koronas caurumi) ar izmēriem miljonus



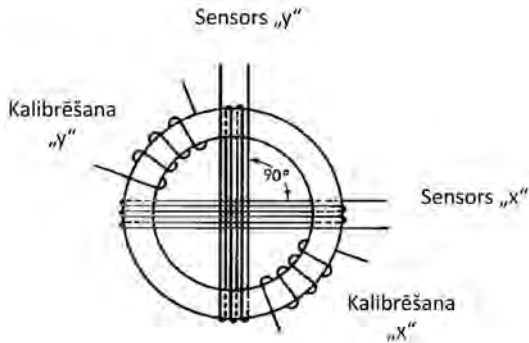
8. att. Saules koronas caurumi (angl. – *Coronal holes*) ir apgabali, kuros blīvums un temperatūra ir zemāka par apkārtni. Koronas caurumi ir dinamiski laikā un telpā un labi redzami rentgenspektrā kā melni plankumi. Rentgenstaru attēls uzņemts 2007. g. 27. maijā ar Saules pētījumu misijas observatoriju STEREO (*Solar Terrestrial Relations Observatory*). [5]

kilometru, kuros koronas starojuma intensitāte ir daudz zemāka sakarā ar koronas plazmas mazāku blīvumu un zemāku temperatūru. Šie tumšie caurumi nav stacionāri un mainās telpā un laikā līdz ar Saules izviridumiem un Saules vēju.

3. Koronas temperatūra un magnētiskais lauks

Viena no Saules koronas problēmām saistās ar koronas temperatūru, kuru var noteikt pēc emisijas spektriem. Jau 19. gs. pēc emisijas spektra bija noteikta Saules virsmas temperatūra 6000 K. Tā kā Saules vējš un Saules izviridumi nāk no Saules augšējiem slāņiem un virsmas, varēja gaidīt, ka Saules heliosfēras (fotosfēras, hromosfēras, koronas) temperatūra nepārsniegs 6000 K. Tomēr spektroskopija pierādīja pretējo: fotosfēras temperatūra ir ~ 4500 K, hromosfērā temperatūra pieaug līdz 30 000 K un koronas attālākos slāņos pieaug līdz 3×10^6 K (500 reizu lielāka par Saules virsmas temperatūru). Ilgus gadus temperatūras pieaugumu nevarēja izskaidrot. Saskaņā ar otro termodinamikas likumu enerģijas pārnese no ķermeņa ar zemāku temperatūru uz ķermeni ar augstāku temperatūru ar siltuma vadīšanu ir aizliegta. Radās jautājums, kādi netermiski procesi noveda pie Saules koronas augstās temperatūras.

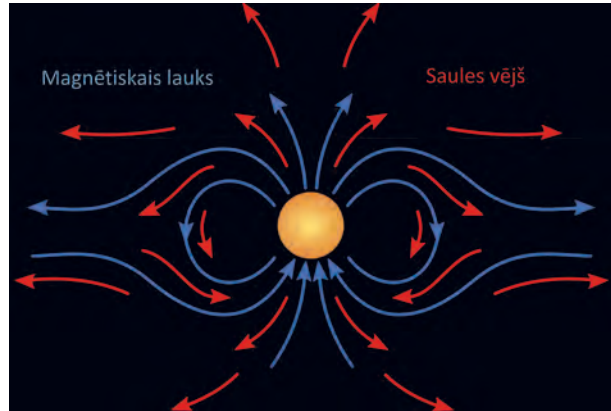
Atbilde slēpās Saules koronas magnētiskajā laukā. Informāciju par Saules sistēmas magnētisko lauku deva planetārā zonde *Voyager 1*, kas daudzus gadus veica magnētiskos mērījumus Saules heliosfērā (3. un 5. att.). Magnētiskā lauka mērījumiem kosmiskās zondēs izmanto indukcijas magnetometrus, kas nosaka magnētiskā lauka intensitāti un virzienu (9. att.) [6]. Zondes *Voyager 1* magnetometra jutība ir $\pm 0,05$ nT. Saules koronas vidēja magnētiskā lauka intensitāte ir robežās no 0,001 T (1 mT) līdz 0,01 T (10 mT), un tā ir ļoti nehomogēna (10. att.). Saules koronas nehomogenitāte redzama arī rentgena spektra attēlos (7. un 8. att.).



9. att. Indukcijas magnetometrs (angl. – *flag-gate magnetometer*) darbojas pēc Faradeja indukcijas likumiem un savas lielās jutības dēļ tiek izmantots planetārās zondēs. Magnetometrs sastāv no divām spolēm uz magnētiskā metāla tora: 1) kalibrēšanas spole; 2) sensora spole (divi pāri “x” un “y” lauka komponentēm). Kalibrēšanas spolēs tiek periodiski inducēts magnētiskais lauks ar pretēju virzienu (\mathbf{B} un $-\mathbf{B}$), kas sensora spolēs inducē pretēja virziena strāvu, un bez papildu magnētiskā lauka sensora kontūrā nav strāvas. Ja magnetometrs nokļūst magnētiskā laukā – planetārā vai koronas, sensora spolē tiek inducēta strāva proporcionāli magnētiskā lauka stiprumam. *Voyager 1* zondes indukcijas magnetometra jutība ir $\pm 0,05$ nT. [6]

Saules koronas plazmā novēroti arī magnētiski viļņi (tā saucamie Alfvēna viļņi, ZvD, 2014, Pavasaris, 8. lpp.), kas ar lielu ātrumu izplatās plazmā un sasilina koronu. Šādus viļņus ar ātrumu 20 km/s nesēn novēroja amerikāņu astronomi [7]. Šo viļņu enerģija ir pietiekama, lai sasildītu koronu līdz miljoniem kelvinu. Saules koronas augšējais slānis ar zemo daļiņu koncentrāciju ($0,001 \text{ cm}^{-3}$) ir vieglāk sasilīti nekā blīvo hromosfēru.

Līdzās Alfvēna viļņiem nesēn atklāts otrs process magnētiskā lauka enerģijas pārvēršanai siltumā. Šis process – magnētiskā lauka pārsaiste (angl. – *reconnection*), kas iespējama plazmā ar nehomogēnu magnētisko lauku. Vietās, kur sastopas magnētiskais lauks ar pretējiem virzieniem, inducējas elektriskās strāvas un izdalās siltuma enerģija, kas sasil-



10. att. Saules magnētiskais lauks ietekmē Saules vēja izraisītos procesus heliosfēras plazmā un izplatās līdz starpzvaigžņu videi. Magnētiskais lauks arī sasilina Saules koronu. [7, 8]

da plazmu. Alfvēna viļņi un magnētiskā lauka pārsaiste izskaidro Saules koronas augsto temperatūru.

4. Saules sistēma un kosmiskā apkārtnē

Saules sistēmas planētas tika tuvāk izpētītas, pateicoties planetārām zondēm, starp kurām *Voyager 1* bija īpaša loma². *Voyager 1* tika palaista 1977. gadā ar mērķi izpētīt Saules sistēmas planētas un koronu. Abruņota ar spektrāliem analizatoriem, magnetometriem un blīvuma sensoriem, *Voyager 1* šo uzdevumu izpildīja un atklāja gan milzu gāzu planētu³, gan Saules koronas noslēpumus. Tas ir izcils rezultāts⁴, kas būtiski bagātināja mūsu priekšstatus par Saules sistēmu un tās mijiedarbību ar kosmisko apkārtni (3. att.).

Ar šo lielsko rezultātu arī izbeidzās kosmisko aparātu iespējas. Tuvākie astronomis-

² Sk. Mūkins E. “Voyager”: ceļamērķi, trajektorijas, lidaparāti. – ZvD, 1979, Pavasaris (83), 33.-38. lpp.

³ Sk. Mūkina E. rakstus ZvD: “Voyager-1” pie Jupitera. – 1979, Rudens (85), 27.-32. lpp.; “Voyager-2” pie Saturna. – 1982, Pavasaris (95), 22.-31. lpp.

⁴ Sk. Mūkins E. “Voyager”: paveiktais un vēl iecerētais. – ZvD, 1985/86, Ziemā (110), 24.-31. lpp.

kie objekti – Orta mākonis (50 000–100 000 a.v. no Zemes) un zvaigznes *Centaura Alfa* un *Centaura Beta* (4,34 gg. = 274 466 a.v.) Centaura zvaigznājā jau pārsniedz planetāro zonžu iespējas (3. att.). Orta mākonis ir nosaukts holandieša astronoma Jana Orta (*Jan Hendrik Oort*, 1900-1992) vārdā, kas 1950. gadā novēroja šo mākoni un uzskatīja to par komētu veidošanās centru Saules sistēmā. J. Orta daudzus gadus pētīja Piena Ceļa galaktiku un atklāja tās rotāciju [9].

Zonde *Voyager 1* 2012. gada 25. augustā sasniedza Saules koronas robežu un iegāja starpzvaigžņu vidē, sniedzot unikālu informāciju par vides magnētisko lauku, atomu un elektronu koncentrāciju un enerģiju un daudz ko citu (5. att.). Pirmo reizi cilvēka radīts instrumentu komplekss sniedza ziņas par kosmisko telpu aiz Saules sistēmas robežām! Varbūt Zemes civilizācija ir vienīgā, kas to veica (uz šo jautājumu nav viennozīmīgas atbildes!). *Voyager 1* veica lielisku pētniecisku programmu Saules sistēmā, novērojot visas

milzu gāzu planētas (Saturns, Jupiters, Urāns, Neptūns) un Saules koronu līdz *Heliopause* (3. un 5. att.). Tas bija iespējams, pateicoties *Voyager 1* orbītas korekcijai, izmantojot Saules sistēmas planētu gravitācijas efektus [2]. *Voyager 1* ir apgādāta ar radioaktīvā plutonija termogeneratoru (sākotnējā jauda 470 W; Pu pussabrukšanas periods $T_{1/2} = 87,74$ gadi), kas nodrošina visas zinātniskās aparātūras un divu datoru darbību, kā arī dzinēju darbību orbītas korekcijai. 2017. gada janvārī *Voyager 1* būs 138 a.v. (20,64 mljrd. km) no Zemes, ātrums ~61 000 km/h, un attālināsies Čūskeša zvaigznāja virzienā (tuvākās Bārnarda zvaigznes attālums 5,6 gg.). Sasniegt šīs zvaigznes pagaidām ir ārpus mūsu tehniskām iespējām⁵! *Voyager 1* zinātniskā programma paredzēta līdz 2025. gadam, kad *Voyager 1* atradīsies 166,4 a.v. (24,9 mljrd. km) attālumā no Zemes.

⁵ Sk. *Misas R.* rakstu *Solis* tuvāk zvaigznēm šā laidiena 19.-23. lpp.

Papildliteratūra

- [1] *Swings P.* The Spectra of Wolf-Rayet Stars and Related Objects. – *ApJ*, **95** (1942), 112-133.
- [2] A Big Surprise from the Edge of the Solar System. – *Science@NASA*, Headline Nov 2012.
- [3] *Mewe R.* X-ray spectroscopy of stellar coronae. – *Astronomy and Astrophysics Rev.*, **3** (1991), 127-168.
- [4] *Benevolenskaya Elena E.* New results of solar activity and magnetic field on the sun (Review). – *Proceed. of the 7th Internat. Conference "Problems of Geocosmos"*, St. Petersburg, Russia, 26-30 May 2008, 34-41.
- [5] *Jiang Y. et al.* H_α Dimming Associated with the Eruption of a Coronal Sigmoid in the Quiet Sun. – *Solar Physics*, **240** (2007), 77-87.
- [6] *Behannon K.W. et al.* Magnetic field experiment for Voyagers 1 and 2. – *Space Sci. Rev.*, **21** (1977), 235-257.
- [7] *McIntosh Scott W. et al.* Alfvénic waves with sufficient energy to power the quiet solar corona and fast solar wind. – *Nature*, **475** (2011), 477-480.
- [8] *Gurnett D.A. et al.* In Situ Observations of Interstellar Plasma with Voyager 1. – *Science*, **341** (2013), 1489-1492.
- [9] *Van de Hulst H.C.* Jan Hendrik Oort. – *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, **40** (1994), 320-326. 🐼

Pateicība. Zvaigžņotā *Debess* šogad iznāca ar Latvijas Universitātes finansiālu atbalstu, pateicoties rakstu autoru nesavīgajam darbam un ZvD lasītāju interesei.
Paldies visiem atbalsfītājiem!

Redakcijas kolēģija

IRENA PUNDURE

GAIA IEGUVUSI MILJARDZVAIGŽŅU 3D KARTI

Pirmais katalogs ar vairāk nekā miljardu zvaigžņu datiem no ESA's pavadoņa *Gaia* tika publicēts 14. septembrī – līdz šim lielākais visas debess objektu apskats. Savā ceļā vācot detaļas visu laiku precīzākajai Piena Ceļa trīsdimensionālajai kartei, *Gaia* noteikusi 1142 miljonu zvaigžņu atrašanās vietas debesis un to spožumu.

Kosmiskā observatorija *Gaia* (sk. vāku 2. lpp.) ir astrometrijas avangardā, zīmējot karti ar precizitāti, kādas nekad iepriekš vēl nav bijis. Šis ziņojums dod pirmo iespaidu par gaidāmajiem ārkārtējiem datiem un radikāli pārveidos izpratni par zvaigžņu izplatību un kustību mūsu Galaktikā. Palaista pirms 1000 dienām, *Gaia* sāka savu prasmīgo darbu 2014. g. jūlijā. Pirmā kataloga pamatā ir pirmajos 14 debess skenēšanas mēnešos, līdz 2015. g. septembrim savāktie dati. Tas rāda *Gaia* izmērīto zvaigžņu blīvumu viscaur pa visu debesi un apliecina, ka tā savākusi pirmšķirīgas ziņas sava pirmā darbības gada laikā.

Astrometriskā observatorija darbojas labi, un ir uzskatāmi parādīts, ka ir iespējams vadīt miljarda zvaigžņu analīzi. Kaut arī pašreizējie dati ir iepriekšējie, zinātnieki vēlas sagatavot tos pēc iespējas ātrāk pieejamus astronomu sabiedrībai izmantošanai.

Neapstrādātās izejinformācijas pārveidošana derīgās un uzticamās zvaigžņu pozīcijās precizitātes līmenī nekad nav iespējama pirms ārkārtīgi sarežģīta procesa, kas uzticēts ap 450 Paneiropas zinātnieku un programmatūras inženieru – *Gaia* Datu apstrādes un analīzes konsorcijam *DPAC* (*Data Processing and Analysis Consortium*). 14. septembra pa-

ziņojums ir pagājušā gadu desmita ļoti rūpīga kopīga darba rezultāts.

Turklāt pilna sastāva miljarda zvaigžņu katalogu sagatavojot, zinātnieki salīdzināja detaļas aptuveni diviem miljoniem zvaigžņu, kas iekļautas gan *Gaia*'s pirmā gada, gan agrākos *Hipparcos* un *Tycho-2* katalogos, kas iegūti no ESA's *Hipparcos*¹ misijas, kartējot debesi pirms vairāk nekā diviem gadu desmitiem. Apvienojot *Gaia*'s datus ar informāciju no šiem mazāk precīzajiem katalogiem, bija iespējams sākt atšķetināt paralaksu un īpatnējo kustību efektus pat tikai no *Gaia*'s novērojumu pirmā gada. Paralakse² ir maza kustība zvaigznes šķietamajā stāvoklī, kam par iemeslu ir Zemes gada rotācija ap Sauli, un atkarīga no zvaigznes attāluma no mums, kamēr īpatnējā kustība ir sakarā ar zvaigžņu fizisko pārvietošanos caur Galaktiku (sk. 2. att.).

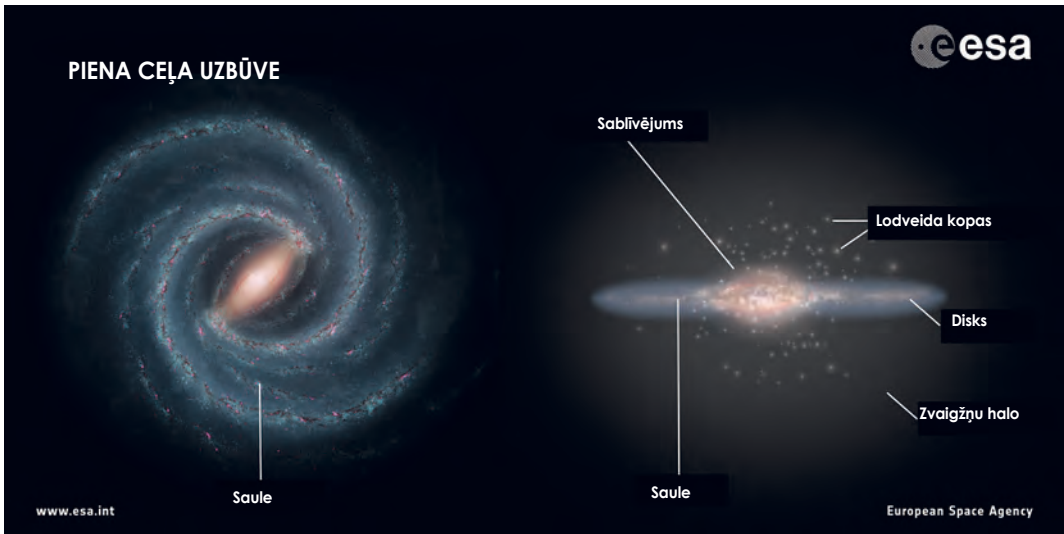
Šādā veidā apvienotajā *Tycho-Gaia* Astrometriskajā atrisinājumā *TGAS* (*Tycho-Gaia Astrometric Solution*) zinātnieki ir spējīgi novērtēt divu miljonu zvaigžņu attālumus un kustību izplatījumā.

Šis jaunais katalogs ir divreiz precīzāks, un tajā iekļauts gandrīz 20 reizu vairāk zvaigžņu nekā iepriekšējā astrometrisko izziņu krājumā – *Hipparcos* katalogā.

Daļa no *DPAC* zinātnieku darba publiskotajā katalogā ir vaļējo zvaigžņu kopu – relatīvi

¹ Sk. Alksnis A. *HIPPARCOS* misija ir izpildīta. – *ZvD*, 1994, Vasara (144), 19.-22. lpp.

² Sk. Pundure I. Kas ir astronomiskā vienība, parseks, gaismas gads? – *ZvD*, 1997, Rudens (157), 87. lpp.



2. att. Mākslinieka ieskats par mūsu Piena Ceļa galaktiku, aptuveni 13 mljrd. gadu vecu šķērsotu spirālveida galaktiku, kas ir mājvieta dažiem simtiem miljardu zvaigžņu.

Pa kreisi skats no augšas rāda Galaktikas ar izkļiedētu gāzu un kosmisko putekļu maisījumu piebārstīta diska spirālstruktūru, kur ir izvietojies zvaigžņu vairākums. Disku novērtē ap 100 000 gaismas gadu šķērsām, un Saule atrodas apmēram pusceļā starp tā centru un perifēriju.

Pa labi skats no sāniem atklāj diska saplacināto formu. Novērojumi norāda uz fundamentu: plānu, kādu 700 gaismas gadu augstu disku, iedarinātu biezā diskā, ap 3000 gaismas gadu augstā un apdzīvotā ar vecākām zvaigznēm. Sānskats arī rāda Galaktikas centrālo sablīvējumu, kur sakopotas ap 10 mljrd. zvaigžņu, lielākoties vecas un sarkanas. Galaktiskais sablīvējums, arī redzamais skatā no augšas *pa kreisi*, ir kopumā izstieptas formas, kas atgādina zemesrieksta formas stieni ar pusgarumu ap 10 000 gaismas gadu, veidojot Piena Ceļu kā šķērsotu spirālgalaktiku.

Ārpus diska un sablīvējuma ir apmēram sfēriskas uzbūves zvaigžņu apdārzs (halo) ar rādiusu ap 100 000 gaismas gadu, kas satur atsevišķas zvaigznes, kā arī daudzas lodveida kopas – lielas dažu pašu vecāko zvaigžņu blīvas konglomerācijas Galaktikā. Lielākā mērogā Piena Ceļš ir iespiests pat vēl lielākā neredzamās tumšās matērijas halo.

© *Pa kreisi*: NASA/JPL-Caltech; *pa labi*: ESA; makets: ESA/ATG medialab

jaunu kopā dzimušu zvaigžņu grupu pētījumi, kas skaidri parāda jauno datu sniegtos uzlabojumus. Ar *Gaia*'s pirmajiem datiem tagad ir iespējams izmērīt zvaigžņu attālumus un kustības apmēram 400 kopām līdz pat 4800 gaismas gadu tālu. Tuvākajām 14 vaļējām kopām jaunie dati atklāj daudzas zvaigznes pārsteidzoši tālu no dzimtās kopas centra – iespējamu bēgšanu, lai apdzīvotu citus Galaktikas apgabalus.

Daudzas *Gaia* ieraudzītās maiņzvaigznes ir Lielajā Magelāna Mākonī (*sk. 3. att.*) – vienā no mūsu galaktiskajām kaimiņienēm, apgalbā, kas tika atkārtoti skenēts novērojumā

pirmā mēneša laikā, precīzi mērot zvaigžņu mainīgo spožumu.

Šis pirmo datu paziņojums rāda, ka *Gaia*'s misija tiecas uz maksimālo mērķi: viena miljarda zvaigžņu – ap 1% no Piena Ceļa zvaigžņu sastāva – pozīcijas, attāluma un kustības kartēšanu trīs dimensijās ar bezprecedenta precizitāti.

Paziņojumā ietvertu datu un to legalizēšanas gaitu aprakstošie 15 zinātniski ziņojumi nāks klajā speciālā *Astronomy & Astrophysics* izdevumā *Gaia Data Release 1*.

Konsorcijs locekļi ir no 20 Eiropas valstīm (Apvienotā Karaliste, Austrija, Beļģija, Čehija,

JĀNIS JAUNBERGS

TITĀNA DARVAS EZERI

Dzīvībai raksturīgo organisko vielu pastāvēšana mūsdienu Zemes atmosfērā ir zināmā mērā pret dabiska – tām ir tendence diezgan ātri reaģēt ar skābekli, ūdeni un sadalīties gaismas iedarbībā, veidojot oglekļa dioksīdu, ūdeni un slāpekli. Dzīvā daba ir termodinamiski nestabila, un tās eksistenci uztur vienīgi nemiļīgu enerģijas plūsmu darbināti izsmalcināti fermenti.

Tajā laikā un vietā, kur radās dzīvība, acīmredzot bija citādi. Atmosfērā vēl nebija skābekļa, un nebija arī fotosintēzes fermentu.



Titāna atmosfēras dūmaka sākas jau vairāku simtu kilometru augstumā, kur darvas daļiņas ir mazākas par mikronu. Pakāpeniski nosēžoties, tās aug un iegūst vizuāli novērojamu dzeltenbrūnu krāsu.

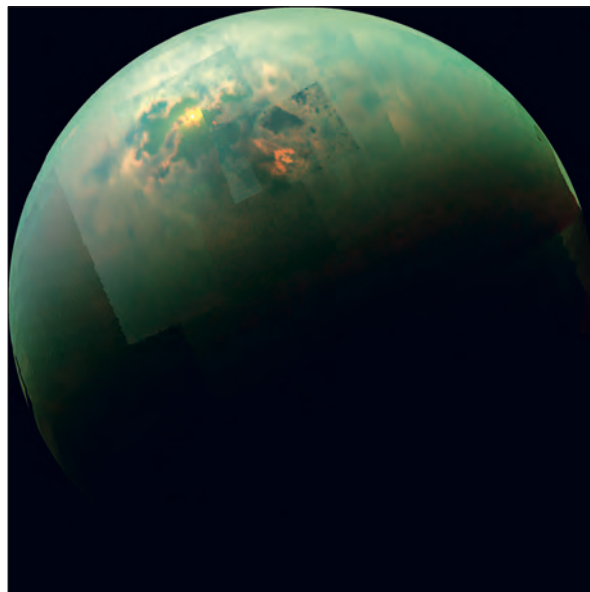
Cassini/JPL/NASA foto

Pirmajām šūnām pieejamais organisko vielu "sākuma komplekts" bija radies nedzīvās dabas procesos no kosmosā izplafītām vielām – ūdens, metāna, amonjaka vai slāpekļa. Šāda ķīmiskā jeb prebiotiskā (pirms-dzīvības) evolūcija varēja notikt gan starpzvaigžņu vidē, gan protoplanetārajos diskos ap zvaigznēm laikā, kad dzima planētas. Sarežģītu vielu veidošanās notika arī komētu, asteroīdu un protoplanētu sadursmēs, par ko liecina oglekļa meteorītu ķīmiskās analīzes. Šie procesi Saules sistēmā turpinās joprojām un izpaužas krāsās – gan Jupitera brūngani dzeltenīgajos, gan Tritona un Plutona rozā, gan tālo Jupitera saimes asteroīdu un kentauru sarkanbrūnajos toņos. (Sk. vāku 4. lpp.)

Tomēr ir viens planetāra mēroga debess ķermenis, kura ķīmiskā sarežģītība fascinē zinātniekus jau četrdesmit gadus, un jautājumu joprojām ir vairāk nekā atbilžu. Ka Saturna lielākajam pavadonim Titānam ir atmosfēra, bija zināms jau pirms kosmisko lidojumu ēras sākuma, taču šīs atmosfēras īpašības un galvenās sastāvdaļas tika noskaidrotas tikai 1980. gadā, kad Titānu 6400 km augstumā pārlidoja Voyager 1 zonde. Līdzīgi kā Zemes atmosfēra, arī Titāna atmosfēra pamatā sastāv no slāpekļa (N_2), taču nesatur skābekli. Tā ir reducējoša, taču ne tādā mērā kā milzu planētu ūdeņraža atmosfēras – Titāns savas vājās gravitācijas dēļ nespēj ilgi noturēt vieglās ūdeņraža molekulas, kuras aizplūst kosmosā. Vieglākā gāze, kuru Titāns spēj noturēt, ir metāns (CH_4), kura saturs atkarībā no augstuma virs Titāna virsmas ir 1.4...4.9% pēc tilpuma. Ūdens un pat amonjaks Titāna kri-

ģēnajos apstākļos ir sasaluši un atmosfērā necirkulē. Pārējās atmosfēras sastāvdaļas ir cēlgāzes, niecīgs daudzums tvana gāzes (CO) un mazas organisko vielu molekulas, piemēram, etāns, etēns un efīns, kuras rodas tālāk apskatītajos ķīmiskās evolūcijas procesos.

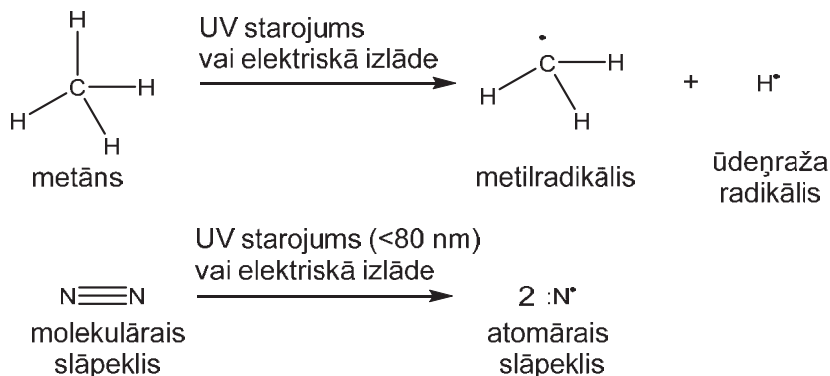
Slāpekļa un metāna atmosfēra ir termodinamiski stabila un varētu saglabāties bezgalīgi ilgi. Pat ņemot vērā ūdens un amonjaka ledus klātbūtni, nekādas patvaļīgas reakcijas šīm vielām nav izdevīgas, jo tās prasītu enerģijas patēriņu. Visi Titāna ķīmiskās evolūcijas modeļi tālād balstās uz dabiskiem enerģijas avotiem – bolidu plazmas karstumu, Saturna magnetosfēras lādēto daļiņu kinētisko enerģiju, Galaktikas kosmiskajiem stariem un, jo sevišķi, Saules īsviļņu elektromagnētisko starojumu. Katrs no šiem faktoriem iedarbojas citādi un atstāj pēdas noteiktā atmosfēras slānī. Tie visi spēj sadalīt metānu, taču slāpekļa molekulu trīskāršās saites sašķelt ir grūtāk. Tieši slāpekļa saistīšanās organiskajos savienojumos ir atslēga prebiotiskās evolūcijas izpratnei, jo visas dzīvībai nepieciešamās aminoskābes un nukleozīdi satur slāpekļa atomus. Vairumā laboratorijas eksperimentu, kuros modelē Titāna atmosfēras ķīmiju, slāpekļa iesaistīšanos reakcijās panāk ar radiofrekvences plazmas vai koronas izlādes palīdzību, kā arī sinhrotronos iegūtu ultravioleto starojumu, kura viļņa garums ir īsāks par 80 nm. Primārie Titāna atmosfēras gāzu reakciju produkti tālād iedalās no



Saules infrasarkanā starojuma atspīdumi no Titāna ziemeļu polārajiem ezeriem.

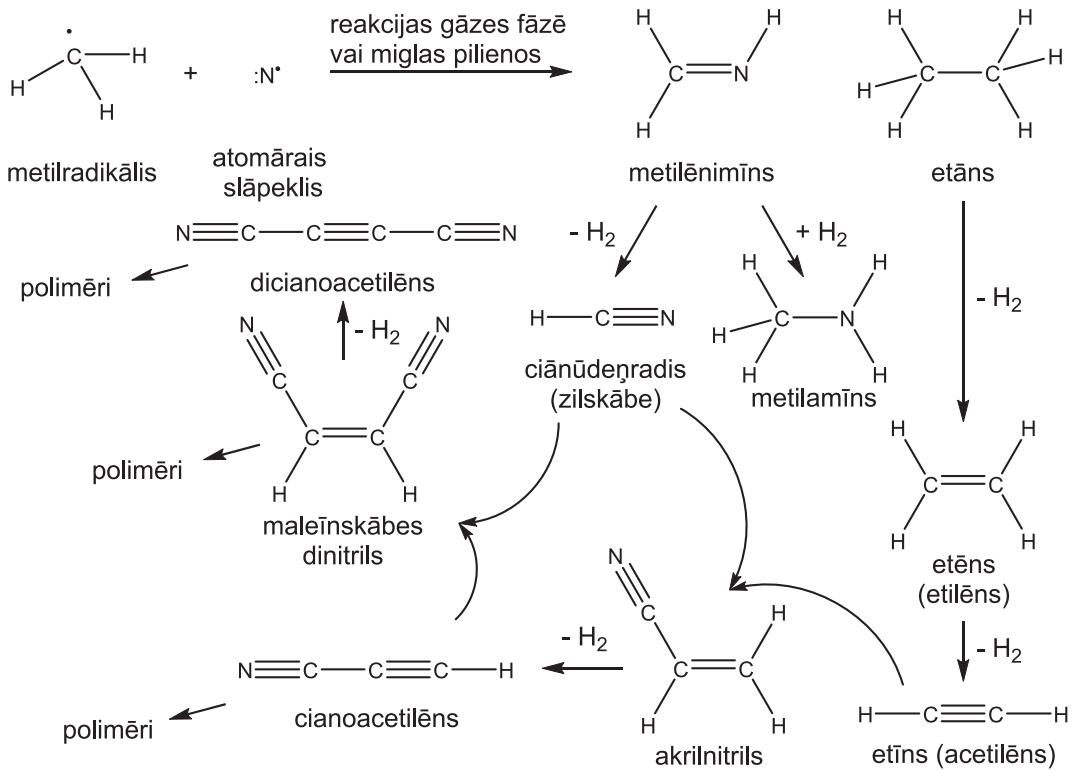
Cassini/JPL/NASA fotomontāža

metāna atvasinātajos, tādos kā etāns, etēns un efīns, kā arī eksotiskākos atomārā slāpekļa reakciju produktos, no kuriem svarīgākie ir metānimīns un ciānūdeņradis. Abu šo kategoriju produkti ir novēroti Titāna atmosfērā ar *Voyager* un *Cassini* infrasarkanajiem spektrometriem, bet slāpekļa un oglekļa proporcija Titāna sarežģītajos, darvai līdzīgos savienojumos joprojām paliek galvenais nezināmais Titāna ķīmisko evolūciju raksturojošais lielums.



Primārās ķīmiskās reakcijas Titāna atmosfērā.

Autora zīmējums

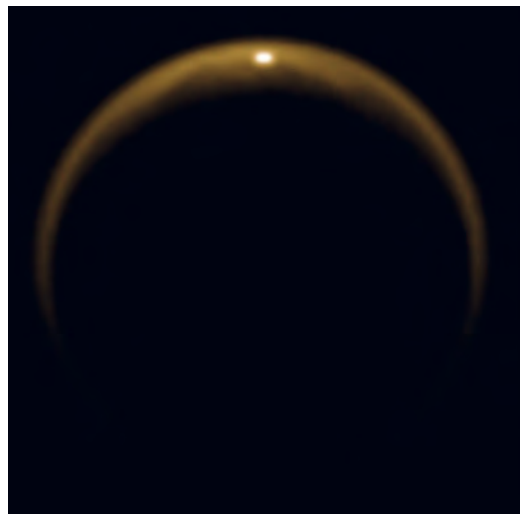


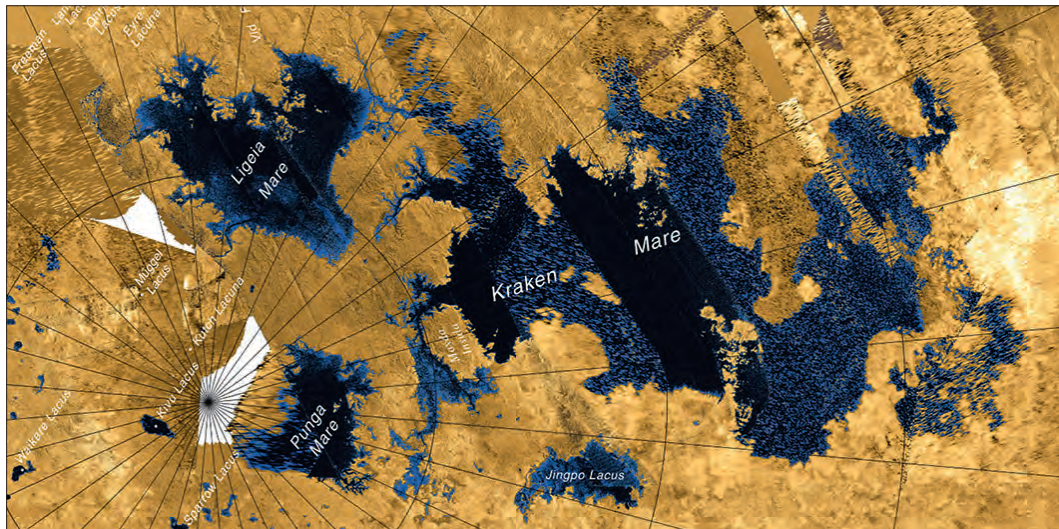
Metilradikāļu un atomārā slāpekļa reakciju galvenie starpprodukti, kurus *Cassini* pavadoņš ir spektroskopiski konstatējis Tītāna atmosfēras dūmakā. Autora zīmējums

Daudzie Zemes laboratorijās veiktie Tītāna ķīmijas modelēšanas eksperimenti ir devuši visdažādākos Tītāna darvai līdzīgu materiālu jeb toļīnu (no sengrieķu valodas θολός – brūna tinte) paraugus. Lai arī kaut kur Visumā droši vien ir kādas pasaules, kas atbilst katram no tiem, šie eksperimenti pagaidām tikai palīdz uzdot precīzākus jautājumus, uz kuriem būs jāatbild turpmākajām izpētes misijām. Kad 2005. gada janvārī *Cassini* pavadoņa nomestā *Huygens* zonde nolaidās uz cietas,

Infrasarkanais atspīdums no 20 tūkstošus kvadrātkilometru plašā Jīngpo ezera Tītāna ziemeļpola tuvumā.

Cassini/JPL/NASA foto





Titāna Ziemeļu puslodes ezeri.

Cassini/JPL/NASA radara attēls

acīmredzot ūdens ledus virsmas, tās atmosfēras analizators tikai konstatēja no virsmas iztvaikojušo metānu, bet nebija paredzēts cietu paraugu ņemšanai. Turklāt cietā virsma izskatījās metāna lietus noskalota, tāpēc sarežģītās organiskās vielas vajadzētu meklēt tur, uz kuriem aiztek šīs metāna straumes.

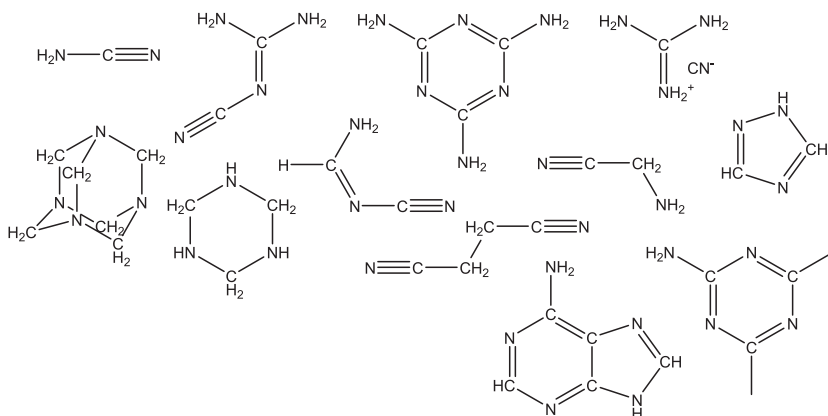
Šķidr metāns sasilst pie 91 grāda pēc Kelvina (K) un Titāna atmosfēras spiedienā ($1,5 \text{ kgf/cm}^2$) vārās pie 118 K. Lai arī Saules siltuma uz Titāna ir maz, tā parastie ekvatoriālie laika apstākļi ir par dažiem grādiem siltāki nekā polārajos rajonos, tāpēc metāna lietusgāzes vairāk atgadās tieši polu tuvumā, izmazgājot no atmosfēras darvas dūmaku un tādējādi dzidrinojot Titāna gaisa telpu zemāk par 30 km augstumu. Ziemas sezonā, kas ilgst daudzus Zemes gadus, polārajos rajonos sakrājas metāna ezeri, no kuriem ievērojamākie Ziemeļu puslodē ir *Kraken Mare*, *Ligeia Mare* un *Punga Mare*, bet Dienvidu puslodē – *Ontario Lacus*, *Crveno Lacus* un *Veliko Lacuna*. Mainoties gadalaikiem, polārie ezeri sāk iztvaikot, par slāpekli vieglākajai metāna gāzei paceļoties Titāna atmosfērā un radot jaunas lietusgāzes virs pretējā pola. Metāna destilācija no viena Titāna pola uz otru polu atkārtojas divreiz gadā jeb ik pēc 15 Zemes gadiem,

katru reizi atstājot izžuvušas ezeru gultnes ar darvai līdzīgiem nosēdumiem.

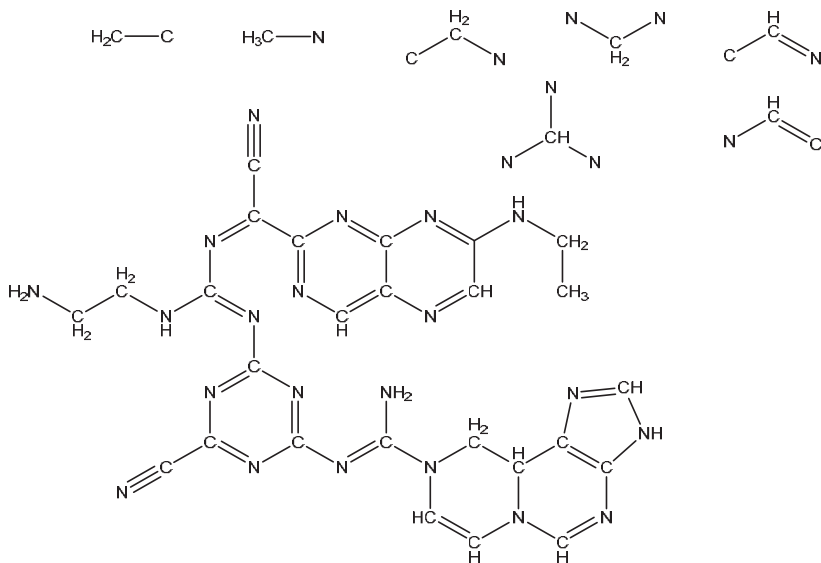
Nav iedomājams, ka Titāna darvas un metāna ezeros varētu pastāvēt dzīvība, jo metāns ir vājš šķīdinātājs, kurš nespēj izšķīdināt oksidēšanās-reducēšanās reakcijām nepieciešamos dzelzs vai citu pārejas metālu savienojumus. Kosmiskā darva uz Titāna var pastāvēt miljardiem gadu, pakāpeniski polimerizējoties par kaut ko līdzīgu akmeņogļēm. Tomēr reizēm atgadās katastrofas, kas var dot impulsu daudzveidīgākai ķīmijai. Titāna ledus garozas modelēšana liek domāt, ka pēc liela komētas kodola trieciena tur izveidotos karsta ūdens ezers, kas drīz pārklātos ar ledu, taču pilnībā sasaltu tikai simt gadu līdz desmit tūkstošu gadu laikā. Šķidra ūdens-amonjaka magma uz Titāna virsmas var izplūst arī no kriovulkāniem, piemēram, garozas pakāpeniskās sasalšanas dēļ paaugstinoties spiedienam mantijā. Nav izslēgts, ka Titāna pastāvēšanas agrīnajā periodā tur darbojās arī plašāka mēroga tektoniskie procesi, kas veicināja kosmiskās darvas saskari ar šķidru ūdeni un amonjaku. No laboratorijas eksperimentiem ir zināms, ka Titāna darvai līdzīgi polimēri, kas satur vienīgi oglekli, slāpekli un ūdeņradi, samērā viegli

reagē ar ūdeni (hidrolizējas). No tādām funkcionālajām grupām kā nitrili un imīni rodas attiecīgi karbonskābes, ketoni un aldehīdi, kā arī dažādi amīni – dzīvībai “draudzīgas” molekulas, kuras laboratorijā var kalpot par vienīgo oglekļa un slāpekļa avotu reāliem mikrobiem. Starp Titāna darvas analogu hidrolīzes produktiem ir konstatētas 15 dažādas aminoskābes (visvairāk – glicīns, asparagīns

un glutamīns), kā arī visas piecas nukleīnskābju sintēzei nepieciešamās nukleobāzes – adenīns, guanīns, citozīns, timīns un uracils. Līdz ar šīm vielām iegūtajos maisījumos ir arī tūkstošiem citu, kuras mūsdienu dzīvībai nav vajadzīgas, taču varētu būt bijušas klāt agrāku, mazāk sekmīgu dzīvības versiju tapšanā vai arī kalpo par molekulāro pamatu dzīvībai kādā svešā vidē.



Laboratorijā iegūtos Titāna darvas analogos konstatētās šķīstošās vielas (šādas darvas pamatā satur nešķīstošus polimērus). *Autora zīmējums pēc avota – He, C.; Smith, M. A. Icarus, 243 (2014), 31.*



Laboratorijā iegūtos Titāna darvas analogos konstatētie polimēru struktūras motīvi un hipotētisks polimēra molekulas piemērs. *Autora zīmējums pēc avota – He, C.; Smith, M. A. Icarus, 243 (2014), 31.*

Rēķinot, cik ultravioletā starojuma, Saturna magnetosfēras lādēto daļiņu un Galaktikas kosmisko staru Titāns ir saņēmis savas pastāvēšanas 4,5 miljardos gadu, varētu domāt, ka darvas slānim uz Titāna virsmas vajadzētu būt pat kilometru biezam, bet atmosfēra būtu dzidra, zila kā Plutonam un brīva no metāna. Pat ja pieņemam, ka mums ir palaimējies Titānu ieraudzīt brīdī, kad tā atmosfēras metāna resursi fotoķīmisko reakciju dēļ tuvojas izzušanai, nav saprotams, kur ir ķīmisko reakciju produkti no iepriekšējiem gadu miljardiem. Varbūt tie ir apraksti kriovulkānu vai tektonisko procesu darbības rezultātā, izrādījušies bīvēki par ledu un iesūkušies plaisās? Ja šīs organiskās vielas nokļūtu Titāna dziļēs, tās varētu hidrolizēties un nodrošināt ar dzīvībai noderīgām vielām visu Titāna mantiju. Metanogēnas baktērijas varētu patērēt šīs barības vielas un Titāna mantijas amonjaku, izdalot metānu un slāpekli, tādējādi gādā-

dot, ka Titāna atmosfēras metāna rezerves nekad netiek izsmeltas. Vienīgā viela, kuru Titāns neatgriezeniski zaudē, ir ūdeņradis, kura sākotnējais avots ir mantijas pirmatnējais amonjaks, bet blakusprodukts – slāpeklis, kas nodrošina biezas atmosfēras ilgstošu pastāvēšanu par spīti magnētiskā lauka aizsardzības trūkumam un ar to saistītajai nemiņīgajai atmosfēras augšējo slāņu erozijai.

Pēc vēl sešiem miljardiem gadu, kad Saules starjanda būs pieaugusi simtkārtīgi, Titāns būs okeāna pasaule orbītā ap lielu gāzu planētu bez gredzeniem. Tie divsimt miljoni gadu, ko Saule pavadīs kā sarkanais milzis, varētu būt pietiekams laiks sarežģītu dzīvības formu evolūcijai ārējā Saules sistēmā, jo sevišķi uz Titāna. Šā procesa iznākums, protams, nav paredzams, taču viens ir skaidrs – barības vielu tām netrūks, jo prebiotiskā evolūcija uz Titāna ir bijusi ražīgāka un ilgāka nekā jebkur citur Saules sistēmā.

Saites:

- Saturna mākslīgā pavadoņa Cassini Interneta lapa: <https://saturn.jpl.nasa.gov/>
- par Titānu NASA populārzinātniskajā Astrobioloģijas žurnālā: <http://www.astrobio.net/topic/solar-system/saturn/titan/>
- Robotzondes projekts Titāna ezeru izpētei: https://en.wikipedia.org/wiki/Titan_Mare_Explorer

Avoti:

- Cable, M.L.; Hörst, S.M.; Hodyss, R.; Beauchamp, P.M.; Smith, M. A.; Willis, P. A. Titan Tholins: Simulating Titan Organic Chemistry in the Cassini-Huygens Era. – *Chemical Reviews*, **2012**, 112, 1882.
- He, C.; Smith, M.A. A comprehensive NMR structural study of Titan aerosol analogs: Implications for Titan's atmospheric chemistry. – *Icarus*, **2014**, 243, 31.
- Morisson, M.; Szopa, C.; Carrasco, N.; Buch, A.; Gautier, T. Titan's organic aerosols: Molecular composition and structure of laboratory analogues inferred from pyrolysis gas chromatography mass spectrometry analysis. – *Icarus*, **2016**, 277, 442. 🐼

ŠOZIEM ATCERAMIES 🦋 ŠOZIEM ATCERAMIES 🦋 ŠOZIEM ATCERAMIES 🦋 ŠOZIEM ATCERAMIES

Pirms **100 gadiem – 1916. g. 23. decembrī** Daugulju pag. dzimis **Valfrīds Osvalds**, latviešu izcelsmes amerikāņu astronoms, Makkormika (*McCormick*) observatorijas līdzstrādnieks (1951) un Virdžīnijas universitātes mācībspēks (1957), profesors (1961). Zinātniskais darbs saistīts ar astrometriju, galvenokārt ar zvaigžņu īpatnējo kustību un paralakšu noteikšanu. Bijis Latviešu akadēmisko mācībspēku un zinātnieku apvienības prezidents (1976-1982). Miris 1982. g. 26. februārī Virdžīnijā (ASV).

I.D.

SOLIS TUVĀK ZVAIGZNĒM

Virsrakstā minēto mēs gandrīz vienmēr lietojam tēlaini, lai aprakstītu ko tādu, kas izceļas uz ikdienišķā fona, jo patiesībā jau mēs zvaigznēm diez ko tuvāk vai no tām tālāk netiekam, pat esot Zemes orbītā. Bet šoreiz virsraksts domāts burtiski.



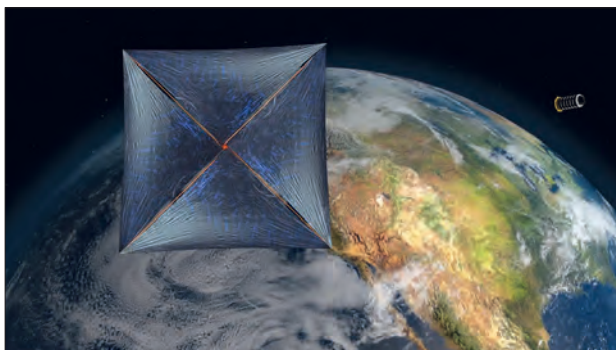
Jurij Milners (*Yuri Milner*) vadīja preses konferenci, lai pasludinātu *Breakthrough Starshot*, jaunu kosmosa izpētes sākumu.

Pateicoties krievu uzņēmēja Jurija Milnera (*Юрий Мильнер*) dibinātajai *Breakthrough Initiatives* (nozīmīgu atklājumu iniciatīvas) programmai, kuras ietvaros tiek finansēts arī *Breakthrough Starshot* (zvaigžņu šāviņa) projekts, ir sākti pētījumi ar mērķi vienas paauzdes laikā nosūtīt uz Centaura Alfu starpzvaigžņu zondi ar nosaukumu *StarChip* (zvaigžņu šķemba).

Te gan uzreiz jāpiebilst: lai to paveiktu, ir jāpārvar virkne, var pat teikt – fundamentālu, tehnisku problēmu. Bet par visu pēc kārtas.

StarChip

StarChip šobrīd eksistē tikai idejas līmenī, un tā iespējamā konfigurācija ir tikai aptuvena. *StarChip* nebūs lielāks par pastmarku un



StarChip gaismas bura un palaišanas satelīts fonā.

kopā ar gaismas buru svērs vien apmēram vienu gramu. Ir zināms, ka zondes *kruīza* ātrums paredzēts starp 20% un 15% gaismas ātruma. Tātad, lai nokļūtu līdz 4,37 gaismas gadu attāļajai Centaura sistēmai, ceļā nāksies pavadīt 20 līdz 30 gadu. Skaidrs, ka ziņa par veiksmīgu ierašanos Zemi sasniegs vēl apmēram pēc četriem gadiem. Sākotnējo ātrumu *StarChip* plānots piešķirt ar lāzериem no Zemes, staru uztveršanai izmantojot 4×4 m lielu gaismas buru ar īpaši augstu atstarošanas koeficientu (sk. *vāku 1. lpp.*). Plānoto ātrumu *StarChip* sasniegt apmēram 10 minūtes un dotos savā tālajā ceļā jau savā *kruīza* ātrumā. Jau pēc 3 diennaktīm tiktu šķērsota Plutona orbīta.

Ir arī zināms, kādi komponenti, lai šai misijai būtu kāda jēga un tā varētu notikt, *StarChip* būs gandrīz droši. Četras kameras ar vismaz 2 megapikseļu sensoru nodrošinās bilžu uzņemšanu, aprēķinus veiks četri procesori. Manevrēšanai plānots izmantot četrus fotonu dzinējus ar 1 W diodei līdzīgu jaudas līmeni. Elektroenerģiju nodrošinātu 150 mg smaga kodolbaterija-generators, kas izmantos Plutonija 238 vai Amerīcija 241 sabrukšanas kodoltermisko enerģiju. Attēlu uzņemšanai galvenās, koncentrējošās lēcas funkciju pildīs jau minētā gaismas bura. Tā kalpos arī kā reflektors brīdī, kad aktuāla kļūs informācijas nosūtīšana ar lāzera staru mājup, uz Zemi.

Projekta pasludināšana

Breakthrough Starshot pasludināšanas pasākums notika **12.apr.2016.** – Jurija Gagarina pirmā kosmiskā lidojuma 55. gadadienā – jaunajā Ņujorkas Pasaules tirdzniecības centrā, tā pašā augšā. Un projektam ir arī sava valde, kurai prominences netrūkst. To veido Stīvens Hokings (fizīķis, kosmologs), Jurijs Milners un Marks Cukerbergs (Facebook dibinātājs).

Hokings savas uzrunas laikā ar ironiju teica: “Daba mūs tur pie zemes. Bet es tikko atlidoju uz Ameriku. Daba liedz man runāšanu. [Pauze.] Bet šeit es esmu.” Un uzsvēra, ka šobrīd lielākais izaicinājums izpētē ir tukšums



Astrofizīķis Stīvens Hokings (*Stephen Hawking*) arī piedalījās preses konferences vadīšanā, kas pasludināja jauna kosmosa izpētes projekta *Breakthrough Starshot* sākumu.

starp mums un zvaigznēm, bet nu ir pienācis laiks, kad mēs ar savu prātu un savām mašīnām šo tukšumu varam pārvarēt.

Arī pasludināšanas komisijā bija patiesi zvaigžņu komanda – fizīķis Frīmens Daisons, Anna Drajna, seriāla *COSMOS* pamatlīdzēja, astronoms Avi Loeb, astronaute Mae Džemisonē un bijušais NASA pētnieks Pīters Vordens, kas šobrīd ir *Breakthrough Starshot* projekta vadītājs.

Projekta sākšanai Milners atvēlēja 100 miljonus ASV dolāru un uzsvēra, ka esošās tehnoloģijas neder, lai dotos uz zvaigznēm, jo pašreizējie kosmisko zonžu komponenti ir pārāk



Pasludināšanas komisija (*no kreisās*): uzņēmējam Jurijam Milneram un fizīķim kosmologam Stīvenam Hokingam bija pievienojušies fizīķis Frīmens Daisons (*Freeman Dyson*), seriāla *COSMOS* pamatlīdzēja Anna Drajna (*Ann Druyan*), astronoms Avi Loebis (*Avi Loeb*), astronaute Mae Džemisonē (*Mae Jemison*) un bijušais NASA pētnieks Pīters Vordens (*Peter Worden*), šobrīd *Breakthrough Starshot* projekta vadītājs.

smagi. Ir jāizstrādā t. s. nanozondes, kur visi galvenie komponenti atrastos uz vienas plātes vai čipa. Autoram gan nav skaidrs, vai izdosies veikt datu nosūtīšanu no vairāk nekā 4 gaismas gadu attāluma. Tam noteikti nepieciešams liels enerģijas daudzums, pat ja izmanto optiskās komunikācijas, kas arī ir plānots.

Milners arī uzsvēra, ka ir apzinātas vairākas problēmas, kurām jārod risinājums, lai varētu radīt *StarChip* un infrastruktūru, kas nepieciešama, lai tas dotos ceļā. Tās ir:

- uz Zemes esošas lāzeru matricas izveide un optisko elementu dzesēšana;
- Zemes atmosfēras ietekmes novēršana uz lāzera stariem;
- precīza zondes nomērķēšana uz galamērķi;
- gaismas buras integritāte un stabilitāte paātrināšanās fāzē;
- ceļš starpzvaigžņu telpā. Tajā ir putekļu daļiņas, gāzu molekulas un kosmiskā radiācija;

- darbības nodrošināšana vairāku gadu desmitu garumā;
- nonākot galā, problēmas var radīt kame-
ras nomērķēšana uz iemūžināmo objektu;
- iegūto datu precīza nosūtīšana Zemes
virzienā;
- gaismas buras veikspēja pēc 20-30 ga-
diem starpvaigžņu telpā;
- enerģijas saražošana un uzglabāšana.

Daudzi jautājumi, šķiet, tiks atrisināti dabī-
gā ceļā, attīstoties tehnoloģijām. Jau šobrīd ir
pieejami par gramu vieglāki procesori, ener-
ģētiskās fotokameras un 1 W lāzērdiodes. Ener-
ģijas ražošanai tiks izmantots radioizotopu
ģenerators, ko darbinās Pu-238 vai Am-241.
Šī tehnoloģija arī nav jauna, tik jāveic tās mi-
niaturizācija.

Starpvaigžņu telpas putekļi un atseviš-
ķas molekulas ir cita problēma, kas jārisina,
samazinot *StarChip* frontālās virsmas lauku-
mu. Tiesa, tas neļauj pasargāt gaismas buru,
un ir pilnīgi iespējams, ka, nonākot galā, tā
ir vienos caurumos vai tās nav vispār, un tas
misijai tad pieliktu punktu, jo bura paredzēta
gan kā kameras, gan kā datu pārraides ele-
ments. Plus gaismas burai, lai iztūvētu sākot-
nējā ātruma piešķiršanai izmantoto enerģijas
plūsmu, jābūt superatstarojošai – tā drīkst ab-
sorbēt vien 10^{-5} no lāzera enerģijas, kuru ko-
pējā jauda plānota ap 100 GW. Interesanti,
ka tas ir apmēram tikpat daudz, cik bija ne-
pieciešams, lai paceltos *Space Shuttle*.

Atsevišķa problēma ir nosūtītās informāci-
jas uztveršana. Tam tiktu izmantota *StarChip*
paātrināšanai izveidotā lāzera matrica uz
Zemes. Tas ļautu nodrošināt to, ka uztverošās
antenas laukums būtu ap 1 m². Laboratorijas
testi liecina, ka pastāv iespēja uztvert pat in-
dividuālus *StarChip* nosūtītus fotonus.

INTERVIJAS

Bet ko par šo projektu saka pasaulē atzi-
ti kosmosa izpētes eksperti? Šim materiālam
izdevās iegūt atbildes no diviem šādiem cil-
vēkiem – Frīmena Daisona un bijušā NASA

Eimsa pētījumu centra (*Ames Research Cen-
ter*) direktora, šobrīd *Breakthrough Starshot*
projekta vadītāja Pītera Vordena.

Daži jautājumi Frīmenam Daisonam (FD)

RM (Raitis Misa): *Cik noprotu, Break-
through Starshot projekta pamatā ir ideja,
ka tuvākās zvaigznes virzienā tiktu nosūtītas
vairākas nelielas zondes. Skan lieliski, bet vai
tas ir tiešām reāli? Un kā ir ar komunikācijas ie-
spējām milzīgos attālumos, izmantojot tiešām
nelielas iekārtas?*

FD: Publiskajā paziņojumā Centaura Alfas
sistēmas pārlidošana minēta galvenokārt, lai
radītu publikas interesi. Tas ir propagandas
triks un bija veiksmīgs. Bet tas bija arī maldī-
nošs. Reālais *Breakthrough Starshot* mērķis ir
radīt tehniskās iespējas dažnedažādākajām
izpētes misijām tepat Saules sistēmā un arī ār-
pus tās. Cik tālu patiesi sniegsies šo risinājumu
iespējas, kļūs skaidrs tad, kad būs realizēta
virkne mazāk ambiciozu misiju. Un jā, nelielu,
bet jaudīgu komunikāciju sistēmu radīšana ir
būtisks faktors. Tās jārada, pirms kāda zonde
var doties ceļā.

RM: *Šādas iniciatīvas rosina citu jautāju-
mu. Jūsprāt, kad līdzīgā starpvaigžņu misijā*



Fizikis Frīmens Daisons, viens no projekta *Ori-
on** (1958–1963) vadītājiem, arī piedalījās paziņo-
šanā.

* Sk. *Misa R.* Projekts *Orion* – bum, bum, bum
kosmosā. – *ZvD*, 2015, Rudens (229), 29.-36. lpp.

dosies pirmais pilotējamais kosmosa kuģis? Saprotams, ka tas nenotiks ne 30, ne pat 50 gadu laikā. Mums galu galā vispirms jānokļūst uz Marsa, bet kādudien tas notiks. Jūsu prognoze, kad?

FD: Es paredzu, ka Saules sistēmas misijas (*Breakthrough Starshot*) varētu sākties pēc desmit gadiem. Te, protams, nav runa par pilotējamiem kosmosa kuģiem. Projekta ideja ir, izmantojot nelielas zondes, ceļot tālu un ātri.

Ārpus Saules sistēmas robežām ir daudz interesantu izpētes objektu, kas neatrodas tik tālu, cik Centaura Alfa. Ir Koiperas josla, Orta mākonis un, iespējams, daudz vientuļu planētu, komētu un asteroīdu, kas nerīņķo ap kādu zvaigzni. Telpa starp Saules sistēmu un Centaura Alfas sistēmu nav tukša. Projekta mērķis ir pēfīt to un atklāt daudz jauna, labu laiku pirms kāda zonde sasniegs Centaura Alfū.

Daži jautājumi Pīteram Vordenam (PV)

RM: Vai atceraties, kā nonāca tik tālu, ka pilnīgi nopietni tiek izskatīta iespēja radīt starpzvaigžņu zondi? Skaidrs, ka ir nepieciešams kas vairāk nekā vienkārši ideja. Nepieciešama nauda un vairāku nozaru augstas raudzes speciālistu komanda.

PV: Kad Jurijs Milners mani lūdza uzņemties *Breakthrough Initiatives* vadību, viņš teica, ka šīs iniciatīvas galvenais mērķis ir izveidot pirmo starpzvaigžņu zondi. Tas ir iemesls, kādēļ atstāju NASA. 2015. gada vidū izveidojām analīzes grupu, ko vadīja Hārvardas profesors Avi Loeb. Viņš izskatīja daudzus publicētos konceptuālos modeļus, bet tikai tad, kad izlasījām Filipa Lubina (*Philip Lubin*) rakstu par lāzeru gaismas burām, sapratām, ka ir atrasts pareizais risinājums. 2015. gada nogalē izveidojām zinātnisko komandu, kurā ietilpst arī profesori Lubins un Loeb. Līdz šā gada marta beigām, veicot daudzas izmaiņas projektā, bijām tik tālu, ka bija pārliecība – tas var izdoties. Divas nozīmīgākās lietas, kas ļauj projektu potenciāli realizēt, ir ideja radīt zondi, kas sver mazāk nekā vienu gramu, un fakts, ka lāzeru komponenti, kas nepieciešami zondes paāt-



Pīters Vordens, šobrīd *Breakthrough Starshot* projekta vadītājs, bijušais NASA Eimsa pētījumu centra direktors.

rināšanai izmantoto lāzeru matricas izveidei, kļūst lētāki un pieejamāki.

RM: Kā jums izdevās atklāšanas pasākumā sapulcināt tik daudz pazīstamu cilvēku? Gan valdei, gan arī citiem runātājiem prominences netrūka. Un kā tikāt pārliecināts kļūt par šā projekta vadītāju?

PV: Kad bijām izstrādājuši, mūsaprāt, darbotiespējīgu projektu, uzrunājām daudzus pazīstamus zinātniekus. Patiesi visi bija ļoti ieinteresēti un piekrita palīdzēt, gluži kā es pirms nedaudz vairāk nekā gada. Starpzvaigžņu lidojumi ir daudzu, arī mans, sapnis. Iespēja, ka to varētu paveikt vienas paaudzes laikā, ir aizraujoša.

RM: Bet vai tiešām StarChip kopējais svars projektā ir tikai viens grams?

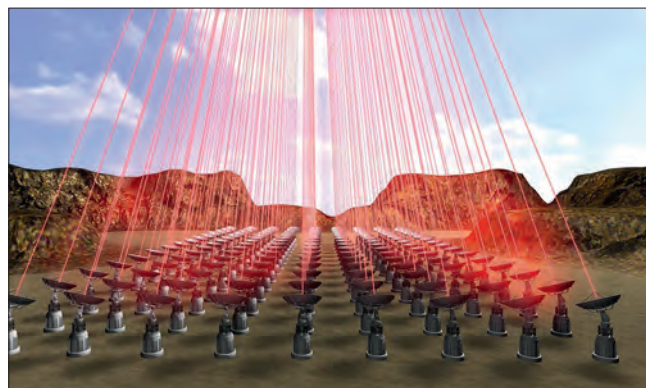
PV: Jā, *StarChip* kopā ar buru svērs mazāk nekā gramu. Tā ir plānots.

RM: Vairumam *StarChip* komponentu ir skaidrs, ka tie ļaus izveidot tik vieglu zondi, bet ir pāris lietas, kas rada šaubas. Vai tiešām ir iespējams vairāk nekā 4 gaismas gadu attālumā pārraidīt informāciju un to tiešām arī uzvert, ja to paredzēts darīt ar 1 W lāzeru? Otrs jautājums ir enerģijas avots un tās uzglabāšana. Tam atvēlēti 150 mg kopējās masas, kam jānodrošina 4 procesoru, 4 kameru, 4 fotonu dzinēju un 1 W lāzera darbība. Šķiet, ka enerģijas diez vai pietiks.



Zinātniskā komanda: Anna Drajna, Zaks Mančesters (*Zac Manchester*), Jurijs Milners, Sfivens Hokings, Fīmens Daisons, Mae Džemisona, Pīters Vordens, Avi Loebs, Filips Lubins.

PV: Kā jau minēts, enerģijas avots būs radioizotopu ģenerators, bet tās uzkrāšanai plānots izmantot superkondensatoru. Datu pārraidei izmantotais 1 W lāzers darbotos impulsu režīmā, kad enerģija tiktu uzkrāta un tad izmantota nelielas datu paketes nosūtīšanai. Lāzera stara fokusēšanai un notēmēšanai Zemes virzienā plānots izmantot gaismas buru. Uz Zemes nosūtītos datus uztvertu tā pati kvadrātkilometru lielā lāzeru matrica, precīzāk, šīs matricas lāzeru starus koncentrējošie elementi. Esam veikuši aprēķinus un



Lāzeri uz Zemes.

Attēli no Breakthrough Initiatives

secinājuši, ka saņemamo datu plūsmas ātrums var sasniegt pat 1 kbit/s.

RM: Kas, jūsaprāt, ir grūtākais, ko nāksies paveikt, lai kādudien starpzvaigžņu zonde dotos ceļā?

PV: Ir divi lieli izaicinājumi, ko šobrīd redzu. Pirmais, ir jāatrod gaismas burai piemērots materiāls ar lielu atstarošanas spēju un mazu absorbcijas līmeni, bet pietiekamu strukturālo stiprību. Otrs izaicinājums ir rast iespēju uz Zemes izbūvēt vienu kvadrātkilometru lielu lāzeru matricu *StarChip* paātrinājuma piešķiršanai.

Noslēgumā

Vai tas izdosies – doties uz zvaigznēm? Agrāk vai vēlāk jā, jo nu jau pavisam droši var teikt, ka šāds ceļojums pamet zinātniskās fantastikas lauku, pāriedams zinātniskās realitātes jomā. Vismaz izpētes zondes līmenī.

Breakthrough Starshot un līdzīgi projekti noteikti tuvina brīdi, kad ceļā dosies pirmā starpzvaigžņu zonde. Un šobrīd ir arī vairs pavisam maz šaubu, kurp doties, jo pavisam nesen ir apstiprināts atklājums, ka tepat, *nieka* 4,22 gaismas gadu attālumā ap pundurzvaigzni Centaura Proksima riņķo planēta Centaura Proksima b.

Vēl intriģējošāku šo atklājumu padara tas, ka Centaura Proksima b savu zvaigzni apriņķo t.s. apdzīvojamības zonā, proti, tādā attālumā no zvaigznes, ka uz planētas virsmas ir iespējams atrast ūdeni šķidrā agregātstāvoklī, kas ir viens no mums pazīstamās dzīvības pastāvēšanas faktoriem. Un planētas masa ir vien 1,3x lielāka nekā Zemei, tātad ir labas iespējas, ka tā, tāpat kā Zeme, ir cieta planēta.

Video, kas parāda, kā varētu izskatīties *StarChip* starts no Zemes orbītas – <http://bit.ly/uz-zvaigznem> 🐦

JĀNIS BALODIS

COPERNICUS KĻŪST PAR IESPAIDĪGU BIZNESU

Šai rakstā svešvārdu saīsinājumus atļaušos rakstīt tā, kā to iesaka latviešu valodnieki. Starptautiskajā praksē šie saīsinājumi pazīstami kā plaši ieviešušie zīmoli. Piemēram, OECD, nevis saīsinot latvisko tulkojumu Ekonomiskās sadarbības un attīstības komisija ESAK, NASA, nevis Nacionālā aeronautikas un kosmosa aģentūra NAKA, ESA, nevis Eiropas Kosmosa aģentūra EKA, DLR, nevis Vācijas Aerokosmiskais centrs VAC, un CNES, nevis Francijas Nacionālais kosmisko pētījumu centrs NKPC.



Laikā no š.g. 9. līdz 13. maijam pirmās no Austrumeiropas ESA dalībvalsts Čehijas galvaspilsētā Prāgā notika Eiropas Kosmosa aģentūras organizētais Simpozijš par dzīvojamu planētu *Living Planet 2016*. Atšķirībā no iepriekšējā simpozija, kurš notika 2013. gadā Edinburgā (Skotija) ar 1500 dalībnieku skaitu, šoreiz tas sasniedza 3300. No Latvijas šai simpozijā piedalījās šo rindu autors ar LU Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūta stenda ziņojumu (sk. 25. lpp.). Katru dienu simpozijš sākās pl. 8, darbs notika 44 sekcijās, t.i., četras reizes dienā pa 2 stundām 11 sekcijās vienlaicīgi. Vakaros no pl. 17 līdz 19 – stenda ziņojumi (posterī), kuru skaits vairāk par vienu tūkstoši.

Simpozijā darbs risinājās par cilvēces dzīves telpas planētas Zeme vitāli svarīgām problēmām deviņās tematiskās nozarēs: Zeme un tai tuvā kosmiskā telpa; Zemes novērošanas atvērtā (brīvās piekļuves) zinātne; ledāji; stihiskās dabas katastrofas; okeanogrāfija; Zemes virsma; klimats un meteoroloģija; atmosfēra; metodes un produkti.

Simpozija atklāšanas runā ESA ģenerāldirektors *Johann-Dietrich Wörner* teica, ka katrs Eiropas kosmosa tehnoloģijās ieguldītais 1 eiro atmaksājas 6 eiro vērtībā. Lielākā daļa ziņojumu bija veltīti Copernicus programmas *Sentinel* misijām – 33 sekcijās no kopskaitā 182 sekcijām. Sekciju sēdes risinājās arī par citām misijām: *GOCE*, *Swarm*, *ASMS*, *CRYOSAT*, *GNSS* u.c. Turpinājumā īss pārstāsts par vienā simpozija ceturtdaļā dzirdēto, t.i., noklausoties vienu no katrām četrām vienlaicīgi notiekošām sekcijām.

Ir noslēgusies GOCE misija, iegūstot ievērojamu progresu zināšanās par globālo Zemes gravitācijas lauku un pasaules dažādo augstuma sistēmu kopsakarībām. Novērot sākotnēji iegūtās informācijas trokšņus, ņemot vērā Zemes garozas topogrāfijas un batimetriskās korekcijas un apvienojot *GRACE* un *GOCE* misiju iegūtos mērījumus, ir aprēķināti globālā gravitācijas lauka gradienti ģeofizikālā modeļa aprakstam. Ir precizētas okeānu straumes un noteikti to plūsmas ātrumi, iegūta laba moho modeļa karte. Košimas zemestrīces laikā *GOCE* satelīts (jeb pavadonis) lidoja virs Japānas un izteikti fiksēja zemestrīces faktu. Zemestrīces rezultātā mainījās arī globālais gravitācijas lauks.



Recent research activities at the Institute of Geodesy and Geoinformatics

Janis Balodis, Gunars Silabrieds, Diana Haritonova, Katerina Morozova, Ansis Zarins, Augusts Rubans
Institute of Geodesy and Geoinformatics, University of Latvia, Riga (janis.balodis@lu.lv)

Acknowledgment
The research was funded by ERAF
Project No.2014/0039/ZDP/2.1.1.1.0/1A/
PIA/VIAA/012,
and by ESF Project No.2013/0066/1DP/
1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/059.

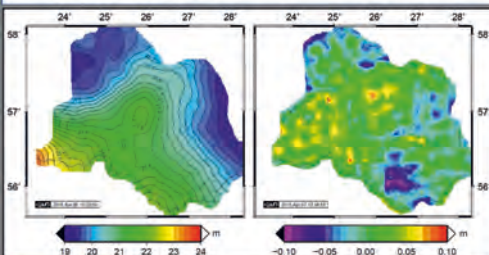
Introduction

This paper discusses the research work done at the Institute of Geodesy and Geoinformatics (GGI) of the University of Latvia, devoted to the geodynamics in Latvia: computation of national geoid model using different data sets, analysis of Latvian GNSS permanent station position time series, development of digital zenith camera for vertical deflection determination, as well as development of new multifunctional optical tracking device for SLR purposes.

Geoid for the eastern part of Latvia

Computation of the geoid model has been completed for the test area of about 45,000 km² in the eastern part of Latvia using the densified GNSS/levelling network data and applying DFHRs software (Digital Finite-element Height Reference Surface), developed at the Karlsruhe University of Applied Sciences, Germany.

The GNSS 4-hour long static measuring sessions were performed by the staff of GGI. Ellipsoidal heights of GNSS/levelling points were computed in ITRF08 frame. The EPN reference station network observation data were used for both the single GNSS/levelling point, as well as for LatPos and EUPOS[®]-Riga reference station position computation using Bernese GNSS Software version 5.2. All the results were reduced to the epoch of 2015.0 by applying 7 parameter Helmert transformation. The 1st and 2nd order levelling data with LAS14 height values (EVRS2007 realization in Latvia) together with measured ellipsoidal height data of more than 300 points were used for quasigeoid model computation. Two versions of GGI/DFHRs models were computed by applying as initial both the international global gravity model EGG97 and EGM2008 correspondingly. Solutions' standard deviations of residuals are of 1 cm accuracy. Currently geoid model LV14 with 3.2 accuracy is used in Latvia.



GGI/DFHRs/EGM2008 quasigeoid model (left) and differences between this model and LV14 model.

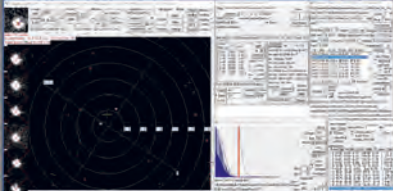
Digital zenith camera

Digital zenith camera is a new kind of astrogeodetic instruments, employing recent advancements in a number of technology areas (GNSS positioning, digital imaging, extensive and accurate astrometric reference star catalogues, high resolution electronic tiltmeter technology) to obtain direct measurements of vertical deflection values.

Over several years GGI is engaged in design of a digital zenith camera. Presently the prototype camera and data acquisition control & processing software are finished and field tests are now proceeding. Our intention is to use vertical deflection measurements along with GNSS/levelling data to improve local quasigeoid model computation.



Prototype of zenith camera.



Screenshot of astrometric processing of frame data.



Design of multi-purpose optical tracking device.



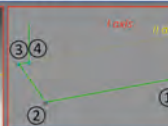
Assembly of tracking device.

Multifunctional optical tracking device for SLR purposes

A prototype of new device for both positional and SLR observations of near-Earth objects (satellites, space debris, natural objects) has been designed at the GGI in a joint ESF-funded research project with Institute of Physics of the University of Latvia.

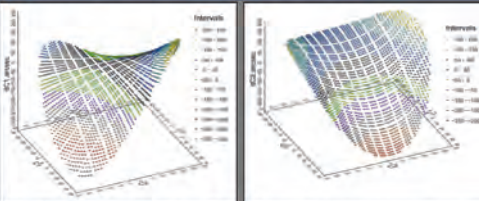
The device uses Alt-Alt mount with twin 16" (41 cm) optical tube assemblies. One of them is used for astrometric image acquisition, the other - as SLR receiver. A separate collimator is used for transmitted laser pulse handling. Computer-controlled stepper motor drive is used for object tracking. Control software relies on mount error model to compensate mount deformations. The intended positioning accuracy is about a few arcseconds; presently 10 arcsecond accuracy level is reached. In order to improve accuracy of transmitted beam pointing, computer-controlled piezoelectric actuators are used for coarse path mirrors. Astrometric subsystem supports system orientation and object coordinate determination in near-real-time. Position determination accuracy is up to a fraction of arcsecond. Objects up to about 15m magnitude can be observed in static mode, up to 18m - in star tracking mode. Astrometric subsystem can be used also for object guiding.

Control software (4 modules, communicating via local network) can run on one or several PCs. Presently functional tests are completed, the device is being deployed in its dedicated location.



- The design of separate optical units.
- Laser beam turn at the mirrors with diminished performance at 532 nm wavelength.
- Each mirror reflects 99.5 % of laser beam light.
- The first two mirrors of laser path are equipped with actuators.
- Laser beam diameter is 6 mm.

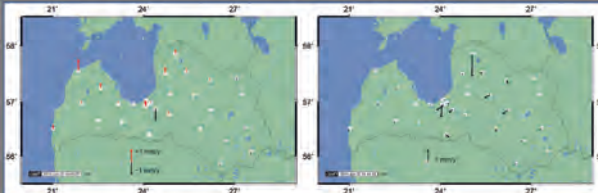
Field tests of tracking device's astrometric subsystem have shown imaging and positioning performance close to what was expected for the design. Mount error model parameters were calculated (shown below); resulting positioning accuracy is already adequate for SLR purposes. Magnitude limit for astrometric position determination was found to be about 18m.



Mount error model corrections of primary (C1) (left figure) and secondary (C2) (right figure) as relation at functions of position.

Latvian GNSS station velocity fields

Time series of GNSS station positions of both EUPOS[®]-Riga and LatPos networks have been computed applying Bernese GNSS Software version 5.2. DGNSS processing strategy has been implemented using 9 fiducial stations from EPN/IGS networks. Station diurnal coordinates have been obtained for 4-year long observation period - from 2012 to 2015.



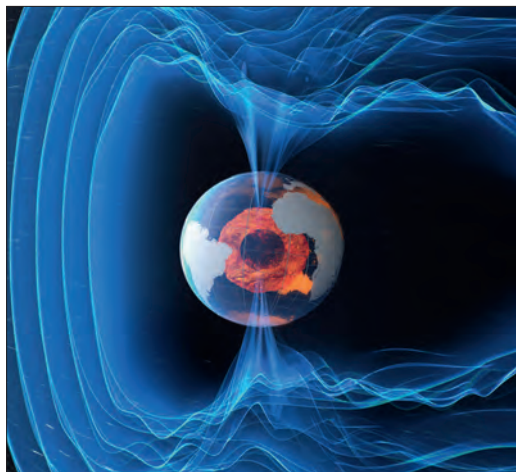
More evident outliers in coordinate time series, usually occurred during the winter time, and single (one-day) extremes, which are out of the diapason of ±15 mm in Up component, were excluded. Additionally, time series were aligned from shifts occurred due to GNSS antenna change and introduction of GLO-NASS observations in 2015.

Obtained results (expressed in ETRF2000) have shown a positive tendency of vertical movements in the western and central parts of Latvia, and negative velocities - in the eastern part. Concerning horizontal movements, velocity field is not homogeneous, showing outstanding movements in the case of some stations. Nevertheless, site velocities are mostly oriented to the South and don't exceed 1 mm/year.

Latvian GNSS station vertical (left) and horizontal (right) velocities obtained from the daily solution (2012-2015) and expressed in ETRF2000.



*Swarm*¹ misijas ģeomagnētiskie mērījumi tiek analizēti kombinācijā ar *GOCE* gravimetriskiem mērījumiem. Kopš 1985. gada Zemes magnētiskā lauka intensitāte samazinājusies par 8%, bet pagaidām tas bīstami vēl nav. Okeānu sāļā ūdens straumes, plūstot Zemes magnētiskajā laukā, rada elektrību. Turpmākā virzībā sagaidāma šo pētījumu padziļināšana saistībā ar plūdmaiņām.



Zemes magnētiskais lauks 2013. gada 22. novembrī. ESA/ATG/Medialab attēls (http://www.esa.int/spaceinimages/Directorates/Observing_the_Earth)

Pētot globālās sasilšanas efektu uz Venēras, radās doma pētījumus turpināt arī attiecībā uz Zemi. Rezultātā Zemes klimata izmaiņu tendences tagad ir visnotaļ zināmas. Uz Zemes un tai apkārtējā telpā risinās dramatiskas pārmaiņas saistībā ar klimata izmaiņām, dabas stihijām, mūžīgo ledāju kušanu un globālo okeānu ūdens līmeņu celšanos, atmosfēras izmaiņām, zemestrīcēm, plūdiem vienās vietās un iznīcinošiem sausumiem citās vietās. Tikai 8 km biezis ir atmosfēras slānis, kurā cilvēks var elpot bez palīgierīcēm. Ikkatrus 12,5 gadus notiek lieli vulkānu izvirdumi, kas ļoti

¹ Sk. *Pundure I. SWARM atklāj Zemes magnētisma izmaiņas.* – *ZvD*, 2014, Rudens (225), 9. lpp.

negatīvi ietekmē dzīvību sargājošos atmosfēras slāņus. Diemžēl arī cilvēku saimnieciskā darbība stipri veicina atmosfēras un klimata izmaiņas. *SMOS* (*Soil Moisture and Ocean Salinity*) misijas rezultāti apstiprina CO₂ (oglekļa dioksīda) un CH₄ (metāna) daudzuma palielināšanos atmosfērā. 85% no visiem saldūdens resursiem aiziet lauksaimniecības vajadzībām, bet daudzviet ūdens resursu augoša nepietiekamība sarežģī cilvēku dzīves apstākļus un izraisa plašas rezonanses sociālās un ekonomiskās problēmas.

Eiropas Komisija, ESA, Eumetsat un Copernicus programma

Eiropas Komisija (EC), ESA un Eumetsat – trīs galvenie spēlētāji Eiropas pētījumos par Zemi no Zemei apkārtējās telpas. Eiropas Komisija, tāpat katrs no Eiropas Savienības dalībvalstu pilsoņiem (arī katrs no mums) ir Copernicus sistēmas īpašnieks. Copernicus programmas realizācijai periodā no 2014. līdz 2020. gadam EC ieplānojuši 9,4 miljardus eiro, no kuriem apusi jau ir iztērēti. Bet Copernicus programma attīstās veiksmīgi un kļūst par vērienīgu biznesu, kas tērētos ieguldījumus atpelnā. Kā apgalvoja ESA Zemes novērojumu programmas direktors Volker Liebig, katrs Copernicus programmā ieguldītais 1 eiro atmaksājas 3 eiro vērtībā. ESA ir Copernicus sistēmas arhitekts. Eumetsat arī piedalās programmas realizācijā ar visu savu gadu desmitos uzkrāto pieredzi un prasmī. Eumetsat šogad atzīmē 30 gadu darbības jubileju laika apstākļu un klimata novērojumos. Eumetsat ir savi mērķi un sava darbības programma, bet Eumetsat arī aktīvi piedalās Copernicus programmas realizācijā un arī izmanto Copernicus rezultātus atmosfēras, klimata un meteo prognožu dienestā. Eumetsat ir lielākā in-situ (vietēji iegūto) datu bāze. Eumetsat izstrādātie satelīti sniedz ļoti daudz papildu informācijas arī citu nozaru pētījumos. Eumetsat radītais JASON-3 ir jaunākās paaudzes pavadonis ar 3 cm precizitātes altimetru mērījumu informāciju par jūrām un okeāniem. Trešās paaudzes Meteo-

sat pavadonis okeānu, vides un atmosfēras monitoringam būs 2024. gadā. *Eumetsat* ir izveidota *Unimetdat* informācijas un komunikāciju tehnoloģiju platforma visu meteoroloģisko datu savākšanai un apkopošanai.

Copernicus programmas satelītus sauc par *Sentinel xy*, kur x apzīmē pavadoņa numuru intervālā no 1 līdz 6, bet y – vai nu pavadoņa A, vai B versiju. Par katra satelīta misiju sauc visu ar šo satelītu saistīto zinātniskās, komerciālās un praktiskās darbības kompleksu: satelīta projektēšana, konstruēšana, visu satelīta iekārtu darbības skrupulozas pārbaudes, orbītā ievadīšana un satelīta funkcionālais un orbītas kontroles monitorings, ikdienas datu lejuplāde, kontrole, šķirošana un izdale datu lietotājiem. Sensoru datu apstrāde, apkopošana un pārveide vizualizēšanai pasūtītājam ērtā formā katras valsts vai nozares vajadzībām jau ir garāks process, kuru var izpildīt vai nu kāda pasūtījuma izpildes gaitā, vai arī vienreizēji vai periodiski par pienācīgu samaksu.

Copernicus programmas rezultātus lieto Eiropas Savienības dalībvalstis, to finansē un pārvalda Eiropas Komisija. *ESA* palīdzība *Copernicus* programmas darbībā, konstruējot satelītus, ievadot tos orbītā un atbildot par to informācijas ieguves kvalitāti, darbojas uz līgumsaistību pamata. Iegūto datu apstrāde, analīze un interpretācija ir mūsu pašu kompetencē. Ja mūsu valdība mums to nav teikusi un nav paskaidrojusi par mūsu valsts ieguldījumu daļas atdevi tautas saimniecībai, tad tā jau ir mūsu pašu vaina. Jāatzīmē, ka *ESA* palīdzība novērojumu ieguvē, izplafīšanā un rezultātu interpretācijā ir ļoti nozīmīga. Uz jautājumu no zāles, "kā aizsargāties no *AMAZON* un *GOOGLE* pelnītāres par *Sentinel* informācijas apstrādi", *ESA* pārstāvju atbilde bija visai diplomātiska – "attiecības ar šīm kompānijām ir divpusējas, un ne jau visi dati būs saņemami par velti". Protams, attiecības ir divpusējas, gan starp komerciālo kompāniju *AMAZON* un neapstrādāto datu pārdevējiem, gan starp *AMAZON* un apstrādāto datu pircējiem. Katrs sagatavotās informācijas gala lietotājs

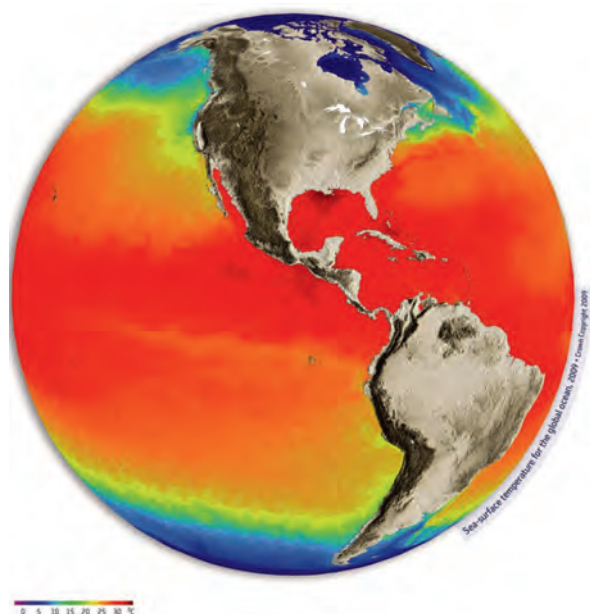
pats izlemj, vai savas analīzes vajadzībām katru reizi maksāt bargu naudu kādai datu apstrādes kompānijai, vai organizēt sensoru iegūto pirmsapstrādes datu apstrādi savās mājās. Te parādās izvēle: vai nu ilglaicīgas attīstības plānošana, vai tās nespēja. Kā saka, skopais maksā divreiz. Simpozija gaitā radās iespaids, ka Zemes uzraudzība izgājusi tālu no *ESA* ietvariem un sākusī strauji virzīties patstāvīgi daudzu lietotāju komercijas interesēs. Katras attīstītās valsts pārstāvji tagad veido savas *Sentinel* datu saņemšanas, šķirošanas un lietotāju ērtai izmantošanai sagatavotus no kosmosa veikto novērojumu produktus. "Mūs interesē viss, kas notiek Vidusjūrā," saka portugāļi. "Mūs interesē viss, kas notiek Baltijas jūrā," saka somi. "Mūs interesē viss, kas notiek Arktikā," saka norvēģi. 31 000 ir *ESA* pašreiz reģistrēto datu lietotāju skaits, kurš pieaug ne pa dienām, bet pat pa stundām. Novērojumu lietošanas serverim regulāri pieslēdzas lietotāji, saņemot jauno lejuplādēto informāciju pēc izvēles vai nu katrās 3 stundās, vai katrās 24 stundās kā visas diennakts informāciju centrālajā datu vietnē. Ik dienu pieprasītais datu apjoms ir 30 terabaiti.

Jēdzienā "Big data", kas vistiešākajā nozīmē attiecas uz *Copernicus* programmas rezultātiem, ietvertas trīs komponentes: *Sentinel* neapstrādātie dati no kosmosa pavadoņu (un arī ASV, Japānas un citu trešo valstu satelītu) novērojumiem, datu apstrādes serviss un "in-situ" dati, t.i., uz zemes vietēji iegūto datu kopas. "Big data" ietver arī sensoru datu apstrādes izpildi, sagatavojot to ērti un uzskatāmi izmantojamā veidā informācijas gala lietotāju analīzes vajadzībām un demonstrācijai lēmumu pieņemšanas institūcijām. Taču produkcija ir peļņu nesoša gan gala produkta saņēmējiem, gan datu uzkrāšanas un pārveides starpniekiem. Bet pie tā mēs neapstājamies, jo šie dati tiks lietoti arī tuvākā un tālākā nākotnē, analizējot novērojumu izmaiņu sērijas laika gaitā. Bez tam datu starpnieku kompānijas var sniegt savus pakalpojumus arī citām valstīm gan Eiropā, gan ārpus tās.

Sentinel misijas

Kā apgalvo ESA speciālisti, *Sentinel* neradās tukšā vietā. *Sentinel* izstrādes bāzējas uz tām iestrādēm, ko ESA ieguva *ERS1*, *ERS2* un *ENVISAT* misiju pieredzes rezultātā. Eiropas zinātnes ietvarprogrammas *FP-6* realizētais *GMES (Global Monitoring for Environment and Security)* projekts turpinājumā pārtapa par *Copernicus* vides aizsardzībai un biznesam orientētu Eiropas Komisijas projektu. *Copernicus* programmas atfistībā ir gūti strauji panākumi, balstoties uz ESA un *Eumetsat* iepriekšējo pieredzi. Taču *Sentinel* pavadoņu tīpašnieks ir Eiropas Komisija, kurā nodibinātas divas nodaļas *Copernicus* programmas pārraudzībai. Jādomā, ka šais nodaļās darbojas arī kāds cilvēks no Latvijas, kā tas pienāktos mums kā līdzpāšniekiem un kā dalībnieku paritāte tiek strikti ievērota arī ESA.

Sentinel pavadoņu izstrāde sākās 2005. gadā, un katras misijas sagatavošana praktiski turpinājās 7 gadus. Šis darbs turpināsies



Okeānu virsmas temperatūra. ESA attēls (http://www.esa.int/spaceinimages/Directories/Observing_the_Earth)

līdz 2020.-2024. gadam, un domājams, ka katra misija varētu kalpot 20-25 gadus. Pašreiz darbojas 4 misijas, bet, gatavojot nākamās, katrai lietotāju grupai rodas aizvien vairāk savu prasību (Vācija, Francija, ..., Somija).

Sentinel-1A tika ievadīts orbītā 2014. gada aprīlī. *Sentinel-1A* noraida 3 terabaitus informācijas dienā. *Sentinel-1B* tika ievadīts orbītā 2016. gada 25. aprīlī. Pirms tam bija četri neveiksmīgi mēģinājumi. *Sentinel-1* ir radaru satelīti 693 km polārā Saules sinhronā orbītā, kuri darbojas 5,405 GHz frekvencē, viens pret otru nobīdīti orbītā par 180°. Attēlus iegūst gan gaismā, gan tumsā, gan lietū, gan mākoņos. Lieto ledus un aisbergu monitoringam, naftas piesārņojumu identificēšanai jūrā, jūras vēju, viļņu un straumju mērījumiem, zemes lietošanas izmaiņu un zemes virsmas deformāciju identificēšanai, zemestrīču un plūdu monitoringam. Kā apgalvoja šo firmu pārstāvji, *AMAZON* un *Google Earth* ir izstrādāts *Sentinel-1* datu apstrādes programmatūras pilnīgs nodrošinājums.

Sentinel-2 ir augstas izšķirtspējas daudzspektrāli vizuālā monitoringa pavadoņi, kas dod iespēju sekot veģetācijas, augšņu un mitruma izmaiņām, kontrolēt jūras un iekšzemes transporta artēriju noslodzi, kā arī sekot piekrastes zonas izmaiņām. Optiskajiem novērojumiem nepieciešamas skaidras debesis. *Sentinel-2A* tika ievadīts orbītā 2014. gadā, tas sniedz jaunu pasaules karti ikkatrās 20 dienās. *Sentinel-2B* paredzēts ievadīt 2016. gada beigās. Satelīti 786 km augstumā, polārā Saules sinhronā orbītā, viens pret otru nobīdīti orbītā par 180°.

*Sentinel-3A*² tika ievadīts orbītā 2016. gada februārī, *3B* iepļānots uz 2017. gadu. *Sentinel-3* ir daudzsensoru pavadoņi, kas mēra okeānu virsmas topogrāfiju, okeānu virsmas un arī sauszemes virsmas temperatūru, kā arī okeānu virsmas un zemes krāsu toņus ar ļoti augstu precizitāti. Starp citu, lgauni-

² Sk. *Salmiņš K.* LU Astronomijas institūtā iegūti pirmie ESA pavadoņa *Sentinel-3A* lāzermērījumi. – *ZvD*, 2016, Vasara (232), 30. lpp.

ja, kura kļūva par ESA dalībvalsti 2015. gadā, ESA iepirkumu konkursā ir ieguvusi tiesības vadīt pētniecības programmu par Sentinel-3 krāsu toņu mērījumiem. Tartu observatorija ir noslēgusi triju gadu sadarbības līgumu par okeānu un zemes virsmas krāsu toņa sensora kalibrēšanu un validēšanu (http://m.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3/Estonia_s_first_contract_with_ESA_focuses_on_ocean_health).

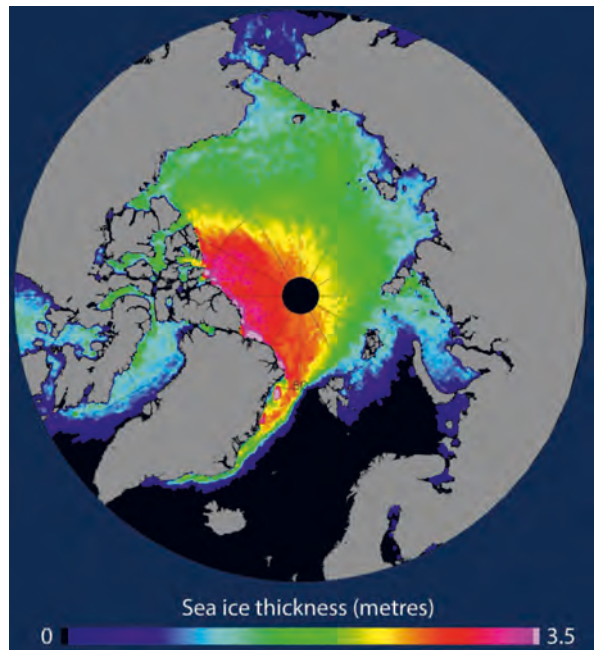
Vēl šogad paredzēti 2B un 3B starti, bet visticamāk, ka 3B palaišana pārcelsies uz 2017. gadu. Sentinel-4 būs atmosfēras monitoringa pavadoņš ģeostacionārā orbītā.

Arī Sentinel-5 būs atmosfēras monitoringa satelīts, bet polārā orbītā un ar ļoti augstas kvalitātes sensoriem.

Pēdējais būs Sentinel-6 ar radara altimetru pasaules jūru un okeānu augstuma līmeņa mērījumiem globālā Zemes koordinātu sistēmā. Tas sekos arī klimata izmaiņām un to radītām sekām. Precīzo okeānu un jūru ūdens līmeņa mērījumu monitoringa paver iespēju sekot daudzām globālām norisēm uz Zemes. Okeānu un jūru ūdens līmeņa virsma ir mūžam mainīga – gan vēju, vētru un taifūnu ietekmē, gan debess ķermeņu izraisītā paisuma un bēguma dēļ, gan tādu dabas parādību sekas kā cunami, *El Niño* vai *La Niña*, kas pārvieto milzīgas okeānu masas un rada Zemes gravitācijas lauka dinamiskas pārmaiņas.

Par satelītu sensoru datu apstrādi

Varbūt misijas datu ieguves procesu var salīdzināt ar daudzkrāsainu dzijas pavedienu (jeb datu) tīšanu kamolā, no kura mums vajag vietvietām mazus gabaliņus, kas iegūti, dažādos laikos lidojot pāri Latvijai. Jo vairāk misijas izmantotas, jo iegūtā informācija ir pilnīgāka un kvalitatīvāka. Bez jau pieminētajām Sentinel misijām ESA sadarbības partneru lomās ir vēl 35 citas Zemes novērojumu misijas ar kopskaitā 40 dažādu sensoru iegūto informāciju (<https://earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-partymissions/overview>). Ja tikai Sentinel-1A noraida 3 terabaitus informācijas



Ledus biezums. ESA attēls (http://www.esa.int/spaceinimages/Directorates/Observing_the_Earth)

diennaktī, tad grūti aptvert visu iespējamās informācijas apjomu, no kura varētu vēlēties izlasīt tikai mazās Latvijas datus. Taču var arī tieši no pāri lidojošā pavadoņa lejuplādēt mūsu ierobežotā daudzuma informāciju, kā to rosina kaimiņi igauņi un kā to dara kaimiņi zviedri un somi.

Zeme riņķo ap savu asi, un tai apkārt ar daudz lielāku ātrumu lido pavadoņi ar leju vērstu sensoru kopu, kuri reģistrē no Zemes atstaroto elektromagnētisko viļņu signālus dažādās viļņu garumu frekvencēs. Satelīts nereti lido šūpodamies gan garenvirzienā, gan šķērsvirzienā. Lai fiksētu vietu uz Zemes, uz kuru "skatās pavadoņi", ģeocentriskā koordinātu sistēmā ir jāaprēķina tā koordinātas, ko iegūst no GPS mērījumiem uz satelīta, ir jāiegūst satelīta skata virziens, ko iegūst no satelīta orientācijas sensoru zvaigžņu lauka identifikācijas ("star tracker"), un jāiegūst vietas koordinātas uz Zemes, uz kurieni tobrīd no 700 km augstuma skatās pavadoņi. Visus

šos lielumus jāspēj noteikt ar ļoti augstu precizitāti augstas precizitātes laika skalā. Un tad tiek iegūta arī galvenā digitālā informācija – elektromagnētisko viļņu signāla spektrs un intensitāte. Pavadonim šūpojoties un virzoties lielā ātrumā ap lielā ātrumā rotējošo Zemi, ar noteiktu ciklu tiek iegūti atsevišķu nogabalu attēli dažādos nestandarta mērogos un dažādi vairāk vai mazāk sašķiebtī, ar lielāku vai mazāku attēlu pārkļūjumu. Ar sensoru lejuplādēto pirmatnējo datu kopu ļoti sarežģītu apstrādi no tās iegūst augstas kvalitātes vizualizētas kartes, ar kurām var analizēt dažādus lietotāju interesējošās parādības – vai tā būtu par mežaudzēm, par lauksaimniecības kultūrām un sagaidāmām ražām, vai par augšņu mitrumu, par izkaltušām sausām zemēm, par meža ugunsgrēkiem, par okeānu straumēm, par okeānu ūdens temperatūru vai krāsu efektiem, par kuģu pārvietošanos, par naftas noplūdes gadījumiem, pilsētu gaisa piesārņojumu, par cilvēku migrāciju kara pārņemtā zemē, par ledājiem un aisbergiem jūrās un okeānos utt. Katrs informācijas gala lietotājs vēlas saņemt bieži iegūstamu kvalitatīvu sagatavotu informāciju savu problēmu risināšanai, neiedziļinoties darbietilpīgajā pirmatnējo sensoru datu filtrēšanā un atlasē un sarežģītā apstrādē iegūstamā datu pārveides procesā.

ESA kā Copernicus arhitekta loma izpaužas arī Sentinel misiju datu apstrādes dažādu līmeņu programmatūras izstrādes organizatoriskā vadībā. ESA koordinē eiropiešu sinerģiskos centienus izveidot visaptverošas programmatūras kopas, tā saucamās tematisko lietotāju platformas Eiropas un sadarbības partnervalstu (trešo valstu) dažādo misiju ļoti sarežģīto un ļoti lielo datu kopu piekļuvei, apstrādei un pārveidošanai ērtai un operatīvai lietošanai informācijas gala lietotājiem. Katrai misijai ir savas sensoru grupas un visai atšķirīgi datu formāti, bet katra no tām sniedz savu specifisko informācijas daļu kopējā izpētes ainā. Arī ASV, Japānas un citu valstu misijas dod vērtīgu informācijas papildinājumu, kas pieejams ESA dalībvalstīm.

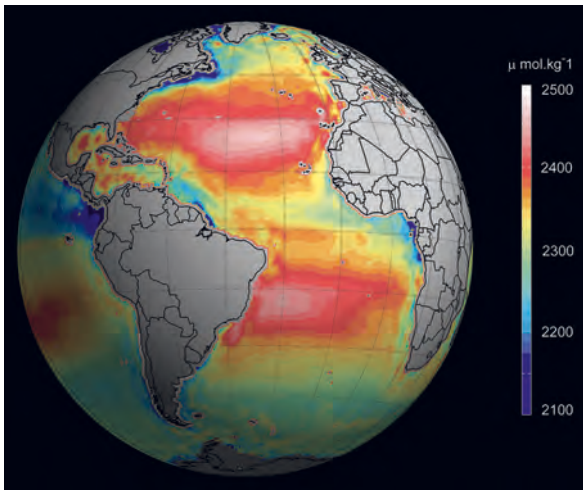
Datu apstrādes un analīzes darba rīki

Divu simpozija sēžu ietvaros tika sniegti ziņojumi par datorikas speciālistu izstrādētām tālīzpētes informācijas ieguvei, apstrādei un analīzei. Francijas, Itālijas, Vācijas, Norvēģijas, Apvienotās Karalistes, Nīderlandes un ASV datorikas kompāniju un universitāšu speciālisti ziņoja par t.s. darba rīku kopām ("toolboxes"), kas, pateicoties ESA atbalstam, izstrādātas selektīvai tālīzpētes rastra informācijas ieguvei no milzīgiem datu masīviem un to vizualizācijai. Rīku izstrādei domātieši lietotas *Phyton* un *Java* programmēšanas valodas un skripti, galvenokārt uz darba stacijām, bet ir arī īpaši izstrādātā vide *SNAP*, kas orientēta uz *Windows* vidi personālos datoros.

Tematisko lietotāju platformas

Dažādu programmēšanas kompāniju darbinieki *Living Planet 2016* simpozijā ziņoja gan par dažādu *Sentinel* un citu misiju datu apstrādes moduļu jeb rīku izstrādi, gan par veselu programmēšanas platformu izveidi, kad attiecīga informātikas kompāniju grupa kādu noteiktu lietotāju grupas analīzes vajadzībām piedāvā vai nu programmatūras produktus, vai arī pakalpojumus – regulāri sagatavotas ērti izmantojamas kartes vai specifisku datu kopas. *Sentinel* un/vai citu misiju datu kopu apstrādes rezultātā iegūst visaptverošu informāciju par kādu no specifiskām nozarēm savas valsts teritorijā un ap to. Tas ir informātikas produkts, kuru var pirkt no citiem tāpat kā automašīnu. Bet to var ražot arī paši, radot jaunus darba vietas pašiem savā valstī. Ja šo informācijas produktu ražošanu labi apgūst, tad ražošana var paplašināties un šādus informācijas produktus par samaksu var ražot arī citām valstīm par viņu teritorijām.

ESA ir veicinājusi tematisko platformu izveidi vairākās jomās: piejūras reģionu, polāro reģionu, mežkopības, hidroloģijas un urbanizēto teritoriju platformas. Veidojot platformas novērojumu datu ieguvei un programmatūras operācijas digitālā mākoņu vidē, iespējams



Okeānu sārmāinība. Ifremer/ESA/CNES attēls 17.febr.2015. (http://www.esa.int/spaceinimages/Directorates/Observing_the_Earth)

ievērojami paātrināt vēlamā kosmisko novērojumu produkta rezultātus. Katrā no šo platformu izstrādēm darbojas 6-8 Eiropas valstu datorikas kompānijas, starp kurām ir arī kosmisko pēfījumu aģentūras (DLR, CNES u.c.) un

universitātes ar iepriekš uzkrātu pieredzi kosmisko novērojumu apstrādē. Tomēr vēl nav zināms, kādas būs šo platformu izmantošanas iespēju izmaksas. Daudzas valstis iegulda savus resursus platformu izveidē savām vajadzībām, kā, piemēram, Zviedrija un Somija. ESA un Eiropas Komisija šādus pasākumus vērtē pozitīvi un tos atbalsta.

Jau pēc simpozija iegūtās ziņas liecina, ka Zviedrija veido "Sentinel un SPOT datu centru", Somija rada kompāniju FINHUB. Arī Igaunija plāno veidot infrastruktūru Sentinel datu un ortofoto karšu apkopošanai un arhivēšanai. Šā gada vasarā Igaunijas speciālisti aktīvi aicināja izstrādāt kopīgu Baltijas valstu programmatūru Baltijas reģiona platformas izveidei ar informācijas lejuplādi tieši no pāri lidojošajiem Sentinel pavadoņiem.

Vides tālizpētes datu pārveide komerciāla produkta veidolā iegūst aizvien plašākas aprises. Rodas arī jaunas komerciālās kompānijas, kā, piemēram, ASV jaunizveidotā kompānija Planet Lab, kura plāno ievadīt orbītās 150 mikrosatelītus komerciālas vides tālizpētes informācijas ieguvei. 🇺🇸

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

EIROPAS JAUNO RADIOASTRONOMU KONFERENCE LATVIEŠU CENTRĀ VĀCIJĀ

Jauno Eiropas radioastronomu konference YERAC (Young European Radio Astronomers Conference, www.yerac.org) ir ikgadējs pasākums, kuru organizē dažādas Eiropas radioastronomiskās institūcijas ar galveno mērķi palielināt tieši jauno radioastronomu kompetenci, ļaujot tiem dalīties savā izpētes pieredzē, kas vienlaicīgi raksturo arī attiecīgo iestāžu aktualitātes. Konferencē ar saviem ziņojumiem uzstājas arī pieredzējuši radioastronomi, tādējādi padarot pasākumu vēl vērtīgāku. Dalībnieki pārsvarā ir doktorantūras studenti un tādi, kas doktora grādu ie-

guvuši nesēn. Dalībnieku skaits tipiski tiek ierobežots līdz 2 no katras valsts, priekšroku dodot jauniem dalībniekiem. Vārdu sakot, tie ir nākamie šīs zinātnes jomas profesionāļi. Tik tiešām, interesanti, ka ļoti daudzi šobrīd vadošie Eiropas radioastronomi paši kā studenti savulaik agrāk ir piedalījušies YERAC konferencēs.

YERAC konferences tiek organizētas regulāri kopš 1968. gada, tiesa, šajā periodā trīs reizes pasākums organizatorisko problēmu dēļ tomēr nenotika (1988., 2001. un 2002. gadā). Piecas reizes konference organizēta Bonnā ar Maksa Planka Radioastronomijas



1. att. Annabergas pils – Baltijas kristīgās apvienības mītne Bonnā, Vācijā.

institūta atbalstu. Vienu reizi arī Latvijā – 2015. gadā YERAC tika organizēta pie mums – Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūta "Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra" (VIRAC) paspārnē, neilgi pēc abu 32 m un 16 m Irbenes radioteleskopu galveno un jaunas vadības sistēmas ieviešanas.¹

Šogad no 2016. gada 5. līdz 9. septembrim Bonnā norisinājās gadskārtējā Jauno Eiropas radioastronomu konference YERAC 2016, kurā piedalījās arī divi doktoranti no Latvijas – Artis Aberfelds un Kārlis Bērziņš. Konferences organizatori jau iepriekš viņiem bija atsūtījuši apmešanās vietas adresi (*Haus Annaber, Annaberger Str. 400 Bonn Friesdorf*), kuru abi dalībnieki arī sasniedza 5. septembra vakarā, ceļojot no Rīgas uz Frankfurti ar lidmašīnu un tālāk līdz Bonnai ar vilcienu. Annaberga izrādījās grezna muiža, kas pielāgota viesu uzņemšanai.

Nākamajā rītā, vēl pirms konferences sesijas sākuma, abi Latvijas radioastronomi blakus konferences telpai negaidīti pamanija istabu, kurā goda vietā pie sienas bija piekārts Raiņa portrets. Paveroties apkārt, kā patīkams pārsteigums atklājās, ka grāmatu plaukti ir pilni ar dažādu literatūru un tā visa pārsvarā ir latviešu valodā, ieskaitot visus Raiņa Kopoto rakstu sējumus... Izrādījās, ka

¹ Par Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūta "Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs" radioteleskopu renovāciju sk. Bērziņš K. Irbenes radioteleskopu darbība atjaunota. – *ZvD*, 2013/16, Ziema (230), 62.-64. lpp.



2. att. Latvijas astronomi (no kreisās) Kārlis Bērziņš un Artis Aberfelds pie Raiņa portreta Annabergas pilī Vācijā.



3. att. Efelsbergas radioteleskops.

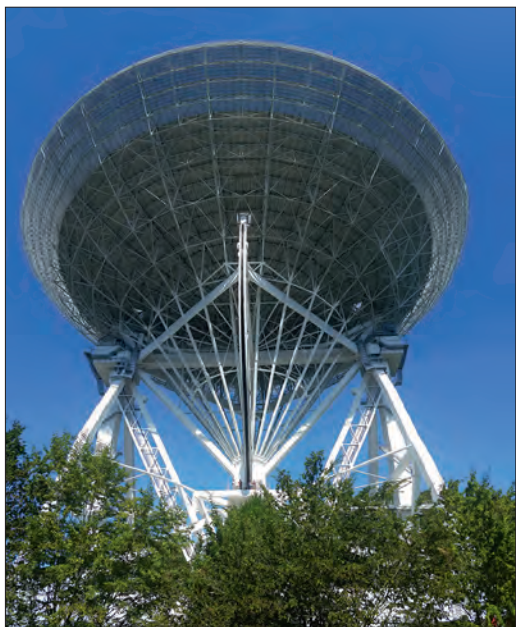
viņi bija nokļuvuši Baltiešu kristīgajā apvienībā Bonnā. Kaut arī vispārīgā informācija par latviešu centra esamību kādreizējā Vācijas galvaspilsētā nebija sveša, tā apmeklēšana papildītā darba grafika dēļ nemaz iepriekš netika plānota un par to nemaz netika do-



4. att. Efelsbergas radioteleskopa 100 metru diametra spogulis.

māts. Latvijas radioastronomi bija devušies ceļā, iepriekš pārbaudot tikai konferences adreses novietojumu kartē un izplānojot atbilstīgo maršrutu, un nokļuvuši Vācijas latviešu centrā.

Izrādās, šogad YERAC konferences organizatori no Maksa Planka Radioastronomijas institūta (*Max Planck Institute for Radioastro-*



5. att. Netradicionāls skats uz Efelsbergas 100 m radioteleskopu.

nomy, MPIfR) bija nolēmuši īrēt telpas pasākumam no Baltiešu kristīgās apvienības Bonnā, kas regulāri sadarbojas ar Bonnas universitāti, izdevīgi mācību gada laikā izīrējot istabiņas studentiem. Paralēli savām tiešajām funkcijām “Annabergas māja” darbojas arī kā viesu nams un organizējot dažādus saviesīgus pasākumus, kā, piemēram, kāzas (papildu informācija internetā: annaberg.de). Šeit uzreiz jāpiebilst, ka pils kompleksa pārvaldnieks Andrejs Urdze to pieticīgi sauc par “Haus Annaberg” (“Annabergas māju”), taču tā bieži viesu vidū tiek dēvēta arī par “Annabergas pili”. “Tā ir vienkāršāk,” – stāsta Andrejs, kuru radioastronomi no Latvijas satiek otrās dienas pēcpusdienā. Tā esot vieglāk piepildīt viesu vēlmes, jo, nosaucot to par pili, kāds vēl sacerēšoties par daudz. Šāda saimnieciskā darbība ļauj Baltijas kristīgajam centram atfistīties un veikt muizas atjaunošanu. Bet par šā centra esamību mums jāpateicas Andreja tēvam – Jāzepam Urdzem, jo tieši viņa kā mācītāja ticība un rīcība ļāva 1952. gadā, ņemot kredītu, Baltijas kristiešu apvienības vajadzībām iegādāties kara laikā stipri izpostīto Annabergas pili. Tagad jau viss ir sakārtots, bet kompleksa apsaimniekošana un uzlabošana turpinās.

YERAC 2016 konferencē piedalījās dalībnieki no ļoti dažādām pasaules valstīm – Brazīlijas, Dienvidāfrikas, Francijas, Grieķijas, Indijas, Īrijas, Korejas, Krievijas, Latvijas, Lielbritānijas, Lībijas, Meksikas, Polijas, Rumānijas, Singapūras, Šveices, Ukrainas, Ungārijas un, protams, Vācijas, kuru visu vienojošais faktors bija aktuālie Eiropas radioastronomijas izpētes projekti. Jau pēc dalībnieku skaita daudzveidības kļūst skaidrs, ka YERAC konference kā parasti aptvēra plašu radioastronomijas pētāmo problēmu loku. Šoreiz tās darba programma bija sadalīta divos lielos blokos – Galaktiskajā un Ārpusgalaktiskajā.

Abi Latvijas astronomi uzstājās ar ziņojumiem Galaktiskās astronomijas blokā, referējot par saviem metanola māzeru avotu novērojumiem, kas 2016. gadā tika sākti ar



6. att. Efelsbergas 100 m radioteleskopa sliežu sistēmas mehānisms.

modernizēto Irbenes 32 m radioteleskopu RT-32. Tagad Latvijas astronomi ir sākuši metanola molekulu CH_3OH dabiski izraisītas māzeru parādības regulārus novērojumus 6,7 GHz frekvencē, tie rodas vidē, kas saistīta ar jaunu masīvu zvaigžņu veidošanos mūsu Galaktikā. Novērojot šo metanola māzeru spektrālo līniju mainīgumu, iespējams spriest par kosmiskās vides apstākļiem zvaigžņu tiešā tuvumā. Tas ļauj mums labāk izprast zvaigžņu veidošanās un evolūcijas procesus.

Citi konferences ziņojumi bija gan par kosmiskajiem molekulārajiem mākoņiem, gan radio galaktikām, gan kvazāriem, gan melnajiem caurumiem, pulsāriem, starpgalaktiku un starpzvaigžņu vidi, galaktiku klasteriem u.c., tostarp arī metanola māzeru novērojumiem, par to, ko un kā mēs varam iemācīties, veicot šo objektu novērojumus radio diapazonā. Daudzi konferences referāti īpašu uzmanību veltīja VLBI (Very Long Baseline Interferometry – ļoti garas bāzes interferometrija) novērojumiem radio diapazonā. Interesants bija Dr. Silvijas Leurīnas (*Silvia Leurini*) stāstījums par publiski pieejamo ATLASGAL (APEX Telescope Large Area Survey of the Galaxy – APEX teleskopa lielā lauka Galaktikas apskats²), kura rezultātā izveidots nozīmīgs Galaktisko objektu katalogs.

² Sk. *Pundure I.* Piena Ceļa apskats ATLASGAL pabeigts. – *ZvD*, 2016, Vasara (232), 17.-19. lpp.



7. att. Galveno pasaules radioteleskopu karšu Efelsbergas observatorijas vadības centrā (Irbenes RT-32 atzīmēts zilā krāsā).



8. att. LOFAR zemo frekvenču novērošanas stacijas lauks ar dipolu antenām.

Ļoti interesants bija arī Dr. Hansa Zinekera (*Hans Zinecker*) referāts par sasniegumiem infrasarkanajā elektromagnētisko viļņu diapazonā ar SOFIA (*Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy* – Infrasarkanās astronomijas stratofēras observatorija), kas, aizstājot līdzīgu vecākās paaudzes KUIPER observatoriju, ir Boeing 747 lidmašīna, piemērota ilgiem pārlidojumiem, pilnībā pārbūvēta un pielāgota astronomiskās izpētes vajadzībām, aprīkota ar autonomu žiroskopa sistēmas stabilizētu 2,5 m teleskopu.

7. septembra pēcpusdienā dalībniekiem tika organizēta ekskursija uz netālu esošo Efelsbergas radioteleskopu kompleksu. Jau



9. att. YERAC 2016 konferences noslēguma bankets sveču gaismā Annabergas pilī.

Visi att. – autora foto

tuvojoties observatorijai, visi tikām vairākkārt brīdināti par obligātu mobilo tālrunu izslēgšanu jeb lidojumu režīma izmantošanu. Tas saprotams, jo jebkura nevēlama blakus interferēnce var izjaukt vājo kosmisko signālu uztveršanu. Efelsbergas galvenais instruments ir varenais 100 m visos virzienos grozāmais paraboliskais radioteleskops. Ilgu laiku, gandrīz 30 gadus kopš tā pabeigšanas 1971. gadā, tas bija lielākais šāda veida radioteleskops pasaulē, bet tagad, kā stāstīja observatorijas gids, “*tas ir viens no diviem lielākajiem pasaulē, kas nozīmē tieši to, ka tas ir otrs lielākais pasaulē*”³. Visa teleskopa konstrukcija ir novietota uz apaļas slīdes, pa kuru, pārvietojot “kā

vilcienu”, tiek veikta tā griešana pa azimutu. Riteņu kustības apstāšanās uz slīdes tiek kontrolēta ar labāk nekā 1 mm precizitāti, kas nodrošina atbilstošu teleskopa uzvadīšanas precizitāti uz novērojamo radio avotu.

Blakus Efelsbergas radioteleskopam izvietots plašs LOFAR (*LOW Frequency ARray*) zemo frekvenču (10–240 MHz) antenu tīkla lauks, kas veic nepārtrauktus novērojumus. Ar LOFAR staciju nākotnē iecerēts aprīkot arī VIRAC Irbenes observatoriju.

Apskatot Efelsbergas teleskopu vadības centru, mūsu astronomiem pafīkami bija redzēt, ka pie sienas lielajā pasaules kartē, kur parādīti galvenie pasaules radioteleskopi, atzīmēts arī Irbenes RT-32 radioteleskops, kas jau sācis novērojumus Eiropas VLBI tīklā.

Tā, iepazīstoties ar jaunākajiem sasniegumiem Eiropas radioastronomijā, tika aizvadīta šī konference. Tās izskaņā Annabergas pilī tika sarīkots grezns noslēguma bankets, ar pilnībā iedegtām visām svecēm greznajā lustūrā. Par pafīkamajiem konferences sadzīves apstākļiem mums jāpateicas visam Baltijas krisfīgās apvienības Annabergas pils personālam! 🍷

³ Tagad lielākais pasaulē ir Grīnbenkas radioteleskops (*Green Bank Telescope*), kura izmēri ir nedaudz lielāki par Efelsbergas – 100-110 m, regulārus novērojumus tas sāka 2001. gadā.

ŠOZIEM ATCERAMIES 🍷 ŠOZIEM ATCERAMIES 🍷 ŠOZIEM ATCERAMIES 🍷 ŠOZIEM ATCERAMIES

Pirms **100 gadiem – 1917. g. 18. martā** Barkavas pagastā dzimusi **Milda Zepe**, latviešu fizikē teorētiķe, LZA Fizikas institūta (1949) un Astrofizikas laboratorijas līdzstrādniece (1958-1960), Rīgas Politehniskā institūta docente (1961-1972). Pētījusi molekulu spektrus un Saules radiostarojumu, fiz.-mat. zin. kand. disertāciju aizstāvējusi (1953) Tartu Valsts universitātē. Publicējusi divas populārzinātniskas brošūras – “Iezīmētie atomi” (1953) un “Kosmiskie stari” (1957), kā arī daudzus rakstus “Zvaigžņotajā debesī” u.c. izdevumos. “Zvaigžņotās debess” redakcijas kolēģijas locekle (1958-1960). Bijusi aktīva Latvijas Astronomijas biedrības biedre kopš 1953. gada. Mirusi 1995. gada 10. decembrī. Sk. *Cimahoviča N. Gaŗīguma meklētāja (Milda Zepe, 5.(18.)III 1917 - 10.XII 1995).* – ZvD, 1996/97, Ziema (154), 29.-31. lpp. **I.D.**

ANDREJS ALKSNIS

CEĻI TUVI – CEĻI TĀLI

(Nobeigums. Sākums 2015, Pavasaris (227), 37.-44. lpp.)

12.aug.1956. no Krimas **Zentai**: “Vakar vēstuli nenosūtīju, jo vienalga šodien neizņem pastu. Tā kā vakarā bija mākoņains, gāju uz kino “Морской охотник” – filma uzņemta Krimā dienvidu piekrastē, pa daļai arī Simeizā, visumā neinteresanta. Pēc kino jau debess bija skaidra, aizgāju uz torni un skatījos, ka attēli ir labāki, bet tomēr spektriem nederīgi. Tad Ščeglovs gribēja izmēģināt savu infrasarkanu iekārtu ar электронн-опт. [elektronu optiskais] pārveidotāju, bet elektriskā shēmā bija kāds misēklis un nekas neiznāca. Pēc tam likās, ka attēli ir labāki, un es sāku fotografēt ar prizmu un arī uz otras kameras uzliku plati, galvenokārt tāpēc, lai salīdzinātu divas Astr. Pl. emulsijas. Viena (Z1388) ir daudz nejufigāka par otru (Z1399), par ko es vēlreiz pārliecinājos nupat, kad attīstīju abas plates. Uz pirmās ļoti vājš debess fons, otra tumša.

Man gadījās atkal viens neparedzēts objekts. Tagad ir Perseidu maksimums, un observējot vēroju, ka krīt daudz meteoru. Un viens ir uz platēm – abām divām: spektrālā platē redzama viena intensīva un kādas 3-4 vājas emisijas līnijas. Varbūt izdosies līnijas identificēt. Bet vai tam ir kāda vērtība, to nezinu. Kā rīdzinieki novēro Perseidas, šoreiz ir labā laikā – Mēness netraucē.

Laiks šodien jauks, ne pārāk karsts, ir neliels vējņš.

Par manu mēteli nebēdā, es jau te tik ilgi nemaz nebūšu, ka man viņu vajadzēs.”

16. aug.: “Drīz būs minimālais novērojumu materiāls savākts, bet rodas arvien jaunas vajadzības. Gribu novērot fotoelektriski dažas



Tepe-Kermen alu pilsētā 1953. g. septembrī. Uz senām skitu alu pilsētas dzīvokļa kāpnēm Simeizas observatorijas darbinieki un piekomandētie (no kreisās): Dima – laborants, Andrejs – aspirants no Baldones, Saša (Aleksandrs Sergejevičs) no Maskavas, Visvaldis no Rīgas.

zvaigznes, lai precizētu skalu. Bez tam gribu ar violetu filtru UG2 fotografēt. Ja droši zinātu, ka Rīgā tikšu pie mikrofotometra, tad drīz varētu braukt prom. Esmu pierakstījis tikai līdz 24. aug. Būs jārakstās atkal no jauna.

Divas pēdējās nakts atkal novēroju, jo laiks labs. Vakar likos agri gulēt, bet cēlos pusvienos, jo no vakara puses ir Mēness. Šonakt celšos pusdivos un kādu stundiņu fotografēšu, ja būs labs laiks. No Roberta aizņēmos modinātāju. Viņš ir novērošanu beidzis, bet vēl kādu mēnesi esot jāmēra plates. Peldēties neesmu bijis, neiznāk. Tā jau nogurst, un tad vēl staigāt to gabalu nav nekāda prieka. Ja Tu būtu te, tad citādi.

Vai "Die Sterne" ir pienācis, un "Funkamateur"?

17. aug.: "Drīz jau būs mēnesis, kopš es prom no mājām. Tas nemaz nav tik daudz, bet man jau liekas mūžība pagājusi un visa pagātne kā sapnī.

Te es nevaru palikt, agrāk vai vēlāk no šejienes pazudīšu. Bet es gribu atgriezties savā zemē, nevis kaut kādā krievu okupētā teritorijā vai kolonijā. Pietiek, ka man ir jādzird krievu valoda un jāmežģī mēle svešā valodā. Mums jācinās par to, lai arī mums būtu pašiem sava zeme un lai mūs nepārkrievotu tāpat kā pirms gadu simtiem pazuda no zemes virsas



Krimas observatorijas apkārtnes karte.

un pārvācojās mūsu brāļu tauta – prūši. Arī Tu to nedrīksti nekad aizmirst. Nepārdod sevi kādu tur melīgi cilvēcīgu ideju vārdā. Mūsai-ku kolonizatori ir pārāk gudri un daudz vilfgāki nekā viņu priekšteči. Esmu pārliecināts, ka mēs izturēsim, kā ne vienu vien gadsimtu izturēja mūsu priekšteči, kaut gan viņiem bija vieglāki. Līdz ar cilvēces attīstību un civilizāciju, kas nes progresu, attīstās arī tās melnā puse. Bet esmu pārliecināts, ka mēs izturēsim. Mostas tik daudz Āzijas un Āfrikas tautu, daudzas kļūst brīvas, un galu galā mūs arī nevarēs atstāt tādā stāvoklī, jo kas gan ciešis, ka rožu vietā dažāda dobē vēl palikuši dadži. Bet kamēr vēl citur dadžu daudz, tikmēr arī mūsu dadži tik asi neuzkrīt. Bet laiks dara savu un arvien vairāk rožu parādās dadžu vietā. Ne- paies pārāk ilgs laiks, tikai jāiztur."

28. aug.: "Par to mikrofotometru Rīgā es noskaidroju tik daudz pie Gīvas, ka principā tur var mērīt, viņš diezgan brīvs, bet nevar zināt jau, kā tagad, un oficiāli es nerunāju. Man jau vajadzēs nežēlīgi daudz mērīt – kādu pusgadu katru dienu. Tāpēc labs, kas te izmērīts.

Jābrauc jau man būs uz šejieni vēl pēc tam, kad būs katalogs sastādīts, būs jāraksta disertācija, un to jau es bez šejienes palīdzības nevarēšu. Kad būs kas uzrakstīts, jāreda un bez tam būs jāreferē Zin. pad. sēdē. Tagad tāds lēmums."

31. aug.: "Runāju ar Nikonovu. Fotoelektriskos fotometrus ražos ГОМЗ. Projekti ir gata- vi, bet vēl neražo. Ja Kriksis ir Ļeņingradā, lai apjautājas tur uz vietas.

No tās pārveidotāju rūpnīcas pārstāvis vēl nav bijis. Kad būs – nezin. Tāpēc arī es uz Mangušu nebraucu.

Vakar pirmo reizi šogad ēdu arbūzu. Ejot uz jūru, nopirkām, bet nebija teicams. Maksā 1 rbj. kg.

Citādi nekā jauna nav. Ar fotometrēšanu neveicas. Tam МФ-4 ir apgaismošanai kino- lampa, kas ātri izdeg – pēc 50 st. Pašlaik atkal izdegusi, un nezinu, vai rezerves lampa būs vai ne. Uz МФ-2 mēra Roberts.

Gaidu rīt no Tevis vēstuli."

4. sept.: "Vajadzētu pārbaudīt to 20 cm objektīvu, vai viņš dod vispār fokusu infrasarkanos staros. Citādi iznāks tā, ka iztaisīs pārveidotāju un viņš nebūs izmantojams. Bet, kamēr truba nav uzstādīta, to grūti izdarīt. Tad būtu vajadzīgas infrasarkanās plātes. Vajadzētu pieprasīt Agfa Infrarot Platten, piemēram, Infrarot 950. Viņas gan glabājamās tikai 1½ mēnesi. Bez tam vajadzīgs melnais filtrs Nr. 589 vai 587.

.. vēstuli nupat saņēmu. Braucu ar mašīnu, kas iet pēc pasta ar skolniekiem, un esmu Simeizā. Taisni šovakar ir te filma "Уличная серенада", par kuru man jau te stāstīja un ieteica. Šovakar novēro Ira. Tā ka es varētu noskaņoties. Bet esmu nodomājis šovakar atkal mēīt uz fotometra, ja vien Roberts nemērs. Diezgan filmu esmu skatījis.

Tad jau āboli pie jums lētāki nekā te. Es pirkto mūsu bodē par 6,50, pēc izskata skaisti, bet ļoti cieti un skābi – vēl negatavi. Daudz ēdu bumbierus, tie maksā 5,50. Arbūzi arī tagad ir mūsu bodē par rubli kg.

Tās neizdevušās ekspozīcijas es esmu jau sekmīgi atkārtojis. Ja tā Ira nenovērotu, es jau būtu beidzis. Tagad vēl viens polis no Toruņas grib vienu nakti novērot. Par fotometru būtu jāraksta uz LVU vai RPI, resp., Cinim un Gīvam, lai ievadītu sarunas, bet neesmu vēl to izdarījis."

7. sept.: "Pēdējās 2 naktis novēroju, jo Ira saaukstējusies novērojot. Šīs naktis bija siltas – virs +20 °C. Šovakar (bija sarunāts) nāks novērot tas biedrs no Toruņas, bet laiks pasliktinās. Jau no rīta ap kalniem radās mākoņi, un nu jau viss ir tādā miglainā mākonī. Vēl gan tas var izklīst. Nedabūju kārtīgi izgulēties, tikai pēc trijiem eju gulēt un no rītiem mostos augšā, jo ārā trokšņi un istabā staigā. Šodien sāp galva.

Man vajadzīgs mikrofotometrs, vienalga kāds, varētu jau ar mūsējo, bet tas neērts un man daudz jāmēra. Pedā [Pedagoģiskais institūts] ir МФ-2, universitātē МФ-4, man viņi abi der, bet jautājums, vai viņi nav aizņemti. Man vajadzētu kādus 4-6 mēnešus katru die-

nu mēīt. Vēl neesmu tur rakstījis. Tevi apgrūtināt negribu."

14. sept.: "Kā jau pēdējā vēstulē minēju, otrdien izbraucām no Simeizas uz Zinātn. padomes sēdi. Laiks no rīta bija silts un jauks. Es pa ceļam vēl no Ai-Petri meteoroloģiskās stacijas, kur apstājāmie, fotografēju Jaltu un pašu Ai-Petri virsotni. Iebraucām ap trijiem, vēl paspējām drusku iekost ēdnīcā, kur šis tas vēl bija palicis, un pusčetros sākās sēde.



Pastkarte ar speciālo Starptautiskās astronu savienības X kongresa marku un spiedogu. SAS X kongress jeb ģenerālasambleja notika Maskavā 12.-20.aug.1958. Sk. rakstus ZvD: Alksne Z. SAS 10. kongress. – 1958, Rudens, 45. lpp. un Ikaunieks J. Starptautiskās astronu savienības Ģenerālā asambleja Maskavā. – 1958/59, Ziema, 1.-4. lpp.

Vispirms par Budapeštas maiņzvaigžņu konferenci ziņoja divi ķīnieši. Vispirms profesors no Purpura kalna obs. [Purple Mountain Observatory] par tiem referētiem, kas bijuši angļu valodā, jo viņš krieviski neprot. Viņš referēja angļiski, un Severnijs katru rindkopu pārtulkoja. Pēc tam par krievu valodā lasītiem darbiem krieviski ziņoja ķīniešu students. Severnijs šos uzņēma ar milzīgu godu, lika sākumā aplaudēt un pēc katra ziņojuma slaucīja studentam tāfeli, pabīdīja krēslu u.tml. Laikam pie šiem ķīniešiem viņš ir bijis savā nesenā Ķīnas braucienā. Pēc tam Severnijs ziņoja par

Stockholmas konferenci kosmiskā elektrodinamikā vai magnētiskā elektrodinamikā, kur viņš piedalījās. Tur bijuši no PSRS arī 3 fiziķi un Mustelis ar Kiperu no astrofizikājiem.”

29. sept.: “Šodien man kārtā novērot, stāgāju pa āru un pētīju debesis. Uz jūras pusi mākoņi, pievakarē arī zenītā bija cirusi, varbūt arī tagad ir, tikai nevar tos redzēt. Vēja nav, mākoņi stāv uz vietas. Tāpēc labāk nenovērot, jo tik sabojās plates. Tagad mēs trīs novērotāji, tāpēc tikai katru trešo nakti tikšu pie instrumenta.

Ceturtdienas rītā aizbraucām uz Mangušu ar šejienes autobusu skafītīes amerikāni Greenstein'u. Zvanīja mums saimniec. direktora vietnieks (Joti līdzīgs Baranovam), ka ceturtdien šis zinātn. pad. sēdē uzstāsies. Kad aizbraucām, neviens nekā par zin. pad. sēdi nezināja. Ar Greenstein'u par to nemaz nebija vēl runāts. Tomēr pēc dažām stundām bija noskaidrojuši, ka Greenstein's ir ar mieru runāt un sēde būs piektdien. Nakti es novēroju, un vakar vakarā tūlīt pēc sēdes braucām šurp.”

8. okt.: “Vakar bija svētdiena, un mēs ar Robertu gājām kalnos. Laiks bija brīnišķīgs – labāks nav bijis pa to laiku, kamēr es Krimā. Gandrīz bez vēja, bez mākoņa, silts, bet ne karsti kā vasarā – gāju no mājas zīda kreklā un īsām rokām, bet vēlāk nometu gan to,

gan sporta kreklu, pat ēnā mežā. Arī augšā uz jailas [līnija, kas savieno kalnu grēdas augstākās smailes] nebija auksts, gājām pa citu ceļu nekā toreiz 1. maijā, bet augšā uzkāpām pie tā paša At-Baša, jo citur nav iespējams. Man bija arī fotoaparāts. Varbūt iznāks arī kāda bilde. Ja Tu zinātu, kas šogad kizila, gandrīz visu ceļu, izņemot pašu augšu, ik uz soļa milzīgi krūmi pilni ogām kā nosēti. Gatavās jau nobirušas zemē. Tagad tik es redzēju un garšoju īsti gatavas kizila ogas – Joti garšīgas. Augšā jau fīri rudenīgi, zeme pilna dzeltenām, izkaltušām čaukstošām lapām. At-Baša pakājē atradām arī vienu īstu liepu ar sēklām. Viss sauss, izkaltis, bet kā par brīnumu pašā augšā starp akmeņiem ziedi līdzīgi krokusiem, bet lielāki, gaiši zili-violeti, daudz jau to nebija, bet kādās 4-5 vietās pa 5-6 ziediem redzējām, vienu paņēmu un, ja izdosies, ielikšu šai vēstulē.”

15.okt.1956.: “Tie darbi, ko es te varētu izdarīt, šai mēnesī nav tik būtiski, lai to dēļ paliktu vēl. Nu jau ir Mēness, un līdz kādam 25. okt. es tā vai tā nevarēšu novērot. Materiāla man visai ziemei ir pietiekoši, labi, ja to spēšu apstrādāt. Laiks arī tik slikts, jau trešo dienu trako vējš, prognoze pareģo lietu. Auksts pēc velna, salst ārā, salst istabā. Šodien 9° – auksts vējš.

Vakar bija dienvidrietumu vējš, t 13°. Mēs ar Robertu gājām uz Simeizu paēst... Vakarā bijām arī jūrmalā, milzīgi viļņi, ne nu pārāk lieli, bet lielākus neesmu redzējis, tā ap 2 m augsts kalns veļas uz krastu un tad brūk uz leju kā ūdenskritumā. Varen efektīgi.

Un tāpat es braucu mājā. Ja rīt tikšu līdz Mangušai, tad trešdien jau izbraukšu, cerams, ja ar biļetēm nebūs starpgadījumu, piektdienas rītā būšu Maskavā un sestdien vai svētdien mājās.”



Andrejs mājās Valmierā pie sava datora pirms ZvD redakcijas kolēģijas sēdes 2016. g. 29. jūnijā.

← Andrejs pie vīnogulājiem savā dārzā Valmierā 2016. g. 23. jūnijā.

Visi attēli no autora pers. arhīva



DMITRIJS BOČAROVŠ, JĀNIS TIMOŠENKO, DMITRIJS DOCENKO, ANDREJS CĒBERS, ARNIS KATKEVIČŠ

LATVIJAS 41. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

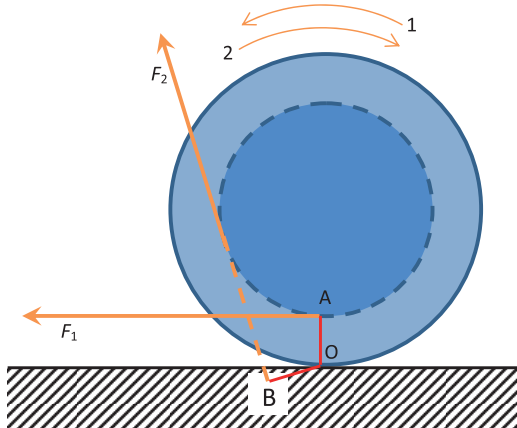
Rīga, Daugavpils, Liepāja, 2016. gada 21. februāris

Pateicoties sadarbībai ar reģionālajiem partneriem, kopš 2002. gada Atklātā fizikas olimpiāde notiek ne tikai Rīgā. Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes pārstāvji katru gadu ved uzdevumus uz Daugavpili un Liepāju, un, kā pierasts, šogad dalībnieki vienlaikus risināja uzdevumus Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes telpās Rīgā, Daugavpils Centra vidusskolā un Draudzīgā aicinājuma Liepājas pilsētas 5. vidusskolā.

Šogad 9. klases skolēni risināja 1. – 6. uzdevumu; 10. klases skolēni risināja 1. – 7. uzdevumu, bet 11. un 12. klases skolēni risināja 1. – 4. un 7. – 9. uzdevumu.

1. uzdevums “Jocīgā spole”

Tie, kas nodarbojas ar rokdarbiem, būs novērojuši diegu spoles, kas parīpojusi zem dīvanā, galdā vai skapja, jocīgu uzvedību. Ja mēģina spoli izvilkt aiz diega, kas palicis aiz spoles, turot diegu horizontāli, tad spole paklausīgi izripo ārā. Taču, ja spoli velk, turot



diegu slīpi, tad tā vietā, lai paklausīgi sekotu diegam, spole parīpos vēl tālāk prom no eksperimentatora.

Izskaidrojiet šo parādību!

Atrisinājums: Katrā laika momentā diegu spoles punkts O, kas saskaras ar grīdu, ir nekustīgs, tāpēc to var uzskatīt par momentāno spoles rotācijas asi.

No zīmējuma ir redzams, ka horizontāli vērsta spēka F_1 moments OA pret šo asi cenšas pagriezt spoli pret pulksteņa rādītāja virzienu, t.i., diega un to turošā eksperimentatora virzienā.

Ja diegu velk pietiekami slīpi, tad spēka moments F_2 ap to pašu asi centīsies pagriezt spoli pretējā virzienā un spole rīpos prom.

Var viegli atrast kritisko spēka slīpuma leņķi pret horizontu $\cos(\alpha) = R_1/R_2$ (te R_1 un R_2 ir attiecīgi spolītes iekšējais un ārējais rādiuss), virs kura spolīte aizrīpos prom no eksperimentatora. Ja spēka darbības leņķis ir tuvs kritiskam leņķim, tad spole slīdēs, nevis rīpos pa grīdu, jo rīpošanu izraisošais spēka moments būs pārāk mazs.

2. uzdevums “Līks rādītājs”

Zīmējumā parādīts ejoša pulksteņa attēls, kas iegūts, izmantojot parastu datorskenieri. Skenera darbības princips ir vienkāršs: spēcīga lampa izgaismo šauru skenējamā objekta joslu, bet atstarotā gaisma krīt uz fotodetektoru rindu, kas novietota paralēli izgaismotajai joslai. Lampa un fotodetektoru novietoti uz kustīgas galviņas, kas kustas vienmērīgi un taisnā virzienā, un detektoru nodod nolasīto attēlu datoram pēc vienādiem laika inter-



vāliem. Tādējādi, skenera lampai un detektoriem kustoties, tiek iegūti daudzi skenējamā objekta "šķēlumi", no kā tad arī tiek veidots attēls.

Izmantojot doto *zīmējumu*, nosakiet skenera lampas kustības virzienu un ātrumu, ja pulksteņa sekunžu rādītāja garums no ass līdz smailei ir 15 mm.

Atrisinājums: *Zīmējumā* attēlotajam pulkstenim ir izteikti izliekts sekunžu rādītājs. Vispirms noteiksim datorskenera lampas kustības virzienu. No sekunžu rādītāja formas varam secināt, ka vispirms tika noskenēta rādītāja smaile, tad vidus, bet beigās gals rādītāja asij pretējā pusē. Tātad skenera lampa kustas no apakšas uz augšu.



Tagad novilksim pieskari sekunžu rādītāja *attēlam* pie ass; tā rādījums atbilst 27,5 sekundēm. Redzam arī, ka rādītāja smailei atbilsto-

šais rādījums ir 20 sekundes. Tātad sekunžu rādītājs tika noskenēts $\Delta t = 7,5$ sekunžu laikā.

Leņķis starp horizontālo ass (virziens uz "15 sek") un sekundes rādītāja smaili tās skenēšanas laikā (virziens uz "20 sek") atbilst 27,5–15 sekundēm. Līdz ar to sākotnējais leņķis starp lampu un rādītāju uz pulksteņa skalas ir 27,5–15–7,5=5 sekundes, kas atbilst $360^\circ \cdot 5 \text{ s} / 60 \text{ s} = 30^\circ$ leņķim.

Skenējot sekundes rādītāju no apakšas uz augšu, lampa nogāja attālumu $L \sin \alpha$, kur $L = 15$ mm ir sekunžu rādītāja garums, bet $\alpha = 30^\circ$. Tad lampas kustības ātrums ir

$$v = \frac{L \sin \alpha}{\Delta t} = 1 \text{ mm/s.}$$

Atbilde: Skenera lampas ātrums ir aptuveni vienāds ar 1 mm/s. Lampa kustas no apakšas uz augšu.

3. uzdevums "Puspudele"

Tukšas 0,5 l stikla pudeles masa ir 450 g. Nosakiet stikla blīvumu, ja zināms, ka šī pudele grimst ūdenī, ja tā ir piepildīta ar ūdeni vairāk par pusi.

Atrisinājums: No uzdevuma nosacījuma izriet, ka Arhimeda spēks, kas darbojas uz pudeles stiklu un 250 ml gaisa, līdzsvaro pudeles stikla smaguma spēku:

$$m_s g = \rho_{\text{ūd}} V_s g + \rho_{\text{ūd}} V_{\text{gaisa}} g$$

Izteiksim no šā vienādojuma pudeles stikla tilpumu V_s kā

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_{\text{ūd}}} - V_{\text{gaisa}} = \frac{450 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} - 250 \text{ cm}^3 = 200 \text{ cm}^3$$

Tagad noteiksim pudeles stikla blīvumu ρ_s pēc blīvuma definīcijas kā masas un tilpuma attiecību:

$$\begin{aligned} \rho_s &= \frac{m_s}{V_s} = \frac{m_s}{\frac{m_s}{\rho_{\text{ūd}}} - V_{\text{gaisa}}} = \frac{450 \text{ g}}{200 \text{ cm}^3} = \\ &= 2,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

Atbilde: Pudeles stikla blīvums ir 2250 kg/m³.

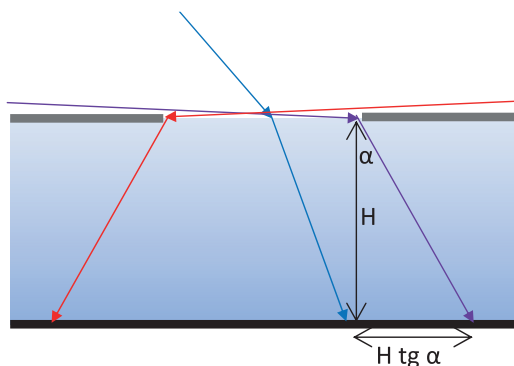
4. uzdevums "Ziemas ezers"

Ezera virsma ir pārklāta ar plānu ledus un sniega slāni, kas gaismu cauri praktiski nelaiž. Noteikt rādianus gaišajam plankumam, kas veidojas uz horizontāla ezera dibena no ledū izcirsta riņķveida āliņģa ar rādianu $R = 2$ m, ja ezera dziļums ir $H = 1,3$ m. Ezers tiek apgaismots ar izkliedētu gaismu (ir mākoņains laiks). Ūdens gaismas laušanas koeficients ir $n = 1,33$.

Atrisinājums: Gaismas laušanas dēļ gaismas stari pēc ieešanas ūdenī izplatīsies leņķos, kas mazāki par kritisko leņķi $\sin \alpha_{\text{crit}} = \frac{1}{n}$. Tāpēc gaišā plankuma rādiuss pārsniedz āliņģa rādianu par maksimālo novirzi, kuras vērtību nosaka kritiskais leņķis:

$R_{\text{plankuma}} = R_{\text{āliņģa}} + H \tan \alpha$,
kur kritiskā leņķa tangensu var izteikt kā

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{1}{n}}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} = 1,14$$



Apvienojot izteiksmes, iegūsim:

$$R_{\text{plankuma}} = R_{\text{āliņģa}} + \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}} = 2 \text{ m} + 1,3 \text{ m} * 1,14 = 3,48 \text{ m}$$

Atbilde: Gaišā plankuma rādiuss ir 3,48 m.

5. uzdevums "Ūdens, ledus un tvaiks"

Nelielu bļodu, kurā atradās 50 g ūdens ar temperatūru 273 K, ievietoja lielā hermētiskā

kamerā, no kuras tad ātri izpumpēja gaisu. Rezultātā daļa ūdens sasala, bet pārējais iztvaikoja. Atrodiet sasalušā ūdens masu! Pieņemt, ka ledus īpatnējais kušanas siltums ir 335 kJ/kg, ūdens īpatnējais iztvaikošanas siltums ir 2260 kJ/kg.

Atrisinājums: Šis process noris tāpēc, ka ūdens vārīšanās (un tādējādi arī intensīva iztvaikošana) notiek temperatūrā, kad tā piesātinātā tvaika spiediens ir vienāds ar apkārtējās vides radīto spiedienu. Ja spiediens vienāds ar atmosfēras spiedienu (1 atm), ūdens vārās pie 100 °C. Spiedienam nokrītot līdz 0,5 atm, ūdens vārās jau 82 °C, pie 10% no atmosfēras spiediena vārīšanās notiek jau 46 °C, bet pie 0,006 atmosfēras spiediena jau 0 °C.

Tā kā uzdevumā ir teikts, ka procesi notiek ātri, tad siltums ūdens iztvaikošanai var rasties tikai no kušanas siltuma, kas izdalās, daļai ūdens sasilstot. Tātad, ja m_L sasilst un m_{TV} iztvaiko, tad enerģijas bilanci var pierakstīt kā $\lambda m_L = L m_{TV}$.

No otras puses, divu masu summa ir vienāda ar kopējo ūdens masu m_U , no kurienes mēs iegūstam

$$m_L = m_U - m_{TV} = m_U - \frac{\lambda}{L} m_L$$

Izsakot no šā vienādojuma ledus masu, iegūsim $m_L = \frac{1}{1 + \lambda/L} m_U$. Ievietojot uzdevumā dotos lielumus, iegūsim, ka meklējamā ledus masa ir $m_L \approx 0,88 m_U = 44$ g.

6. uzdevums "Trīs vadu slēgums"

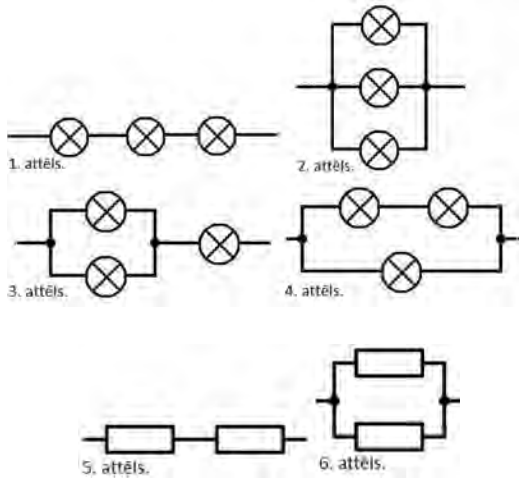
Lustrā ir ieskrūvētas sešas vienādas spuldzītes. Lustra tiek vadīta ar diviem slēdžiem, katram no tiem ir divi stāvokļi: "ieslēgts" un "izslēgts". No slēdžu kastes uz lustru iet trīs vadi; citi vadi lustrai nav pievienoti. Atkarībā no slēdžu stāvokļiem lustrā vai nu

- (a) visas spuldzītes ir izslēgtas;
- (b) visas sešas spuldzītes spīd, bet vāji;
- (c) trīs spuldzītes nespīd, bet citas trīs spīd spoži.

Uzzīmējiet visus iespējamus elektrisko slēgumu shēmas variantus!

Atrisinājums: Vispirms apskafīsim, kādas elektriskās shēmas ir iespējamas, lai apmierinātu uzdevuma nosacījumus, neņemot vērā slēdžus. Tad, kad shēmas būs noskaidrotas, varēsim ievietot tajās arī slēdžus.

Vispirms apskatām (c) nosacījumu. Tā kā pirmās trīs spuldzītes nespīd, tad par tām pagaidām varam aizmirst, jo tās nepiedalās aktīvajā ķēdē. Secinām, ka otrās trīs spuldzī-

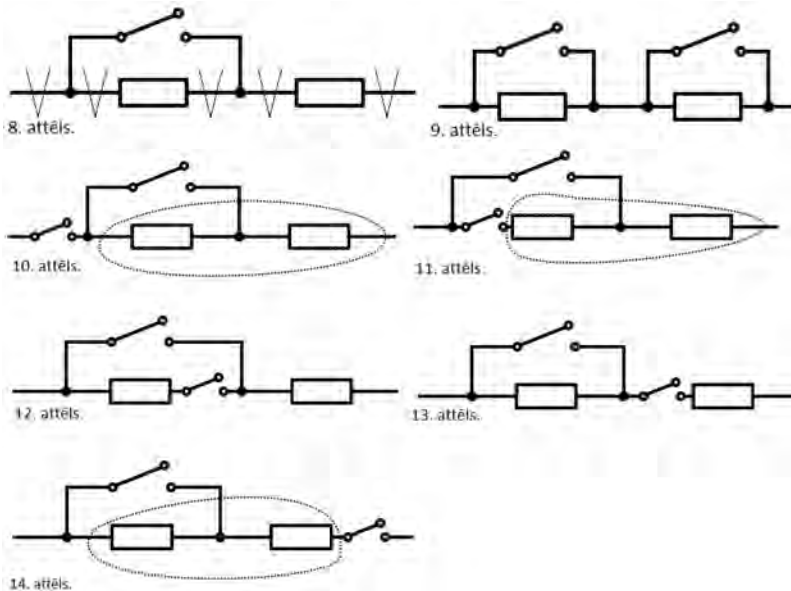


tes, kas spīd spoži, saņem vienādu jaudu. Lai tā notiktu, trim spuldzītēm jābūt slēgtām vai nu visām virknē (1. att.), vai arī visām paralēli (2.att.). Vēl ir divas iespējas (3., 4. att.), bet tad spuldzītes spīdēs atšķirīgi, jo to pieslēgumi sprieguma avotam būs atšķirīgi.

Shēmā, kas ir parādīta 1. attēlā, uz katras lampiņas krīt tikai trešdaļa no tām paredzētā tīkla sprieguma, tāpēc tās vai nu vispār nespīdēs, vai spīdēs vāji (sk. zemāk komentārus par mūsdienās populāriem elektrisko lampiņu tipiem), bet uzdevuma nosacījumā ir teikts, ka lampiņas spīd spoži. Tas liek secināt, ka tikai 2. attēla shēma var būt pareiza.

Tagad apskatām (b) nosacījumu. Jau zinām, ka otrās trīs spuldzītes veido vienu bloku un tajā izvietotas paralēli (2. att.). Kā var pieslēgt pirmās trīs spuldzītes, lai visas sešas spīdētu vienādi? Ja no tām izveido tādu pašu bloku kā no otrajām trim un saslēdz šos divus blokus virknē vai paralēli (5. un 6. att.), tad nosacījums būs apmierināts. Vienkāršības labad elektriskajās shēmās apzīmēsim šos blokus ar taīnstinūriem.

Vai (b) nosacījumu var apmierināt vēl kādā citā veidā? Ja pirmās trīs spuldzītes



slēdz kaut kur pa vidu otrajam blokam, tad slēgumam jābūt simetriskam, jo citādi spuldzītes būs pieslēgtas atšķirīgi. Tāpēc visi slēgumi, ko tā iegūst, ir ekvivalenti divu bloku virknes vai paralēlajam slēgumam. Turklāt abiem blokiem jābūt vienādiem, jo pretējā gadījumā (b) nosacījumi neizpildās.

Lai izvēlētos starp šīm shēmām, ir svarīgi atcerēties, ka (b) gadījumā spuldzītes spīd vājāk nekā (c). Atšķirīga spožuma iemesls ir atšķirīgs trīs lampiņu bloku pieslēgums šajos gadījumos. Redzams, ka 6. att. slēgtā bloki ir saslēgti identiski, tāpat 6. att. neapmierina uzdevuma nosacījumus. Savukārt 5. att., ja abi bloki ir pieslēgti, tad uz katra bloka krifis tikai puse no fīkla sprieguma, lampiņas spīdēs vāji (jo netiks nodrošināts to nominālais darba režīms) un uzdevuma nosacījumi būs apmierināti.

Tagad apskafisim, kā 5. att. shēmā var ievietot slēdzus. Lai realizētu (c) nosacījumu, mums jāvar izslēgt vienu no blokiem. To var izdarīt tikai, ja otram blokam paralēli pievieno slēdzi (8. att.). Ar otru slēdzi jāvar izslēgt abus blokus. To var ievietot kaut kur pa vidu galvenajai virknei. 8. att. visas iespējamās vietas ir apzīmētas ar ķeksīti. Jāpiebilst, ka, liekot otru slēdzi paralēli otram blokam (9. att.), shēmu tradicionālā veidā nevar izslēgt. Noslēdzot abus slēdzus, elektrības fīklā rodas īssavienojums, kas neļauj veikt turpmākas darbības.

Visas iespējamās 8. att. slēdžu pieslēguma shēmas parādītas 10.-14. att.

Pēdējais uzdevuma nosacījums ir, ka lustra ir nodalīta no slēdžu kastes (slēdžiem un elektrības fīkla) un tos savieno trīs vadi. Attēlos 10., 11., 14. to ir iespējams izdarīt, un lustra ir apvilkta ar rausfītu līniju. Ir redzams, ka šajos gadījumos no tās iziet tieši trīs vadi. Turpretī 12. un 13. attēlā to nav iespējams izdarīt, jo no slēdžu kastes līdz lustrai ir jāvelk četri vadi.

Atbilde: Pavisam ir iespējami trīs dažādi slēgumi, kas ir parādīti attēlos 10., 11. un 14.

Papildu informācija par eksistējošiem elektrisko lampiņu tiem. Pašlaik pastāv trīs spuldžu tipi, kas ir pietiekami populāri, lai tos ieskrūvētu lustrā.

1) **Kvēlspuldzes** spīd, jo tajās esošais aktīvais ķermenis tiek sakarsēts līdz temperatūrai, kad tā izstarotais termiskais starojuma spektrs daļēji pārklājas ar redzamās gaismas diapazonu. Tā sauktās halogēnās lampiņas pēc uzbūves arī ir kvēlspuldzes.

Šā lampiņu tipa spožums ir nelineāri atkarīgs no pieliktā sprieguma; kvēlspuldzes spirāles (aktīvais ķermenis tiek savīts spirālē, lai palielinātu virsmas laukumu) pretestība R arī ir stipri un nelineāri atkarīga no sprieguma U , jo R ir proporcionāla kvēlspuldzes absolūtai temperatūrai, bet tā savukārt ir noteikta ar enerģijas ieplūdes (Džoula-Lenca likums) un izplūdes (Stefana-Bolcmaņa likums) bilanci.

Kvēlspuldzes lampiņas strādā arī pie puses no nominālā sprieguma, bet izstaro ļoti vāju sarkanīgu gaismu.

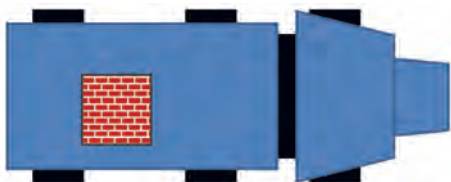
2) **Fluorescentās lampiņas** notiek gāzizlāde dzīvsudraba tvaikos, un izlādes starojums, kas ir galvenokārt ultravioletā diapazonā, tiek pārvērsts redzamajā gaismā ar fluorescējošo vielu, kas atrodas lampas sienīņu iekšpusē. Šīs lampiņas strādā ar zemu pastāvīgu spriegumu, tādēļ tajās ir transformators, kas pārveido fīkla spriegumu šajā pastāvīgā spriegumā. Ja spriegums stipri atšķirsies no nominālās vērtības (būs mazāks par to), tad transformators nedos pietiekamu pastāvīgu spriegumu un gāzizlāde nenotiks vai būs nestabila. Lampiņa nespīd, ja spriegums ir daudz zemāks par nominālo vērtību.

3) **Gaismas diodēs** gaisma izdalās p-n pārejā pie zema pieliktā sprieguma. Atkarība no pieliktā sprieguma ir ļoti nelineāra, un pat pie 90% no nominālās sprieguma vērtības gaisma vairs neizdalās. Dažās mūsdienīgu lampiņās tiek lietoti sprieguma stabilizatori, kas kompensē fīkla sprieguma svārstības. Šajā gadījumā lampiņas spožums būs tikai vāji atkarīgs no pieliktā sprieguma.

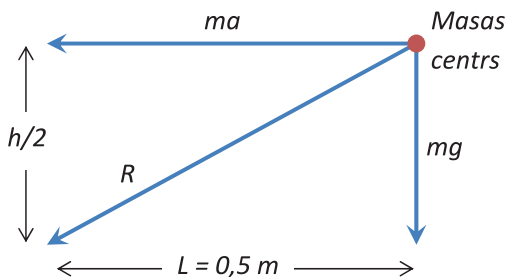
Kā lampu tipus, kurus nelieto dzīvokļos, var pieminēt **metāla halīdu lampas** (tajās notiek lokāzāde dzīvsudraba un metāla halīdu tvaikos; pie šīs klases pieder arī ksenona lampas, kas tiek lietotas automobiļu gaismas lukturos) un **nātrija tvaiku lampas** (līdzīgas dzīvsudraba lampām, bet tajās izlāde notiek nātrija tvaikos). Tās ir ir lielas jaudas lampas, kas bieži tiek lietotas ielu apgaismošanai.

7. uzdevums "Ķieģeļi rāpo pa mašīnu"

Kravas mašīnas kravas nodalījumā stāv nenostiprināta koka kaste, kas ir daļēji aizpildīta ar ķieģeļiem. Koka kastei ir kvadrātveida dibens ar malas garumu 1 m, kastes masa ir daudz mazāka par tajā esošo ķieģeļu masu. Ir zināms, ka kaste sāk slīdēt, ja mašīna sāk kustēties pa horizontālu virsmu ar paātrinājumu, kas ir lielāks par 6 m/s^2 . Līdz kādam augstumam šo kasti var piekraut ar ķieģeļiem, lai tā šādā mašīnas paātrinājumā neapgāztos?



Atrisinājums: Ar mašīnu saistītajā atskaites sistēmā kastes stabilitāte tiek noteikta ar rezultējošā spēka (smaguma spēka un inerces spēka vektorālo summu) virzienu. Ja rezultējošais spēks, kas pielikts kastes masas centrā, šķērso kastes pamatni, tad kaste neapgāzīsies. Turklāt rezultējošā spēka virziens nav atkarīgs no ķieģeļu masas kastē. Lielākais piekraušanas augstums tātad atbilst gadījumam, kad rezultējošais spēks ir vērsts uz kastes šķautni.



No taisnleņķa trīsstūra, kas parādīts attēlā, iegūsim, ka $\frac{mg}{ma} = \frac{h_{max}/2}{L}$, no kurienes $h_{max} = 2L \frac{g}{a} = 1,63 \text{ m}$.

Atbilde: Maksimālais piekraušanas augstums ir 1,63 m.

8. uzdevums "Pazudušais ūdens"

Noslēgta kamera, kuras tilpums ir V_1 un sienu temperatūra ir nemainīga un vienāda ar T_1 , ir piepildīta ar gaisu. Uz kameras grīdas tika izliets neliels ūdens daudzums. Spiediens kamerā ir $p_1 = 3 \text{ atm}$. Sistēma ir termodinamiskā līdzsvara stāvoklī. Tad kameras tilpumu sāka lēni palielināt. Kad kameras apjoms divkāršojās ($V_2 = 2V_1$), ūdens no grīdas bija gandrīz pilnīgi izzudis.

- Nosakiet kameras sienu temperatūru T_1 , ja spiediens kamerā procesa beigās ir $p_2 = 2 \text{ atm}$.
- Cik liels būs spiediens kamerā p_3 , ja tās tilpumu vēlreiz divkāršos?

Atrisinājums: Kamerā gāzveida fāzē atrodas ne tikai gaiss, bet arī ūdens tvaiki. Tā kā a) punkta apskatītā procesa laikā kamerā palika šķidrās ūdens un sistēma atradās termodinamiskā līdzsvarā, tad ūdens tvaiku spiediens p_{tv} palika konstants un vienāds ar piesātināto tvaiku spiedienu, bet gaisa spiediens mainījās no sākumvērtības p_0 līdz $p_0/2$. Sākotnējam un beigu stāvoklim pierakstīsim:

$$p_1 = p_{tv} + p_0$$

$$p_2 = p_{tv} + p_0/2$$

no kurienes atradīsim $p_0 = 2(p_1 - p_2) = 2 \text{ atm}$ un $p_{tv} = 2p_2 - p_1 = 1 \text{ atm}$.

No ūdens tvaiku piesātinātā spiediena var noteikt tvaika temperatūru. Šajā gadījumā temperatūra ir vienāda ar $100 \text{ }^\circ\text{C}$, jo tā ir viršanas temperatūra atmosfēras spiedienā. Tā ir arī meklējamā kameras sienu temperatūra, jo ir dots, ka sistēma atrodas termodinamiskā līdzsvarā.

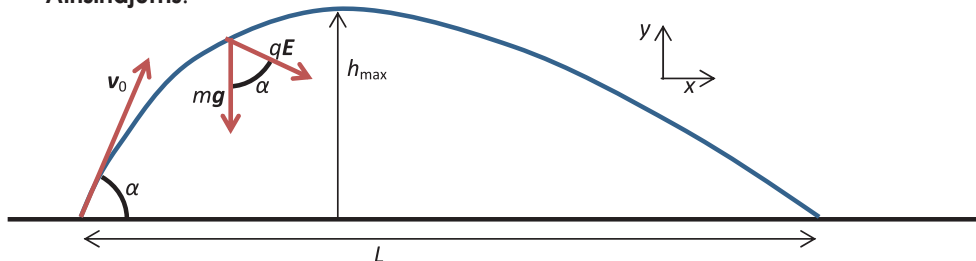
Kad kameras tilpumu divkāršos vēlreiz b) punktā, tad gāzes spiediens divreiz samazināsies, jo kamerā vairs nepalika ūdens, kas varētu iztvaikot un palielināt tvaiku spiedienu. Tātad beigu spiediens būs $p_3 = 1 \text{ atm}$.

9. uzdevums "Elektrokinemātika"

Lādēts ķermenis tiek slīpi mests vakuumā no horizontālas virsmas leņķī α attiecībā pret horizontu un atrodas homogēnā elektriskā un gravitācijas laukā. Elektriskā lauka intensitāte

ir vērsta slīpi lejup perpendikulāri sākotnējam mešanas virzienam un atrodas vienā plaknē ar to un ar smaguma spēka vektoru. Atrodiet attiecību starp ķermeņa maksimālo pacelšanās augstumu un lidojuma tālumu, ja zināms, ka tad, ja šāda stipruma elektriskais lauks būtu vērsts vertikāli augšup, ķermeņa kustība būtu vienmērīga!

Atrisinājums:



Pierakstīsim ķermeņa kustības vienādojumus:

$$x(t) = v_0 t \cos \alpha + \frac{qE \sin \alpha t^2}{m} \cdot \frac{1}{2}$$

$$y(t) = v_0 t \sin \alpha - \left(\frac{qE \cos \alpha}{m} + g \right) \frac{t^2}{2}$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha - \left(\frac{qE \cos \alpha}{m} + g \right) t$$

1. Vienmērīgas kustības nosacījums gadījumā, kad elektriskais lauks ir vērsts vertikāli augšup ($\cos \alpha = -1$), ir

$$\left(-\frac{qE}{m} + g \right) = 0,$$

no kurienes iegūsim, ka $qE/m = g$.

Pārrakstīsim kustības vienādojumus, izslēdzot qE :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha + \frac{gt^2}{2} \sin \alpha \\ y(t) = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} (1 + \cos \alpha) \end{cases}$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha - gt(1 + \cos \alpha)$$

2. Maksimālās pacelšanas nosacījums ir $v_y(t_h) = 0$, no kurienes maksimālās pacelšanas laiks ir $t_h = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 + \cos \alpha)}$. Ievietojot to augstu-

ma atkarībā no laika $y(t)$, iegūsim maksimālo pacelšanas augstuma vērtību:

$$\begin{aligned} y(t_h) &= v_0 t_h \sin \alpha - \frac{gt_h^2}{2} (1 + \cos \alpha) = \\ &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(1 + \cos \alpha)} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2(1 + \cos \alpha)^2} (1 + \cos \alpha) = \\ &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(1 + \cos \alpha)} \end{aligned}$$

3. Lidojuma tālumu var noteikt divos veidos: vai nu no nosacījuma $y(t_{max}) = 0$, vai kā divkāršoto maksimālās pacelšanas laiku. Kritiena momentam atbilstošais laiks ir

$$t_{max} = \frac{v_0 \cdot 2 \sin \alpha}{g(1 + \cos \alpha)}$$

Ievietojot to attāluma atkarībā no laika $x(t)$, iegūsim lidojuma tālumu:

$$\begin{aligned} x(t_{max}) &= \left(v_0 \cos \alpha + \frac{gt_{max}}{2} \sin \alpha \right) t_{max} = \\ &= \left(v_0 \cos \alpha + v_0 \frac{\sin^2 \alpha}{(1 + \cos \alpha)} \right) \frac{v_0 \cdot 2 \sin \alpha}{g(1 + \cos \alpha)} = \\ &= \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{\cos \alpha + \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{(1 + \cos \alpha)} \cdot \frac{2 \sin \alpha}{(1 + \cos \alpha)} = \\ &= \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{2 \sin \alpha}{(1 + \cos \alpha)} \end{aligned}$$

4. Maksimālā lidojuma augstuma un lidojuma tāluma attiecība ir

$$\frac{y(t_h)}{x(t_{max})} = \frac{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(1 + \cos \alpha)}}{\frac{v_0^2 \cdot 2 \sin \alpha}{g(1 + \cos \alpha)}} = \frac{\sin \alpha}{4}$$

Atbilde: Maksimālais pacelšanas augstums ir $(\sin \alpha)/4$ reizes lielāks par ķermeņa lidojuma tālumu.

OLIMPIĀDES REZULTĀTI

Uzdevums	Vidējā atzīme, % (Laureātu vidējā atzīme, %)			
	Rīga	Daugavpils	Liepāja	Kopā
Jocīgā spēle	13,8% (26,7%)	11,2% (62,5%)	7,5% (20%)	12,6% (28,6%)
Līks rādītājs	44,9% (84,1%)	34,6% (85%)	42,9% (95%)	42,7% (84,4%)
Puspudele	52,9% (96,8%)	36,5% (100%)	37,0% (100%)	47,9% (97,1%)
Ziemas ezers	29,0% (73,2%)	29,6% (100%)	37,1% (100%)	29,8% (75,6%)
Ūdens, ledus un tvaiks	40,7% (75,0%)	17,5% (-)	28,0% (-)	34,9% (75,0%)
Trijs vadu slēgums	10,6% (18,5%)	3,6% (-)	13,3% (-)	9,3% (18,5%)
Ķieģeļi rāpo pa mašīnu	30,3% (68,3%)	13,3% (27,5%)	3,3% (15%)	23,6% (62,7%)
Pazudušais ūdens	20,8% (40,0%)	19,2% (47,5%)	3,5% (0%)	18,4% (38,6%)
Elektrokinemātika	41,0% (72,9%)	22,5% (25%)	8,3% (25%)	35,2% (66,9%)

Norādīti uzdevumu risināšanas rezultāti (procentos no maksimālā punktu skaita), iekavās – laureātu rezultāti.

Dalībnieku skaits: 232 (9. klase – 71, 10. klase – 50, 11. klase – 57, 12. klase – 54), tajā skaitā **Rīgā 162** (53+35+36+38), **Daugavpilī 44** (12+11+13+8), **Liepājā 26** (6+4+8+8).

Rezultātu tabula ir pieejama Latvijas Atklātās fizikas olimpiādes mājas lapā <http://skolas.lu.lv/course/index.php?categoryid=52>.

Olimpiādes balvas tika sagādātas ar SIA "GroGlass", Rīgas Domes, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta un izdevniecības "Mācību grāmata" atbalstu.

UZVARĒTĀJI

Emīls Azanda (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija (RV1.ģ.) 10. kl.), Artūrs Barbris (RV1.ģ., 10. kl.), Agri Bužs (RTU inženierzinātņu vidusskola, 10. kl.), Ritums Cepītis (RV1.ģ., 12. kl.), Vilhelms Cinis (RV1.ģ., 9. kl.), Ivars Dille (RTU inženierzinātņu vidusskola, 10. kl.), Miks Freibergs (Dobeles Valsts ģimnāzija, 11. kl.), Reinis Frēlihs (RV1.ģ., 12. kl.), Antra Gaile (RV1.ģ., 12. kl.), Reinis Irmejs (RV1.ģ., 11. kl.), Aleksejs Jeļisejevs (Puškina licejs, 11. kl.), Vadīms Juris (RV1.ģ., 12. kl.), Uko Kokņevičs (RV1.ģ., 11. kl.), Aleksandrs Kozjutinskis (RV1.ģ., 11. kl.), Ričards Kraupša (Preiļu Valsts ģimnāzija, 12. kl.), Valts Krūmiņš (Sīguldā Valsts ģimnāzija, 12. kl.), Ivo Liepa (RV1.ģ., 12. kl.), Aivars Lucijanovs (Jēkabpils Valsts ģimnāzija, 10. kl.), Gustavs Mežciems (RV1.ģ., 9. kl.), Jēkabs Mežinskis (RV1.ģ., 12. kl.), Antons Miščenko (RV1.ģ., 9. kl.), Margarita Pašņina (Rīgas Klasiskā ģimnāzija, 9. kl.), Arturs Petrovs (Daugavpils Krievu vidusskola-licejs, 11. kl.), Maksims Pogumirskis (RV1.ģ., 10. kl.), Ingus Pretkalniņš (RV1.ģ., 11. kl.), Krišjānis Puduls (RV1.ģ., 12. kl.), Eduards Puišis (RV1.ģ., 9. kl.), Jānis Mārtiņš Raudis (RV1.ģ., 9. kl.), Mārtiņš Robežnieks (Jelgavas Spīdolas ģimnāzija, 10. kl.), Kirills Savčuks (Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, 11. kl.), Helvijs Sebris (RV1.ģ., 12. kl.), Jēkabs Solovjovs (RV1.ģ., 9. kl.), Laine Strankale (RV1.ģ., 12. kl.), Artjoms Ubaidullajevs (Rīgas 86. vidusskola, 9. kl.), Pauls Valdovskis (RV1.ģ., 10. kl.), Ingvars Vitenburgs (RV1.ģ., 9. kl.).



Olimpiādes laureāti LU FMF "Fizikas pēcpusdienas" pasākumā ar apbalvojuma "Laiks Ziedonim" 2016. gada laureātu zinātnes nominācijā "Taureņu uzbrukums" prof. Egīlu Stalidzānu (*pirmais no labās*).

Foto: Dmitrijs Bočarovs

Autori izsaka **pateicību** Jeļenai Azarevičai, Jānim Cimuram, Inesei Dudarevai, Marijai Isupovai, Paulai Jankovskai, Vjačeslavam Kaščejevam, Kārlim Kreicbegam, Danielam Krīmanam, Andrim Locānam, Antonam Matrosovam, Aldai Mežalei, Pāvelam Nazarovam, Alisei Ellai Pretkalnīnai, Valdim Priedolam, Aleksandram Rumjancevam, Andrejam Sabanskim, Maksimam Sokolovam, Kirīlam Surovovam, Andrejam Timuhinam, Jānim Tjarvem un Ventam Vallem par palīdzību olimpiādes rīkošanā. 🐼

ĪSUMĀ: Parakstīts Latvijas zinātnes attīstībai nozīmīgs līgums ar CERN. Izglītības un zinātnes ministrijas Komunikācijas un dokumentu pārvaldības nodaļa plašsaziņas līdzekļiem 1.nov.2016. ziņoja, ka 31.oktobrī izglītības un zinātnes ministrs Kārlis Šadurskis un Eiropas Kodolpētījumu organizācijas (*CERN*) ģenerāldirektore *Fabiola Gianotti* Ženēvā (Šveice) parakstījuši Latvijas Republikas valdības un *CERN* līgumu par zinātnisko un tehnisko sadarbību augstas enerģijas daļiņu fizikā. Ar *CERN* parakstītais līgums paver jaunas un daudz plašākas iespējas Latvijas zinātniekiem, akadēmiskajai videi un studentiem iekļauties vienā no vadošajām zinātnes organizācijām pasaulē, uzsvēris Šadurskis. Ministrs arī informējis par ieceri nākamajā gadā Latvijā organizēt *CERN* rīkotu izstādi un lekciju ciklus, kas plašākai publikai dotu iespēju vairāk izprast *CERN* pētniecības virzienus*, to ietekmi un saskarsmi ar sabiedrības ikdienas dzīvi. Mūsdienu modernā fizika, kuras pamatus 20. gadsimta sākumā lika izcilie fiziķi Alberts Einšteins ar vispārējo relativitātes teoriju un Makss Planks ar kvantu mehānikas teoriju, ir bijusi pamats daudzu jaunu apakšnozaru attīstībai, un tās kalpojušas kā katalizators jaunu tehnoloģiju un risinājumu izstrādei, gūstot arī praktisku lietojumu cilvēku ikdienas dzīvē. Šodien *CERN* galvenais mērķis ir nodrošināt pieejamību starptautiskai laboratorijai augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumiem, kas pārsniedz atomfizikas darbības jomu. Infrastruktūra un pētījumiem nepieciešamie instrumenti paredzēti kodolpētījumiem Eiropas zinātniekiem tikai nemilitāriem mērķiem.

CERN zinātniskās un tehniskās sadarbības līgumus slēdz ar valstīm, kas nav *CERN* dalībvalstis, tādējādi stiprinot starptautisko sadarbību.

* Sk. *Misas R.* rakstus *ZvD* par *CERN* pārstāvja vizītēm Latvijā: Tuvāk Lielajam Sprādzienam – *LHC* paveiktais un plāni. – 2014, Pavasaris (223), 11.-15. lpp.; Lielā hadronu pretkūju paātrinātāja jaunumi un tālākie plāni – *CERN* vīzija. – 2016, Pavasaris (231), 9.-13. lpp.

I. P.

AGNESE ZALCMANE

BRAUCIENS UZ PILNU SAULES APTUMSUMU SULAVESI SALĀ

*(Nobeigums.
Sākums Rudens (233), 47.-54. lpp.)*



Pilns Saules aptumsums 09.03.2016. Sulavesi salā, Indonēzijā. Fotografēts ar 500 mm objektīvu, fotoaparāts Canon 750D, ekspozīcija 1/500 s, jūtība 12 800 ISO vienībās.

I. Vilka foto

14. marta rītā, kad jābrauc prom no salām, pirmā 6 cilvēku tūre aizbrauc veiksmīgi, taču pirms otrās grupas saceļas milzu vējš. Mazās laivas kapteini nākas piekukuļot, un tieši uz liellaivas atiešanas laiku esam visi kopā *Vakai*. Tas pats niknais vējš esot uzpūtis arī liellaivai, tāpēc tā kavējas, kavējas, līdz izrādās, ka nebrauks mums pakāļ vispār, kaut arī biļetes jau iegādātas. Bet prāmis šajā dienā virzienā no *Vakai* nekursē. Dabūjam atpakaļ naudu par biļetēm un ar vietējā policista palīdzību atrodam kādu kapteini, kas par labu samaksu ir ar mieru mūs nogādāt uz Sulavesi. Brauciens ir par pāris stundām ilgāks nekā plānots un krietni ilgāks, nekā tas būtu bijis ar ātro liellaivu, bet nekādu stipro vēju pa ceļam nemanām. Tāpat arī kuģa dēļu klājs nav pati ērtākā vieta tik daudzu stundu braucienam. Tomēr tik traki arī nav. Jau tumsnā sasniedzam krastu un savus auto. Arī trešais auto tiek dabūts gana veikli, un varam doties ceļā. Atkal pa tumsu, bet esam iekavējušies laivas dēļ, un citu variantu nav. Ap pusnakti ierodamies jau zināmajā viesnīcā *Tentenā*.

Nākamajā rītā atsvaidsināmies vienā no augstā *Saloupa* ūdenskrituma daudzajām

pakāpēm un turpinām ceļu uz dienvidiem. Vienīgi kādā vietā izrādās, ka šis ceļš tiek remontēts un uz nākamajām trīm stundām būs ciet. Mēs esam piebraukuši kādu pusstundu par vēlu. Neko darīt. Gaidām, ēdam sausās zupuņas un citus krājumus pusdienās. Gaidīšana vēl nav pārāk apnikusi un ir pagājusi tikai kāda stunda, kad ceļš pēkšņi tiek atvērts, un mēs laimīgi dodamies kalnos un serpentīnos,



Saloupa ūdenskritums.

Foto: Normunds Riekstiņš

kas valda visā Sulavesi vidusdaļā. Nu jau gandrīz visi šoferi, kas katrā ekipāžā ir vidēji trīs, ir pieraduši pie šejienes ceļiem un brauc ne sliktāk kā vietējie. Vakarā, kad jau esam tikuši lejā, viena no mašīnām saķeras ar pretējo ar spoguļiem. Tā kā mašīnas ir apdrošinātas, meklējam policistu. Kaut arī policijas postenis ir tikai kilometra attālumā, kādu policistu ir visnotaļ grūti atrast. Tā vietā mūs atrod lērums vietējo un atkal jūtamies kā filmzvaigznes. Kad tiekam līdz policistam, izrādās, ka nekādu protokolu šeit dabūt nav iespējams, bet nofotografēt mūs ar savu viedtālruni (kā jau visi šeit) gan viņš vēlas.

Priekšpēdējā Sulavesi diena iesākas ar vēl kādu negadījumu – mūsu auto aizskar kāds motorollers, un ar to braucošā meitene no pārbīļa nokrīt. Šoreiz gan policisti ir momentā klāt. Bet arī šeit viss notiek pa *indonēziskam* – garas runāšanas, skaidrošanās, ekspertu meklēšanas un tā tālāk. Saprotot, ka, nepiekrītot viņu prasībām un tam, ka esam vainīgi, mums būs šeit jāuzkavējas līdz nākamajai dienai, šķiramies no laba žūksnīša naudas par labu cietušajai un varam doties prom. Pļevakarē izbraucam pie jūras un beidzot varam izbaudīt vietējo ātrgaitas ceļu. Divas joslas katrā virzienā un ātruma ierobežojums 80 km/h, kas arī šoreiz patiešām ir sasniedzams, jo ceļš ir taisns un diezgan gluds. Jau priecājamies, ka drīz tiksīm rietumnieciskā viesnīcā, līdz atduramies sastrēgumā – tajā pašā, kurā stāvējām pretējā virzienā, lai tiktu ārā no Makasaras. Nepaieš ne divas stundas, kad esam tam cauri in neilgi pēc tam viesnīcā.

Nākamās dienas, 17. marta, rītā atdodam automašīnas, pastaigājam pa vietējo tirdziņu, meklējot suvenīrus. Šeit tādu nav, bet, par laimi, atrodam dažus, kad nokļūstam lidostā. Atvadāmies no Andersa, kas turpinās piedzīvojumus citā Indonēzijas pusē, un gaidām lidmašīnu uz Džakartu. Tā kavējas par stundu, bet esam jau pieraduši, ka šeit tas ir pilnīgi normāli. Par laimi, lidmašīnas uz Eiropu mums ir tikai nākamajā dienā.

Džakartā iekārtojamos lieliskā hostelī – katram sava kapsuliņa ar visu nepieciešamo – matraci, lampiņu, ventilatoru, elektrotības kontaktiem, lādi mantām un galā – aizvelkamu aizkariņu. Spējīgākie vēl dodas vakara pastaigā pēc lietusgāzes.



Džakarta no augšas. Foto: Agnese Zalcmāne

No rīta apskatām Džakartas brīvības pieminekli, kura pagrabā iekārtots Indonēzijas vēstures muzejs, bet augšā – skatu platforma. Jāsaka, ka miljonu pilsēta Džakarta no augšas izskatās daudz patīkamāk nekā ielas līmenī. Tiesa, pie šejienes satiksmes esam jau pieraduši Makasarā, tā mūs vairs nepārsteidz. Pēc pieminekļa apskates dodamies uz zoodārzu, jo gribas taču beidzot redzēt mazo zvērēnu tarsiju. Dienas vidus gan nav prātīgākais laiks zoodārza apmekļojumam šajā klimata zonā, taču vienalga priecājamies par lauvām, fiģeriem, orangutaniem, mērkaķiem, putniem, ziloniem, varāniem, žirafēm un citiem šejienes iemītniekiem. Par lielu nožēlošanu, vienīgais tarsijs ir karantīnā un to apskatīt mums neļauj.

Ar to arī piedzīvojums ir beidzies, atliek tikai atpakaļceļš. Stāstīt varētu vēl un vēl, šajā rakstā nokļūva tikai neliela daļa no visa redzētā un pieredzētā. Nedaudz vairāk var izlasīt ceļotāju mājaslapā – <http://2016.eclipse-tour.org>. Un tad, pēc veiksmīgas atgriešanās, var sākt domāt par nākamā aptumsuma braucienu – uz ASV 2017. gadā! 🐼

16. ASTRONOMIJAS AMATIERU SALIDOJUMS STARSPACE OBSERVATORIJĀ

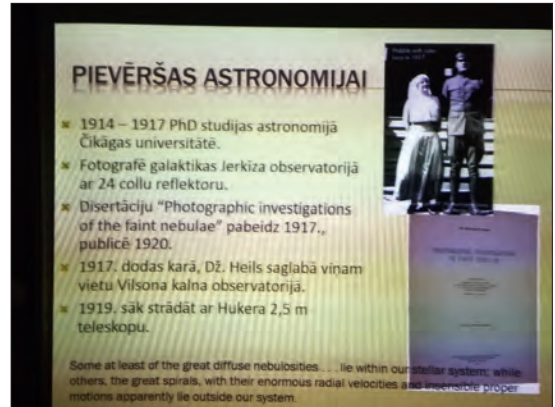
8. oktobra zvaigžņu vērotāju salidojuma tēma *Starspace* observatorijā Suntažos bija veltīta svarīgākajiem astronomiskajiem notikumiem pēdējos gadsimtos. Katrs lektors runāja par vienu gadsimtu.

A. Zalcmāne pastāstīja par 16. gs. astronomu Nikolaju Koperniku, kuram pateicoties pirmo reizi tika pieminēta Saules sistēma tagadējā izpratnē. M. Gills pieminēja tādus 17. gs. astronomus kā Galileo Galileju, Tiho Brahi, Džovanni Kasīni, Johanu Kepleru un Kristianu Heigensu. I. Vilks pastāstīja par viņaprāt ievērojamāko 20. gs. astronomu Edvinu Hablu, kura izcilākie nopelni ir galaktiku klasifikācija un Visuma izplešanās pierādīšana, kā arī galaktiku attālināšanās ātruma noteikšana.

A. Zariņa stāsts par 21. gs. vairs nebija par astronomiem, bet par sasniegumiem, jo mūsdienās nozīme vairs nav tikai atsevišķām personībām, bet pētnieku kolektīviem. Kā iespaidīgākie šā gadsimta sasniegumi tika izcelti *Ligo* eksperiments ar gravitācijas viļņu noteikšanu, Higsas bozona eksperimentāla noteikšana un *Gaia* Piena Ceļa objektu kartēšanas kosmiskā misija.

Pēc lekcijām notika diskusijas par dažādām astronomijas un mazāk astronomiskām tēmām, no globālās sasīšanas līdz kvantu datoriem.

Cilvēku nebija daudz, kādi 50 varēja būt, iespējams, slikto laika apstākļu dēļ. Apmeklētājiem bija iespējams arī novērot aitū cirpšanu blakusesošajā aitū kūfī. 🐦



Fragments no stāsta par E. Hablu – vienu no ievērojamākajiem 20. gs. astronomiem.

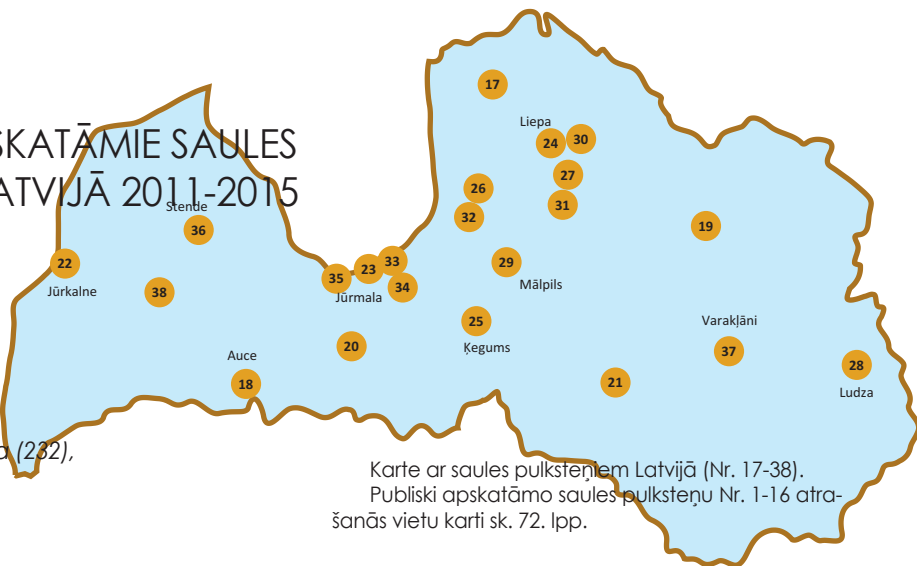
Autora foto



"Gadsimta notikums astronomijā" – 21. gs. izcilākais notikums – gravitācijas viļņu atklāšana.

**Abonē «ZVAIGŽŅOTO DEBESI»! Abonēt lētāk nekā pirkt!
Uzziņas 67 325 322 vai pa e-pastu macibu.gramata@apollo.lv**

PUBLISKI APSKATĀMIE SAULES PULKSTENI LATVIJĀ 2011-2015



(Nobeigums.
Sākums 2016, Vasara (232),
62.-64. lpp.)

28. Ludza

Koordinātes: 56°32'37"N, 27°43'16"E

Kā atrast: iepretim Ludzas novada domei
Stacijas un Raiņa ielu krustojumā.



Veids un materiāli: granīts, kapars, tērauds.

Papildu informācija: atklāts 2015. gadā.
Dizains atspoguļo Ludzas vēstures pieturas punktus un novada simbolu – lādes atslēgu.
Dizaina autors – Valdis Majeviskis, izmantoti M. Gilla aprēķini.

29. Mālpils

Koordinātes: 57°00'15"N, 24°57'03"E

Kā atrast: iepretim Mālpils Profesionālajai vidusskolai.



Veids un materiāli: koka gnomons un stunda zīmes.

Papildu informācija: izgatavots 2015. gadā. Projektējuma autors – M. Gills.

30. Mārsnēni

Koordinātes: 57°24'02"N, 25°30'31"E

Kā atrast: Mārsnēnu parkā blakus veselības takai.

Veids un materiāli: ekvatoriālais pulkstenis. Trīs laukakmeņi, nerūsējoša tērauda ciparnīca un gnomons.



Papildu informācija: izgatavots 2013. gadā. Rāda vietējo laiku. Stundu zīmes punktu formā. Projektējuma autors – M. Gills. Sk. arī ZvD, 2013/14, Ziema, 72. lpp. un vāku 3. lpp.

31. Priekuļi

Koordinātes: 57°18'44"N, 25°21'19"E

Kā atrast: Saules parkā blakus Priekuļu novada domei.



Veids un materiāli: analemmatiskais. Granīts un klinkera bruģis.

Papildu informācija: atklāts 2011. gadā. Projektējuma autors – M. Gills.

32. Raganu parks

Koordinātes: 57°11'32"N, 24°40'00"E

Kā atrast: pie mājām Ziemeļi.

Veids un materiāli: ekvatoriālais. Pamatne no granīta ar dažādu metālu elementiem.



Papildu informācija: 2007. gadā izgatavojis tēlnieks Gvido Buls.

33. Rīga, Bullji

Koordinātes: 57°01'17"N, 23°59'45"E

Kā atrast: Bullļupes krastā netālu no Roņu ielas.



Veids un materiāli: horizontālais. Metāla gnomons, koka stundu zīmes.

Papildu informācija: izgatavots 2011. gadā. Stundu zīmes bez cipariem. Projektējuma autors – M. Gills.

34. Rīga, Stacijas laukums

Koordinātes: 56°56'51"N, 24°07'14"E

Kā atrast: Rīgas Stacijas laukuma ziemeļaustrumu daļā.

Veids un materiāli: analemmatiskais. Veidots no vairāku veidu akmens un metāla elementiem.

Papildu informācija: atklāts 2012. gadā. Projektējuma autors – Valdis Majeviskis, pulksteņa daļas aprēķini – M. Gills. Vairāk par



pulkstēni skat. ZvD, 2013, Vasara, 70.-71. lpp. un vāku 4. lpp.

35. Slokas pamatskola

Koordinātes: 56°56'56"N, 23°36'42"E

Kā atrast: Slokas pamatskolas pagalmā.



Veids un materiāli: analemmatiskais. Granīta datumu skala un stundu zīmes.

Papildu informācija: izveidots 2013. gadā saskaņā ar M. Gilla sagatavotajiem aprēķiniem.

36. Stende

Koordinātes: 57°08'34"N, 22°32'02"E

Kā atrast: blakus Lielās ielas un Talsu ceļa krustojumam.

Veids un materiāli: ekvatoriālais. Koka ciparņīca, metāla gnomons.

Papildu informācija: izgatavots 2015. gadā saskaņā ar M. Gilla sagatavotajiem aprēķiniem un skicēm.



37. Varakļāni

Koordinātes: 56°36'38"N, 26°45'08"E

Kā atrast: pilsētas centrā laukumā iepretim Varakļāņu novada domes ēkai.



Veids un materiāli: slīps horizontālais. Betons un tērauds.

Papildu informācija: izgatavots 2014. gadā. Projektējuma autors – M. Gills. Sk. arī ZvD, 2014/15, Ziemā, 63.-64. lpp.

38. Vārme

Koordinātes: 56°52'20"N, 22°14'13"E

Kā atrast: Vārmes jaunā parka centrā.



Veids un materiāli: analemmatiskais. Rāda vasaras laiku. Centrālā datumu skala un stundu zīmes izgatavotas no granīta.

Papildu informācija: veidots kā daļa no jaunizveidota parka 2011. gadā. Arhitektes – B. Broka un L. Balcere. Aprēķinus gatavoja M. Gills.

Attēli no saulespulkstenis.lv arhīva

Pārskata raksta publicēšanas laikā notiek darbs pie dažiem jauniem saules pulksteņiem. Tas nozīmē, ka pēc kāda laika atkal varētu būt iemesls turpināt šo publikāciju ar saules laikrāžu sarakstu. Aktuāla informācija par Latvijas saules pulksteņiem ir vietnē saulespulkstenis.lv.

ZVAIGŽŅU SVĪTRU FOTOGRĀFIJAS

Agrāk populārajās astronomijas žurnālos samērā bieži varēja redzēt fotogrāfijas ar zvaigžņu svītrām. Tādu attēlu varēja iegūt, pavēršot fotoaparātu pret debesīm un atverot aparāta slēdzi uz stundu vai ilgāk. Pārsteidzošā kārtā mūsdienās šādu uzņēmumu tiešā veidā iegūt nav iespējams, jo digitālo fotoaparātu jutība ir ļoti palielinājusies un debess fons sagaismo fotogrāfiju jau minūtes laikā vai ātrāk. Taču ir iespējams izmantot programmatūru, kas daudzus atsevišķus uzņēmumus ar īsu ekspozīcijas laiku apvieno vienā attēlā. Autors šim nolūkam izmanto bezmaksas datorprogrammu *Startrails*. Ar to iespējams ne tikai iegūt zvaigžņu svītras, bet arī radīt iespaidu par "zvaigžņu lietu", turklāt no atsevišķajiem kadriem var salikt īsu video.

Lai iegūtu iespaidīgu zvaigžņu svītru foto, vajadzīga pacietība. Minimālais fotografēšanas laiks ir viena stunda, bet zvaigžņu svītras izskatīsies labāk, ja uzņemšanas ilgums būs lielāks. Fotografēšanai nepieciešams platleņķa objektīvs vai standarta objektīvs, kas iestādīts uz plašāko redzeslauku, statīvs un distances slēdzis, kas ļauj iedarbināt fotoaparāta slēdzi, neizkustinot pašu aparātu. Fotoaparātu pārslēdz manuālā režīmā, kas ļauj iestādīt parametrus. Izvēlas pašu lielāko vai otru lielāko jutību un maksimālu objektīva atvērumu. Uzņemot dažus kadrus, eksperimentāli nosaka vēlamo ekspozīcijas laiku, kad attēlā var redzēt daudz zvaigžņu, bet fons nav pārāk gaišs.

Autors parasti izvēlas ekspozīcijas laiku 10 sekundes pie jutības ISO 12800 un objektīva atvēruma 1:3,5. Tādā gadījumā stundas laikā iespējams iegūt 180 attēlus, jo katru uzņemto kadru fotoaparāta procesoram vēl nepieciešams apstrādāt, un tas prasa apmēram tikpat ilgu laiku kā kadra uzņemšana. Šīs pauzes neietekmē gatavo svītru attēlu, jo pārtraukumi nav redzami. 180 reizes nospieš slēdzi ir grūti



1. Zvaigžņu svītras debess rietumu pusē. Kāds objekts izgaismots ar zaļo lāzeru. 2. Tas pats attēls, tikai programmā *Startrails* izvēlēts apstrādes paņēmieni *falling stars*. 3. Zvaigžņu svītras debess austrumu pusē. Redzams arī viens meteors. 4. Zvaigžņu svītras plašā apgabalā, iekļaujot Polārzvaigzni. Kreisajā pusē ziemeļblāzma. 5. Zvaigžņu "riņķa deju" ap debess ziemeļpolu. Tuvu riņķu centram atrodas Polārzvaigzne. 6. Lielais Lācis virs Vanšu tilta Rīgā. Pilsētā uzņemt zvaigžņu svītras ir grūtāk, jo debesis ir gaišas.

un apnicīgi, tāpēc ieteicams izmantot iestādāmu taimerī. Dažiem fotoaparātu modeļiem tāds ir jau iebūvēts, citiem to iespējams iegādāties atsevišķi. Jāraugās, lai fotografēšanas laikā neaizsvīst fotoaparāta objekti. Ja tas notiek, uz brīdi fotografēšana jāaptur un jāmēģina objekti uzmanīgi nofiksēt.

Kadra kompozīcija ir svarīgāka par tehniskajiem aspektiem. Vēlams, lai kadrā būtu kāds koks, tornis vai cits objekts, kas izceļas uz zvaigžņu fona. Labi izskatās, ja fotogrāfiju uzņem pie ūdens, kas rada atspulgu (sk. vāku 3. lpp.). Zvaigžņu svītras uzskatāmi parāda debess kustību nakts laikā. Dienvidu pusē zvaigznes kustas apmēram paralēli horizontam, austrumu un rietumu pusē svītras vērstas slīpi, bet ziemeļu pusē iespējams nofotografēt zvaigžņu "riņķa deju" ap Polārzvaigzni. Šeit zvaigznes kustas lēnāk, tāpēc fotografēšanas laikam jābūt ilgākam.

Tas ir galvenais, kas jāzina par zvaigžņu svītru fotografēšanu, pārējo var apgūt praksē. Ja pieejams piemērots fotoaparāts, aicinu lasītājus izmēģināt savus spēkus un sūfīt rezultātus uz astrofotogrāfiju konkursu portālā *starspace.lv*. Rakstam pievienotie attēli uzņemti ar fotoaparātu *Canon EOS 750D*, izmantojot 15 mm platleņķa objektīvu vai 8 mm "zivs acs" objektīvu. 🐦



KOSMOSA TĒMA MĀKSLĀ

JEVGENIJS LIMANSKIS

SAULES APTUMSUMI FILATĒLIJĀ



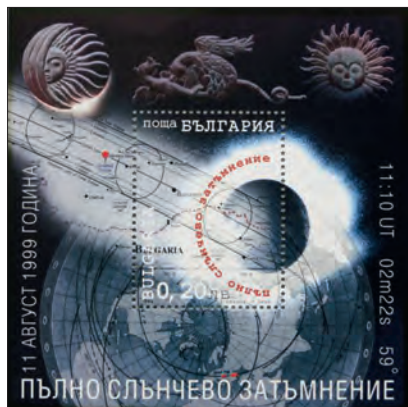
Pirmā pastmarka ar Saules aptumsuma fotogrāfiju parādījās **Meksikā** 1942. gadā Tonanzintla (Tonanzintla) Astrofizikas observatorijai veltītajā sērijā. Taču aptumsums ar datumu pirmoreiz parādījās uz divām **Rumānijas**



markām 1961. gadā, tas Rumānijas teritorijā bija vērojams 1961. gada 15. februārī.

1999. gadā **Bulgārijas** Pasts izlaida ļoti labi

pārskatāmu Saules aptumsumam 11. augustā veltītu bloku. Uz bloka Saules aptumsuma shēma un pilnā Saules aptumsuma joslu trajektorijas uz Zemes ziemeļu puslodes teritorijā.



2011. gadā **Gvinejas Republika** izlaida divus blokus, veltītus pilnājam Saules aptumsumam 2012. gadā. Uz blokiem parādīti Saules aptumsuma novērošanas paņēmieni.



2016. gada sākumā **Indonēzija** izlaida



trīs marku virkni un šo pašu marku bloku sakarā ar gaidāmo pilno Saules aptumsumu 9. martā. Uz markām parādītas Saules aptumsuma fāzes un pilnā Saules aptumsuma josla pa Indonēzijas salām. 🐦

ILGMĀRS EGLĪTIS

LU ASTRONOMIJAS INSTITŪTA PĒTĪJUMI UN ZINĀTNISKI ORGANIZATORISKĀ DARBĪBA 2015. GADĀ

Vēlo spektra klašu zvaigžņu pētījumi

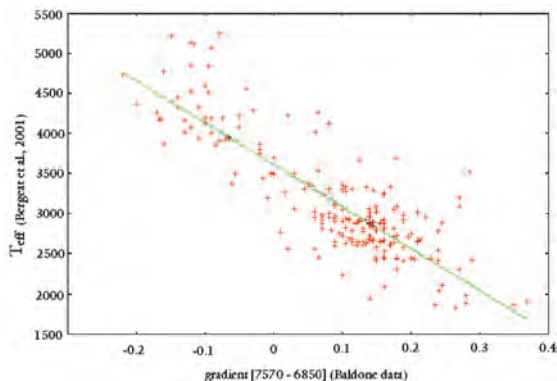
Oglekļa (C) zvaigznes ir asimptotiskā milžu zara objekti un ir tradicionāls pētījumu virziens Baldones observatorijā kopš pagājušā gadsimta sešdesmitajiem gadiem. Daudzos gadījumos C zvaigžņu atmosfēru bagātinājuma mehānisms ar oglekli nav saprasts. Šo zvaigžņu spektri ir sarežģīti, tāpēc to izpēti ir problēma joprojām. Šai zvaigžņu grupai joprojām nav izdevies izstrādāt pārlicinošu klasifikācijas shēmu.

Ar Baldones Šmidta teleskopu 2015.gadā ar 4 grādu objektfivprizmu iegūti 398 lādiņsaītes matricas attēli apgabalos ar deklināciju $55^\circ < \delta < 60^\circ$. Veikta 192 vēlo zvaigžņu objektfivprizmas spektru redukcija, efektīvo temperatūru noteikšana (sk. *attēlā*) un klasifikācija.

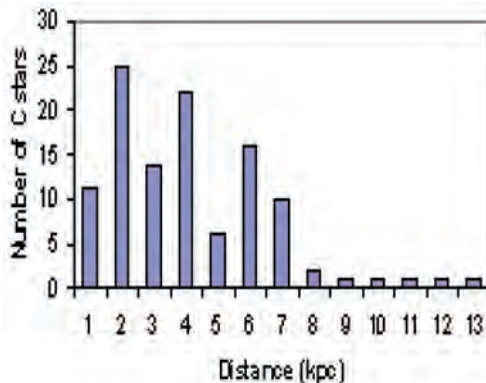
Izdevies atklāt **11 jaunas oglekļa zvaigznes**. Novērtēts 56 jauno 2011.-2013. gadā

Baldones observatorijā atklāto C zvaigžņu attālums no Saules un to absolūtie lielumi, balstoties uz *Arenau et al., 1992* Galaktikas starpzvaigžņu vides absorbcijas trīsdimensiju modeli un *Schegel et al., 1998* Galaktikas putekļu karšu bāzi, kā arī izmantojot *Mauron, 2008* darbu par C zvaigžņu absolūtā lieluma sadalījumu Lielajā Magelāna Mākonī. Atklāto oglekļa zvaigžņu attālumi ir robežās no 0,16 līdz 26,5 kpc. To sadalījums Perseja zvaigznāja virzienā parādīts *attēlā*. (I. Eglītis, M. Eglīte)

Starp vecākajiem objektiem Visumā metāla nabadzīgās zvaigznes var izmantot, lai pārbaudītu zvaigžņu evolūciju agrīnajā Visumā. Detalizēta tādu zvaigžņu analīze var sniegt svarīgu informāciju zvaigžņu astrofizikai un kosmoloģijai. Šajā pētījumā izmantota augstas izšķirtspējas ($R=67000$) spektroskopija maz pētītai ļoti metālnabadzīgai zvaigznei



Sakarība starp oglekļa zvaigžņu efektīvo temperatūru un spektrofotometrisko gradientu [7570-6850].



Oglekļa zvaigžņu skaita izmaiņu histogramma Perseja zvaigznāja virzienā.

HE 0056-3022. Rezultāti par tās ķīmisko sastāvu un atmosfēras parametriem tika apkopoti un analizēti, lai noskaidrotu zvaigznes evolūcijas statusu un zvaigznē notiekošo nukleosintēžu kopumu. Tika noteikts, ka dzelzs saturs ir $[Fe/H] = -3,25$ Dex. Tas apstiprina, ka zvaigzne HE 0056-3022 ir ar ekstremālu dzelzs izstrūkumu. No citu ķīmisko elementu analīzes rezultātiem secināts, ka zvaigzne, visticamāk, ir uz sarkano milžu zara (RGB) un tās kodolā notiek hēlija uzliesmojumi. Zvaigznes atmosfēra ir bagātināta ar alfa elementiem, jo īpaši skābekli ar $[O/Fe] = +1,45$. Šie elementi galvenokārt veidojas II tipa supernovas sprādzienā laikā. Ķīmisko elementu kopums pieļauj arī zvaigznes bināro izcelsmi. Ķīmiskā sastāva aprēķināšanai izmantoti ATLAS 9 plakanparalēlie atmosfēras modeļi ar termodinamiskā līdzsvara aproksimāciju. Šāda tipa modeļi ir vairāk piemēroti Saules tipa zvaigznēm, taču, kā parādīja aprēķinu rezultātu salīdzinājums ar citu autoru secinājumiem, modeļa izvēle nav radījusi sistemātiskas novirzes. Vienīgā ietekme ir lielāka standartnovirze vidējai koncentrācijai, jo mērījumu izkliede ir lielāka. Ar 3D atmosfēru modeli būtu panākama precīzāka koncentrāciju noteikšana. Analizēti spektrālo līniju saraksti, kuros ietvertas neblendētas atomu līnijas, izmantojot jaunākos datus par atomu un jonu spektrāllīnijām no VALD, DREM un NIST datubāzēm, kā arī pēdējām zinātniskajām publikācijām par līniju parametru laboratorijas mērījumiem. Molekulu spektrālo līniju saraksti CO, C2, CN, CH, MgH, SiH, NH, SiO molekulām tika apkopoti no Kurucz datubāzes, Jorgensena SCAN datu bāzes un O. Zamoras kompilācijās, kas ir pašreiz precīzākie spektrālo līniju saraksti šīm molekulām.

Publicētas tēzes ziņojumam par iegūtajiem rezultātiem konferencē *Why Galaxies care about AGB stars* žurnālā *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*.

Sagatavots raksts *Proper motions of embedded protostellar jets in Serpens* žurnālā *Astronomy & Astrophysics*. (A. Barzdis)

Saules sistēmas mazo ķermeņu pētījumi

2015. gadā iegūti 192 asteroīdu pozīciju novērojumi ar Baldones Šmidta teleskopu ekliptikas zonā. Atklāti **7 jauni asteroīdi**, kuri reģistrēti Starptautiskās Astronomu savienības (SAS) Mazo planētu centra datu bāzē ar pagaidu nosaukumiem: 2015 TW238, 2015 TN260, 2015 TC23, 2015 TO260, 2015 TQ260, 2015 TG350, 2015 TC350. Precizētas 96 jau zināmu asteroīdu orbītas. 2015.gada janvārī SAS CSBN (*Committee on Small Body Nomenclature*) sēdē asteroīdam Nr. 352646 = 2008 OZ1 apstiprināts nosaukums *Blumbahs* un asteroīdam Nr. 332530 = 2008 OS18 – nosaukums *Canders*.

Iegūti trīs Plutona pozīciju mērījumi saistībā ar daļību *Pluto New Horizons* misijas projektā *Earth-Based observing Campaign* (<http://guinan.space.swri.edu/nhcs/campaignobjectives=20>). Mērījumu precizitāti raksturo iegūtie vidējie mazās planētas novēroto un aprēķināto orbītas koordināšu vidējo atšķirību lielumi O-C pa rektascenciju $\pm 0,73$ un pa deklināciju $\pm 0,56$ loka sekundes. (I. Eglītis)

Augsti informatīvas datu bāzes izveidošana uz Šmidta teleskopa astrouzņēmumu arhīva digitalizācijas bāzes

No 1967. līdz 2005. gadam ar Baldones Šmidta teleskopu notika fotogrāfiskie novērojumi un iegūti 22 000 attēlu. Katrs attēls aptver 19 kvadrātgrādu lielu lauku un ietver milzīgu zinātniskās informācijas apjomu. Šīs informācijas iegūšanai nepieciešams digitalizēt uzņēmumus un nepieciešama droša metode ātrai un automātiskai digitālo attēlu arhīva apstrādei ar labu precizitāti.

2015. gadā noskenēti 2000 Šmidta arhīva astrouzņēmumi TIFF digitālo attēlu formātā un pārveidoti astronomiem ierastajā FITS (*Flexible Image Transport System*) formātā (V. Eglīte). Sākta digitālo datu apstrāde astroplatēm, kuras uzņemtas ultravioletajā spektra diapazonā (U) un uz kurām novērotas zvaigžņu kopas.

Pēc rediģēšanas no LU AI Astrofizikas observatorijas Šmidta teleskopa fotoplašu arhīva elektroniskā kataloga strukturēto teksta formāta failu versijas tika izveidota gan XML formāta failu versija, gan MS SQL datubāzes versija. Iegūtie arhīva elektroniskā kataloga varianti teksta formāta failos un XML formāta failos izvietoti LU Astronomijas institūta FTP serverī, kur tie pieejami visiem interesentiem. Savukārt fotoplašu arhīva elektroniskā kataloga datubāzes versija publicēta LU Astronomijas institūta MS SQL datubāžu serverī un pieejama no LU AI datoriem.

LU Matemātikas un informātikas institūta (MI) FTP servera *ftp.e-spiets.lv* 'astron' kontā izvietoti 4689 faili FITS formātā, kuros digitālā formātā saglabātas LU AI Astrofizikas observatorijā noskenētās astronomiskās fotoplates.

LU MI datubāzu serverī *sql.e-spiets.lv* izvietota LU AI Astrofizikas observatorijas astronomisko fotoplašu elektroniskā kataloga datubāze 'photoplates'. LU MI web serverī izveidota vieta plānotajam LU AI Virtuālās observatorijas portālam ar piekļuves adresi *luaivo.e-spiets.lv*. Nodrošināta piekļuve portālam, izmantojot FTP protokolu. Instalēts un uzturēts darbā LU AI MySQL datubāzu serveris, kā arī MSSQL datubāzu serveris. LU AI Astrofizikas observatorijas astronomisko fotoplašu elektroniskā kataloga datubāze paralēli tai, kas atrodas e-spieta datubāzu serverī, izvietota un uzturēta gan Institūta MySQL, gan MSSQL datubāzu serveros. (V. Lapoška)

Izstrādātas un noskaņotas programmas Šmidta teleskopa astronomisko uzņēmumu digitālo pierakstu redukcijas un analīzes veikšanai. Apstrādei tika pielāgotas programmas MIDAS/ROMAFOT, kuras darbojas Linux vidē. Par astrometrisko standartu tiek izmantots Tycho katalogs, bet par fotometrisko standartu zvaigznes no kataloga UCAC4. (I. Eglītis)

Starptautiskajā žurnālā *Baltic Astronomy* iznākusi publikācija *Observational data and orbits of the discovered asteroids at the Baldone Observatory in 2008-2013*. Žurnālā *Odessa Astronomical Publications* publicēts

raksts *Research of the Long Term Behaviour of the Pleiades by Using of Photographic Plates from Ukrvo Digital Archive and Baldone Observatory*.

Iesniegts EKA (PECS) projekts *An Asteroid Database from the Baldone Plates*. (A. Graņa)

Satelītu lāzerlokācija. LKS-92 ģeodēzisko novērojumu nulpunkta uzturēšana LU AI ZMP novērojumu stacijā

LU Astronomijas institūta ZMP novērojumu stacijā "Rīga" tiek veikti regulāri satelītu mērījumi ar satelītu lāzerlokācijas sistēmu, kā arī GNSS/Navstar globālās pozicionēšanas pavadoņu novērojumi. Tā pašlaik, 2012. gadu ieskaitot, ir vienīgā strādājošā lāzerlokācijas sistēma visā Baltijā un Ziemeļeiropā un ir starptautiskā lāzerlokācijas dienesta ILRS (*International Laser Ranging Service*) dalībniece. Globālās pozicionēšanas satelītu mērījumi pašlaik tiek veikti tikai ar amerikāņu GNSS/Navstar jeb GPS sistēmas satelītiem. LU AI Rīgas stacija ietilpst starptautiskajā IGS (*International GNSS Service*) dienestā un ir vienīgā IGS tīkla stacija Baltijas valstīs. Kopš 2011. gada 17. aprīļa tā ir viena no 85 EUREF EPN tīkla A klases stacijām, jo tās koordinātas var tikt noteiktas ar precizitāti < 1 cm visā tās darbības laikā. A klases stacijas kalpo kā at-



Lāzera tālmērs LS-105 Rīgā (Kandavas ielā).

skaites punkti pasaules un Eiropas reģionālo, ar Zemi saistīto atskaites sistēmu realizācijā.

Paralēli lāzera un GPS mērījumiem stacijā "Rīga" tiek veikta regulāra gruntsūdens līmeņa un meteoroloģisko datu reģistrācija. Gruntsūdens līmenis tiek mērīts divas reizes nedēļā, bet gaisa spiediens, mitrums un temperatūra – nepārtraukti ik pēc 10 minūtēm. Iegūtie mērījumi tiek uzkrāti datubāzē, kā arī pievienoti un izmantoti lāzerlokācijas un GNSS satelītu mērījumu apstrādē.

2015. gadā pēc galvenā spoguļa nomaiņas atjaunota SLR stacijas 1884 "Rīga" darbība. Izpēfīti stacijas darbā izmantoto fotoelektronu daudzkārstotāju Hamamatsu H6780-20 un H10720-20 ekspluatācijas parametri un optimālās konfigurācijas, noteiktas signālu amplitūdas korekciju funkcijas un no jauna izvērtēta SLR sistēmas mērījumu precizitāte un stabilitāte. Noteikti teleskopa montāžas modeļa parametri, kā arī izpēfīta teleskopa kustības atkārtojamība un uzvadišanās precizitāte. Izveidota nakts redzamības iekārta teleskopa kustības vizuālai kontrolei.

Tā kā iegūtie rezultāti ir starptautiskas sadarbības kopprodukts, kura zinātnisko nozīmīgumu nodrošina visu ILRS staciju kopdarbs, lāzerlokācijas datu citējamību ILRS stacijām nosaka pēc references publikācijas: *Pearlman, M.R., Degnan, J.J., and Bosworth, J.M. The International Laser Ranging Service. – Advances in Space Research, Vol. 30, No. 2, pp. 135-143, July 2002, DOI:10.1016/S0273-1177(02)00277-6. 2015. gadā tas bija citēts 25 publikācijās saskaņā ar NASA ADS (Astrophysics Data System) datiem.*

Līdzīgi kā lāzerlokācijas sistēmām globālās navigācijas satelītu mērījumi ir globālā novērošanas staciju tīkla kopīgs rezultāts un tā izmantošanu nosaka pēc references publikācijas: *Dow, J.M.; Neilan, R. E.; and Rizos, C. The International GNSS Service in a changing landscape of Global Navigation Satellite Systems. – Journal of Geodesy (2009) 83:191–198, DOI: 10.1007/s00190-008-0300-3. 2015. gadā tas bija citēts divās publikācijās.*

Pieteikts H2020 projekts *Towards next generation of SLR instrumentation and advances in Geodynamics, NEXTSLR*, pieteicējs/dalībnieks. Iegūti 69,20% (finansēšanas sliekšnis 70%). (I. Eglītis, K. Salmiņš)

Aztinības LU Astronomijas institūtam

Latvijas Zinātņu akadēmija apkopojusi Latvijas zinātnieku paveikto 2015. gadā un nosaukusi vienpadsmit nozīmīgākos sasniegumus teorētiskajā un lietišķajā zinātnē, starp kuriem ir darba cikls *Izstrādāta jauna iespēja precizēt astronomisko objektu sastāvu un hronoloģiju*, autori akad. R. Ferbers, Dr. M. Tamaniš, Mg. A. Krūziņš, Dr. **D. Docenko**, kas veikts, Latvijas Universitātes Lāzeru centram un Astronomijas institūtam sadarbojoties ar Berlīnes Tehnikas un ekonomikas augstskolu un Stambulas universitāti. Darbu cikls ar astrofizikas nozīmi, detalizēti izpēfīta pārejas grupu elementu enerģētiskā struktūra, kas ļauj modelēt astrofizikā iegūtos spektrus un būtiski uzlabot elementu izplatības zvaigžņu un galaktikas sastāvā noteikšanu un precizēt astronomisko objektu hronoloģiju.

I. Eglītis nominēts par mēneša pētnieku (*Asteroīdiem pa pēdām*).

Institūta dalība projektos

- H-2020, EUROPLANET 2020 Research Infrastructure, EPN 2020-RI, H-2020 INFRAIA-1-2014-2015, Contract No. 654208;
- FP7, FOTONIKA-LV – REGPOT-2011-1 (No: 285912; 2011-2015);
- FP7-PEOPLE -2011-IRSES-2011 (No: 294949; 2012-2014) – NOCTURNAL ATMOSPHERE;
- FP7, ASTRONET ERA-NET projekts No: 262162 2011-01-01 – koordinators CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), Francija;
- Valsts pētījumu programma *Daudzfunkcionālie materiāli un kompozīti, fotonika un nanotehnoloģijas (IMIS2), Fotonika un materiāli fotonikai*, 2015. gada (2. posma) izpilde;
- Trīs Baltic Bonus projekti;

- *ILRS – International Laser Ranging Service*, Starptautiskais lāzerlokācijas dienests;
- *EUREF EPN – Regional Reference Frame Sub-Commission for Europe*, Eiropas Reģionālās atskaites sistēmas apakškomisijas GNSS staciju fiļs;
- *IGS – International GNSS service*, Starptautiskais Satelītnavigācijas dienests;
- Starptautiskās Astronomu Savienības Pekulāro sarkano milžu darba grupa (*IAU Working Group of Peculiar Red Giants*) – Ģenerālkataloga CGCS papildināšana un pilnveidošana.
- Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūtam VSRC – 20 (I. Eglītis, K. Salmiņš), kā arī Lāzerlokācijas datus – ftp://edc.dgfi.baldw.de/pub/slr/data/npt_crd/, <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data> (K. Salmiņš) un GNSS mērījumu datus – http://www.epncb.oma.be/_networkdata/siteinfo4onestation (K. Salmiņš).

Ziņojumi starptautiskās konferencēs

Zinātniskās publikācijas

LU Al darbinieki publicējuši 8 zinātniskus rakstus dažādos starptautiskos žurnālos un konferenču materiālos:

- *Astronomical Society of the Pacific Conference Series* (Klavins, A.; Barzdis, A.; Smirnova, O.);
- *The Astrophysical Journal Supplement Series* (Smirnova, O.);
- *Baltic Astronomy* (Eglītis I.);
- *EGU General Assembly 2015, Geophysical Research Abstracts* (Salmins, K.) un vietējos izdevumos:
- LU Rakstos (I. Vilks),

- 73rd Annual conference of the University of Latvia, Riga, 6 February, 2015 – 8 (M. Abele, I. Eglītis, A. Meijers, J.R. del Pino, E. Rutkovska, K. Salmins, J. Vjaters);
- European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, 12-17 April, 2015, Vienna, Austria – 1 (K. Salmins);
- The Fotonika-LV conference *Achievements and Future Prospects*, Riga, 23-24 April, 2015 – 6 (M. Abele, I. Eglītis, J.R. del Pino, I. Pundure, E. Rutkovska, K. Salmins, I. Vilks, J. Vjaters);
- 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), June 22-July 2, 2015, Prague – 1 (K. Salmins);
- 2015 ILRS Technical Workshop, Network Performance and Future Expectations for ILRS Support of GNSS, Time Transfer and



Pazemes konferenču zāle Casa Cava Materā (Itālija), kurā notika starptautiskā lāzerlokācijas dienesta ILRS tehniskais seminārs (*Technical Workshop*) 2015. gada oktobrī.



Materas Lāzerlokācijas observatorija (MLRO – *Matera Laser Ranging Observatory*) Itālijā.
K. Salmiņa foto

Space Debris Tracking, October 26-30, 2015, Matera, Italy – 1 (K. Salmins).

Ziņojumi Latvijas konferencēs/pasākumos

- LU 73. zinātniskajā konferencē – 8 (M. Ābele, A. Barzdis, J. del Pino, I. Eglītis, M. Eglīte, A. Kļaviņš, A. Meijers, O. Smirnova, K. Salmiņš, I. Vilks, J. Vjaters);
- izstādes *Kosmiskā gaisma «Zvaigžņotajā Debesī»* atklāšanā 25. nov. – I. Pundure;
- Astronomijas amatieru seminārā Mālpilī 16. aug. un fizikas skolotāju seminārā 5. dec. – K. Salmiņš.

Pedagoģiskā darbība

Vadīts E. Lauka, RTU Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte, bakalaura darbs *Teleskopa leņķa kodētāju mērījumu apstrāde ar mikroprocesoru* (vadītājs K. Salmiņš).

Dalība Latvijas atklāto astronomijas (D. Docenko, I. Vilks) un fizikas olimpiāžu organizēšanā (D. Docenko).

Dalība Latvijas Astronomijas biedrības 24. amatieru astronomijas semināra *Ērgļa hī* organizēšanā, Suntaži, 10.-12.08.2012. (I. Vilks).

Vadītas nodarbības skolotājuursos par astronomijas mācīšanas metodiku skolas eksaktajos mācību priekšmetos Rīgā (divreiz), Saldū, Jelgavā, Valmierā, Madonā (I. Vilks).

Lekciju kursi Latvijas Universitātes studentiem: *Vispārīgā astronomija un astrofizika Fizi3112, Ievads astronomijā Fizi2012, Kosmosa fizika Fizi4027, Dabaszinātņu vēsture Ķīmi1039, Astronomijas mācību metodika Fizi5372* (I. Vilks).

Recenzēti interaktīvie mācību materiāli fizikā 8. un 9. klasei. Apgāds *Zvaigzne ABC*.

Vadīti zinātniski pētnieciskie darbi (ZPD): Rīgas Franču liceja skolēna ZPD *Mēness orbītas parametru noteikšana ar fotogrāfisko metodi* (I. Vilks) un Baldones vidusskolas 11. klases skolnieces Gledisas Vitkas ZPD *Vēlo zvaigžņu telpiskā sadalījuma īpatnības* (M. Eglīte).

Līgumi ar Latvijas iestādēm

Līgumdarbs ar LĢIA *Par ģeodinamiskajiem mērījumiem Latvijas 1992.gada ģeodēzisko koordinātu sistēmas sākumpunktā (M 1884,*

identifikācijas Nr. LĢIA 2015/005, LU L-20058 -ZF-N).

Asociācijas FOTONIKA-LV ietvaros LU Astronomijas institūta Fundamentālās ģeodinamiskās observatorijas remontdarbi un zinātnisko darba vietu aprikojuma iegāde; 31000 EUR.

Starptautiskā sadarbība

Starptautiskās sadarbības līgumi:

- *Agreement of cooperation in scientific investigations of small Solar system bodies* ar Viļņas universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūtu;
- ar Ukrainas Nacionālās zinātņu akadēmijas Galveno astronomisko observatoriju;
- ar Ukrainas Nacionālās zinātņu akadēmijas Nikolajevas astronomisko observatoriju;
- ar Tarasa Ševčenko Kijevas Nacionālās universitātes astronomisko observatoriju.

Pieredzes apmaiņa un vieszinātnieki LU Astronomijas institūtā

Pieredzes apmaiņas brauciens uz Ukrainas Zinātņu akadēmijas Galveno Astronomisko observatoriju 06.07.2015.-21.07.2015. (I. Eglītis, M. Eglīte)

Zināšanu paplašināšana Ziemeļvalstu optisko teleskopu NOT (*Nordic Optical Telescope*) observatorijā La Palmas salā (Spānija) 01.01.2015.-31.12.2015. (O. Smirnova)

Vieszinātnieki:

- *Jorge Roberto del Pino Boytel* no *Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAI, Kuba)*;
- *Justas Zdanavičius* (01.01.2015.-30.06.2015.) no Viļņas universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta.

Pasākumu organizēšana

Dalība izstādes *Kosmiskā gaisma “Zvaigžņotajā Debesī”* organizēšanā, kas Starptautiskā Gaismas un gaismas tehnoloģiju gada ietvaros tika izveidota LU Bibliotēkā: izstādes materiālu atlasīšana saskaņā ar Starptautiskās Astronomijas savienības piedāvātajām tēmām, atklāšanas programmas sastādīša-

na (I. Pundure). Atzīmējot Einšteina Vispārīgās relativitātes teorijas simtgadi, izstādes atklāšana notika 25. novembrī. Izstāde Raiņa bulv. 19 darbojās līdz 30. decembrim.

Dalība žurnālu redakcijas kolēģijās

Starptautiskais žurnāls *Baltic Astronomy* (ISSN 1392-0049) – A. Alksnis.

LZA un LU Astronomijas institūta populārzinātnisks gadalaiku izdevums *Zvaigžņotā Debess* – A. Alksnis, I. Pundure (atbildīgā sekretāre un sastādītāja), I. Vilks.

LU populārzinātniskais elektroniskais žurnāls *Terra 2.0* – I. Vilks (galvenais redaktors).

Zinātniskās literatūras apmaiņa

Organizēta zinātniskās literatūras apmaiņa ar 45 astronomiskām iestādēm 24 ārvalstīs (pret *Zvaigžņotās Debess* nr. 227 - nr. 230 izdevumiem). (I. Pundure)

Zinātnes popularizācija

Sagatavoti publicēšanai un ar Latvijas Universitātes finansālu atbalstu izdoti Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) un LU Astronomijas institūta populārzinātniskā gadalaiku izdevuma *Zvaigžņotā Debess* (ISSN 0135-129-X) četri laidieni – 2015. gada Pavasaris, Vasara, Rudens+Astronomiskais kalendārs 2016, 2015/16. gada Ziemā+Astronomiskās parādības un Planētu redzamības kompleksā diagramma 2016. gadam – žurnāla numuru apjoms 80 lpp.x3 un (64+32) lpp., <http://www.lu.lv/zvd/arhivs/>. (I. Pundure)

LZA un LU Astronomijas institūta žurnāla *Zvaigžņotā Debess* četri 2011. gada laidieni – nr. 211 - nr. 214 ievietoti LU e-resursu repositārijā <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1171>, tādējādi jau 48 ZvD numuri ir pieejami ikvienam tīmekļa lietotājam, popularizējot astronomijas, tostarp LU Astronomijas institūta sasniegumus. (I. Pundure)

Publicēts 31 populārzinātnisks (vai publicistisks) raksts: *Zvaigžņotajā Debēsī* – 28 (A. Alksnis, D. Docenko, I. Eglītis, I. Pundure, I. Vilks), elektroniskajā žurnālā *Terra 2.0* – 2 (I. Vilks), laikrakstā *Zinātnes Vēstnesis* – 1 (I. Pundure).

Dažādi pasākumi:

- dalība LU Zinātniskajā kafejnīcā *Cik veca ir gaismā?* (I. Vilks, I. Eglītis) un Zinātnieku nakts pasākumos (I. Vilks, I. Eglītis, M. Eglīte);
- nolasītas populārzinātniskas lekcijas 3192 apmeklētājiem Baldones observatorijas planetārijā *Brīnišķīgais ceļojums zvaigžņu pasaulē* (I. Eglītis, V. Eglīte);
- LU Zinātņu un tehnikas vēstures muzejā novadīti ~30 miniplanētārija seansi (I. Vilks);
- lekcija par kosmosa ietekmi uz Zemi auditoru kompānijai (I. Vilks);
- organizēta LU Zinātniskā kafejnīca *Mēness – mūsu līdzgaitnieks* (I. Vilks);
- trīs uzstāšanās Latvijas Radio un viena radio *Baltkom* (I. Vilks);
- intervijas medijiem: TV par ūdeni uz Marsa un Mēness meteorītu, žurnāliem *IR un Patiesā Dzīve* (I. Vilks, I. Eglītis);
- trīs intervijas radio programmā *Zināmais nezināmajā* (D. Docenko, I. Eglītis, K. Salmiņš);
- intervija žurnālā *A12 – Ceļš uz Latgali*, Nr. 6(21), 14.-17. lpp. (I. Pundure);
- vadītas divas skolēnu ekskursijas pie Origo saules pulksteņa (I. Vilks);
- dalība kā mentoram skolēnu konkursa *Ekspperiments* pusfinālā un finālā (I. Vilks);
- priekšlasījums par S. Hokingu pirms filmas *Teorija par visu* pirmizrādes (I. Vilks);
- Baldones observatorija aicināta kā sadarbības partneris: Swedbankas gudro punktu akcijas *Ģimenes muzeju dienas*, *Balttur 15 minūtēs caur sešiem novadiem*, *Pļaviņu Bēmu centra Pepija Sadraudzības diena*, Skaisto skatu aģentūras *Zvaigžņu gaismā dvēselei*, kinoteātra *Cinamon* pirmizrādes *Zvaigžņu kari: Spēks mostas* rīkotajos pasākumos (I. Eglītis, V. Eglīte).

Pakalpojumi valsts iestādēm

Sniegtas izziņas LR Iekšlietu ministrijas struktūrvienībām par diennakts redzamības apstākļiem. 🐼

4. OKTOBRIS – “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJĀ

Par sarīkojumu. Vēlot *“Jaunajā gadā stabili stāvēt uz zemes, bet ar sirdi un acīm lūkoties zvaigznēs”*, Zinātņu akadēmijas prezidents Ojārs Spārītis rosināja *“Zvaigžņotajai Debessij”* būt *“vienas izcilas LZA pilnsapulces vai paplašinātas Senāta sēdes varoņiem zinātnes popularizēšanas labad”*. *“Dodiet ziņu, kā Jums šis piedāvājums patīk. Cieņā –”* rakstīja Ojārs Spārītis.

Par ZA prezidenta O. Spārīša piedāvājumu domājām ilgi, un tas bija vairāku “ZvD” redakcijas kolēģijas sēžu darba kārfībā, gan spriežot par 2016. gada Pavasara laidieni (janvārī), gan Vasaras laidieni (martā), gan Rudens (jūnijā-jūlijā).

Tā kā Zinātņu akadēmijai šogad ir 70. gadskārta, arī Baldones Astrofizikas observatorijai 70 un Baldones Šmidta teleskopa darbībai 50 gadi, nolēmām atsaukties prezidenta aicinājumam un augustā, kad jau bija saskaņots datums ar prof. D. Draviņu no Zviedrijas, beidzot varējām rakstīt ZA prezidentam vēstuli par apņemšanos ZA Augstceltnē 2016. gada 4. oktobrī sarīkot līdz divu stundu garu pasākumu, kura ietvaros populārzinātniskā izdevuma izvēlēti autori priekšlasījumu formā sniegs paplašinātu ieskatu tēmās, par kurām ir rakstījuši *“Zvaigžņotajā Debess”*.

1957. gada 4. oktobri – pirmā ZMP palaišanas datums – uzskata par kosmosa apgūšanas ēras sākumu, tāpēc 2016. gada 4. oktobris – pirmā ZMP palaišanas 59. gadadiena – likās piemērota šim notikumam.

LZA prezidents atvēlēja Portretu zāli ZA Augstceltnē un pasākuma atbalstam ZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas (FTZN) vadību, dodot uzdevumu “ZvD” iespējami ātri sagatavot programmu un preses refīzi. Sākās spraiga gatavošanās FTZN priekšsēdētāja Jāņa Spīguļa pārraudzībā, jo, kā prezidents

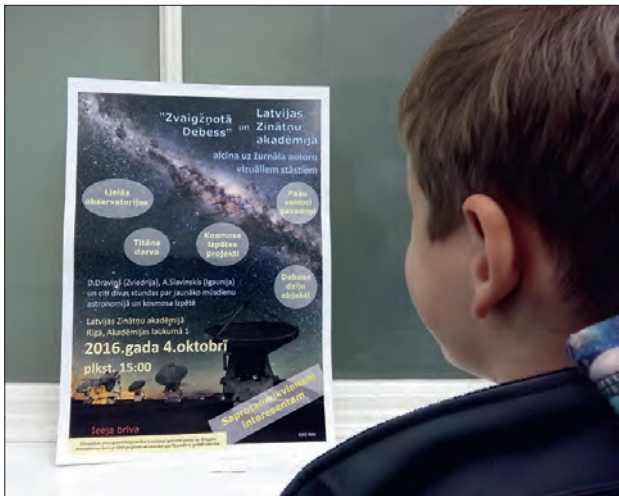


Kur tik netika pārrunāts par “ZvD” pasākumu ZA Augstceltnē: Dainis Draviņš un Mārtiņš Gills (pa labi) 21.aug.2016. Kopenhāgenā 90 m augstumā baznīcas tornī. M. Gilla foto

norādīja, *“pats vienkāršākais jau bija sarunāt no Jūsu kolēģiem labus runātājus, kas uzstāsies, bet pats grūtākais ir dabūt zāli pilnu ar ieinteresētiem klausītājiem. Tieši par pēdējo momentu pasākuma rīkotājiem vajag rūpēties visvairāk”*, pats ar nožēlu aizbildinādams, ka no 2. līdz 6. oktobrim nebūs Latvijā komandējuma dēļ.

Ar priekšlasījumu autoriem sazinājās Mārtiņš Gills, un “ZvD” redakcijas kolēģijas 8. septembra sēdē varējām pieņemt LZA-“ZvD” pasākuma programmu:

- LZA ār. loc. prof. **Dainis Draviņš** (Lundas observatorija, Zviedrija). *Vispasaules astronomija un tās organizācijas*
- Kosmosa tehnoloģiju nodaļas vadītājs Ph. D. **Andris Slavinskis** (Tartu observatorija, Igaunija). *No ESTCube-1 gūtā pieredze un ESTCube-2/3 misija*
- Ph. D. **Jānis Jaunbergs** (“ZvD” redakcijas kolēģija). *Titāna darvas ezeri*



Pasākuma plakāts, kurā iezīmētas visas priekšlasījumu tēmas. *Izveidojis Mārtiņš Gills*

- **Raitis Misa** ("ZvD" interviju autors). Kosmosa izpētes nākotnes perspektīvas caur pasaulē pazīstamu nozares ekspertu prizmu
- **Kristaps Kemlers** ("ZvD" fotogrāfiju autors). Sacensībā ar lielajiem teleskopiem

Paredzējam ar ziņojumiem saistītu dažu "ZvD" publikāciju **izstādi**:

- **Dainis Draviņš**. Par Ventspils radioantennām un to nākotnes perspektīvām. – 1995, Vasara (148)
- **Dainis Draviņš**. Starptautiskā Astronomijas Savienība IAU un tās Ģenerālās Asamblejas. – 2015/16, Ziemā (230)
- **Andris Slavinskis**. No pirmās dzirksteles līdz burāšanai kosmosā. – 2014, Vasara (224)
- **Andris Slavinskis**. Par Latvijas dalību Eiropas Kosmosa aģentūrā. – 2015, Pavasarī (227)
- **Jānis Jaunbergs**. Pirmais kontakts ar Titānu. – 2005, Vasara (188)
- **Jānis Jaunbergs**. Planetārā superrotācija un Titāna paisuma vēji. – 2006, Rudens (193)
- **Raitis Misa**. Iespēja kļūt par marsieti (*saruna ar Mars One idejas autoru Basu Lansdorp*). – 2013, Rudens (221)

- **Raitis Misa**. Tuvāk Lielajam Sprādzienam – LHC paveiktais un plāni. – 2014, Pavasarī (223)
- **Raitis Misa**. Lifts kosmosā – augsto tehnoloģiju garā pupa. (*Intervija ar LiffPort Group prezidentu Maiklu Leinu*). – 2014, Vasara (224)
- **Raitis Misa**. Plazmas dzinēji un Ad Astra Rocket Company (*intervija ar AARC prezidentu Franklīnu Čangu Diēzu*). – 2014/15, Ziemā (226)
- **Raitis Misa**. Ceļš uz kodollaikmetu. (*Saruna ar Vašingtonas universitātes HIT-SI izpētes grupas asoc. pētn. Dereku Suterlandu*). – 2015, Pavasarī (227)
- **Raitis Misa**. Projekts Orion – bum, bum kosmosā (*intervija ar proj. vad. Frīmenu Daisonu*). – 2015, Rudens (229)
- **Kristaps Kemlers**. Cigāra galaktika M82 un pārnova. – 2014/15, Ziemā (226)
- **Kristaps Kemlers**. Burbuļa miglājs NGC 7635 Kasiopejas zvaigznājā. – AK 2015 vāku 1. lpp., "ZvD" Rudens 2014 pielikums
- **Kristaps Kemlers**. Austrumu pīvurs (NGC 6992/95) no Gulbja cilpas. – AK 2016 vāku 1. lpp., "ZvD" Rudens 2015 pielikums
- **Kristaps Kemlers**. Stefana Kvintets un NGC 7331. – AK 2017 vāku 1. lpp., ZvD Rudens 2016 pielikums

Pēc akad. J. Spīguļa ieteikuma izveidojām arī informācijas lapiņu (krāsās), ko izsūtīt izlikšanai pie ziņojumu dēļiem skolās, fakultātē, institūtos u.c., kā arī ievietošanai LU un LZA portālos (*sk. ilustrāciju*).

Par žurnālu. Radusies 60. gadu beigās kā **viena no Jāņa Ikaunieka** daudzajām vērienīgajām **iecerēm**, kuru kopējais mērķis bija apliecināt arī **latviešu** zinātnieku spējas tādā augsti prestižā zinātnisko pētījumu virzienā kā astronomija, "ZvD" no šīsdienas viedokļa piesaista uzmanību vismaz ar diviem momentiem. **Pirmkārt**, tas bija samērā šauri specializēts un arī it kā samērā šauram lasītāju lokam domāts žurnāls (astronomu un astronomijas interesentu taču ir daudz mazāk nekā, pie-



Saules pulksteņa pastkarte, kuru saņēma pasākuma apmeklētāji.

Mārtiņa Gilla konstrukcija

boratorijas populārzinātniska gadalaiku izdevuma "Zvaigžņotā debess" sakariem ar pasaules observatorijām – no Norvēģijas, Zviedrijas, Somijas ziemeļu puslodē līdz Indonēzijai, Austrālijai, Jaunzēlandei dienvidu puslodē. Uz sūtījumu apmaiņas karfitēm ir Otto Struves paraksts no ASV Kalifornijas universitātes Astronomijas departamenta, Leonida Slučičāja paraksts no Argentīnas

Laplatas universitātes Astronomiskās observatorijas, direktoru parakstītas no Upsalas universitātes Astronomiskās observatorijas, Jaunzēlandes Astronomiskās biedrības u. c. astronomiskām iestādēm (sk., piem., AK 2014 vāku 4. lpp.).

Pagājušā gadsimta 70.-80. gados "ZvD" tika sūtīta 277 astronomiskām iestādēm 45 valstīs visos kontinentos, atskaitot Antarktīdu. "Zvaigžņotā debess" savienoja Latviju ar pasauli.

"ZvD" pastāvēšanas laikā ir publicēti ne vien ievērojami Latvijas zinātnieku, arī mākslinieku un mūziķu, bet arī ārzemju – Amerikas, Austrālijas, Austrijas, Baltkrievijas, Igaunijas, Itālijas, Krievijas, Lietuvas, Norvēģijas, Spānijas, Ungārijas, Vācijas, Zviedrijas – zinātnieku oriģinālraksti. "Zvaigžņotā Debess" savieno pasauli ar Latviju.

Izšķirīga loma "ZvD" liktenī ir bijusi gan gadalaiku izdevuma "Zvaigžņotā debess" iedibinātājam un atbildīgajam redaktoram pirmos 11 gadus **Jānim Ikauniekam**, gan arī otrajam atbildīgajam redaktoram nākamos 36 gadus **Arturam Balklavam**, kura laikā ar 1986. gadu šis populārzinātnisko rakstu krājums kļuva parakstāms žurnāls "Zvaigžņotā Debess" un, pateicoties kura tītāniskajām pūlēm, žurnāls izdžīvoja, valstiskās neatkarības

mēram, mūziķu un to fanu, sportistu un to atbalstītāju, ārstu un pacientu vai galu galā arī ķīmiķu un ķīmijas izmantotāju). Un, *otrkārt*, tas bija vienīgais šāda veida žurnāls, kas PSRS iznāca **nacionālā valodā** laikā, kad notika pastiprināta virzīšanās uz jaunās vēsturiskas formācijas — padomju tautas (*homo soveticus*) — veidošanu, t.i., uz vispārēju rusifikāciju. Tas bija ar toreizējās kārtības loģiku principā disonējošs precedents, un tieši tādēļ to diemžēl neizdevās atkārtot nevienam no toreizējās PSRS republiku astronomu kolektīviem. Izņēmums, protams, bija Krievijas Federācija.*

Taču PSRS Zinātņu akadēmijas populārzinātniskais žurnāls "**Земля и Вселенная**" sāka iznākt **septiņus gadus** vēlāk – 1965. gadā.

Pēc 20 darbības gadiem Zinātņu akadēmija "Zvaigžņotās debess" redakcijas kolēģijas sastāvā iekļāva fizikus Edgaru Siliņu, Tomasu Romanovski, matemātiķi Andri Bulķi, vēlāk – fizikā-šekspirologu Juri Birzvalku u. c.

Jau 1959. gada pastkartes liecina par plašiem Zinātņu akadēmijas Astrofizikas la-

* No *Balklavs A.* Populārzinātniskā literatūra – obligāts priekšnoteikums normāla mācību un sabiedrības izglītošanas procesa nodrošināšanai jeb Četri gadu desmiti ar "Zvaigžņoto Debesi". – "ZvD", 1999, Pavasaris (163), 77.-78. lpp.

laikam pienākot. Abi izcilie zinātnes popularizētāji ir iekļauti ievērojamo zinātnieku sarakstā „Latvijas zinātnieki Latvijas simtgadei”.

“Šī uzdevuma – zinātniski izskaidrot visa ap mums esošā uzbūvi – diženums pilnīgi atbilstoši tā risināšanai pieliktās pūles.” (PSRS ZA akadēmiķa J. Zeļdoviča citāts no A. Balklava raksta “Mūsdienu zinātnes priekšstati par vielisko pasauli” “Zvaigžņotajā debesī”, 1984, Pavasaris (103), 4. lpp.)

Pateicība ZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas priekšsēdim Jānim Spīgulim un zinātniskajai sekretārei Sofijai Negrejevai par līdzdzīvošanu. Lielu darbu pasākuma sarīkošanā ielika “Zvaigžņotās Debess” atbildīgā redaktora vietnieks Mārtiņš Gills. Lai gan pats 4. oktobrī atradās ārpus Latvijas, pasākuma dalībniekiem bija iespēja dabūt viņa konstruētu krāsainu pastkarti ar Rīgas torniem, ko var sūtīt pa pastu un izveidot par saules pulksteni (sk. *atēlu 67. lpp.*). Paldies “ZVD” rakstu autoriem, kas atsaucās mūsu aicinājumam ar saviem priekšlasījumiem. Par sarīkojuma dalībnieku interesi liecināja ne tikai daudzie jautājumi priekšlasījumu autoriem, bet arī vairākas no izstādes galda pazudušās publikācijas.

Sk. arī Kipere Z. “Zvaigžņotā Debess” savieno Latviju ar pasauli. – LZP, LZA un LZS laikraksts *Zinātnes Vēstnesis*, 16 (516) ISSN 1407-1479 2016. gada 10. oktobris, 1. lpp.

Sk. arī Kipere Z. “Zvaigžņotā Debess” savieno Latviju ar pasauli. – LZP, LZA un LZS laikraksts *Zinātnes Vēstnesis*, 16 (516) ISSN 1407-1479 2016. gada 10. oktobris, 1. lpp.

ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ ✎ ĪSUMĀ

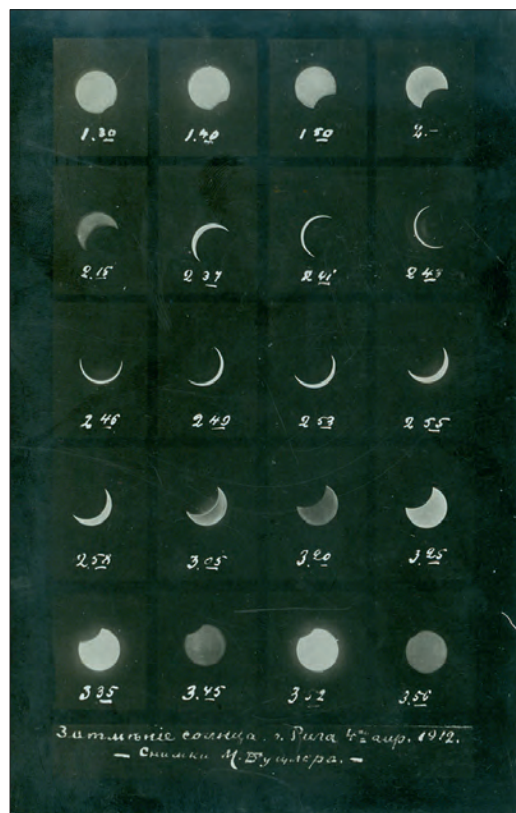
Mārtiņam Bucleram – 150. Mārtiņš Buclers (12.dec.1866.-14.apr.1944.) – viens no pirmajiem latviešu fotogrāfiem. Propagandēja fotogrāfiju, pasniedza fotomākslas pamatus, izstrādāja fotogrāfijas teoriju, kompozīciju. 1897. gadā atvēra savu fotodarbnīcu Sīguldā, pēc tam veikalu-fotolaboratoriju Rīgā, kur 1914. gadā sāka ražot arī fotopapīru. Pirmā pasaules kara laikā ar savu “fotorūpniecību” un daļu darbinieku evakuējās uz Harkovu, pēc tam uz Kijevu, kur ražoja papīru karaspēka vajadzībām.

Atgriezās Latvijā 1921. gadā un turpināja pedagoģisko darbību, piedalījās presē diskusijās par fotogrāfiju un fotomākslu. Līdz 1915. gadam M. Buclers ar saviem darbiem aktīvi piedalījās fotoizstādēs Latvijā un ārzemēs, bet 20.-30. gados savu darbību izvērsa vairāk kā fotoliteratūras rakstnieks, atjaunoja fotopapīra un fotoplašu ražošanu.

Mārtiņu Bucleru ar pilnām tiesībām var nosaukt par latviešu fotogrāfijas tēvu. Kopš 1987. gada fotomākslā tiek piešķirta Mārtiņa Buclera prēmija par “izcilie sasniegumiem mākslas fotogrāfijā”.

12.dec.2016. Latvijas Pastā paredzētā speciālā zīmogošana “Mārtiņam Bucleram – 150” notika Latvijas Fotogrāfijas muzejā Vecrīgā.

Jevgenijs Limanskis



Saules aptumsums Rīgā 4.apr.1912.
M. Buclera uzņēmumi

ARTURS BALKLAVS-GRĪNHOFŠ

ASTROMAĢIJA, KURU DĒVĒ PAR ASTROLOĢIJU

(Nobeigums, sākums ZvD 2015, Vasara, 67.-70. lpp.)

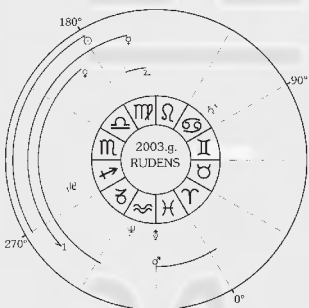
Kosmiskie ritmi un kosmiskie hronometri

Nav noliedzams, ka cilvēka dzīvības norises un līdz ar to visa dzīve ir pakļauta noteiktiem ritmiem. Labi pazīstami ir, piemēram, diennakts ritmi un sezonas maiņu iespaids uz cilvēku fizisko un garīgo stāvokli. Ir pēfīti un atrasti pierādījumi arī Saules aktivitātes ciklu iespaidam uz vairākām dzīvības procesu norisēm, ko pēta zinātnes nozare, kuru sauc par *Saules-Zemes sakariem*. Nav izslēgta arī citu kosmiskas dabas ciklu un ritmu iespaids pašstāvēšana.

Savulaik, ņemot vērā lielo interesi, var pat teikt ažiotažu, kas izvērās ap astroloģiju un kura diemžēl, kā jau apcerējuma sākumā atzīmēts, nav rimusi pat mūsu dienās, un vēlēdamies žurnāla "Zvaigžņotā Debess" lasītājiem atvieglot personīgas un galvenais – **objektīvas** pieredzes uzkrāšanu, sākot ar 1991. gadu, šajā žurnālā tiek publicētas divas debess spīdekļu kartes: viena – ar Saules un planētu (skat. 1. att.), otra – ar Mēness kustības

(stāvokļu) attēlojumu zodiaka zīmēs attiecīgajā gadalaikā (skat. 2. att.). Šīs kartes faktiski ir kosmiski hronometri, kuriem par skalām kalpo zodiaka zīmes (kā zināms, zodiaka zīmes mūsdienās vairs neatbilst zodiaka zvaigznājiem (Birzvalks, 1992), taču tas *netraucē* astroloģiem attiecināt uz zodiaka zīmēm to pašu, ko pirms tūkstošiem gadu, kad zodiaka zīme apzīmēja tā zvaigznāju). Tas paver iespēju datēt visus notikumus (laimīgus un nelaimīgus gadījumus, t.i., veiksmes un neveiksmes, interesantas sastapšanās, garastāvokļus utt., utt.) attiecībā pret debess spīdekļu stāvokli dotajā momentā un objektīvi izpētīt un atklāt, vai personīgo dzīvi nenosaka kāds vēl līdz šim nezināms ritms, kāda objektīva likumsakarība un līdz ar to, paredzot sekas, plānot izturēšanos.

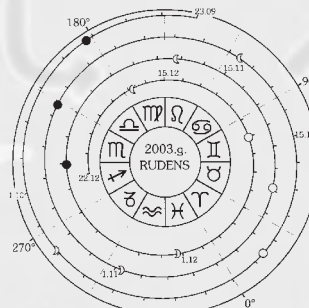
Šādas kartes, kuras pēc šā raksta autora ierosinājuma ir programmējis un veidojis Juris Kauliņš un kuras tiek publicētas atbilstoši gadalaikam katrā žurnāla "Zvaigžņotā Debess" numurā, ļauj atklāt un izpētīt personīgos rit-



☉ – Saule – sākuma punkts 23.09. 0°, beigu punkts 22.12. 0° (šie momenti attiecas arī uz planētām; simboli novietojums atbilst sākuma punktam).

☿ – Merkurs, ♀ – Venēra,
♂ – Marss, ♃ – Jupiters,
♄ – Saturns, ♅ – Urāns,
♆ – Neptūns, ♇ – Plutons.

1 – 17.decembris 18°.



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

Jaums Mēness ● : 26.septembrī 6°09";
25.oktobrī 15°50"; 24.novembrī 0°59".
Pirmais ceturksnis ☽ : 2.oktobrī 22°09";
1.novembrī 6°24"; 30.novembrī 19°16".
Pilns Mēness ☉ : 10.oktobrī 10°27";
9.novembrī 3°13"; 8.decembrī 22°37".
Pēdējais ceturksnis ☾ : 18.oktobrī 15°31";
17.novembrī 6°15"; 16.decembrī 19°42".

1. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs. (No "Zvaigžņotās Debess", 2003, 181).

2. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs. (No "Zvaigžņotās Debess", 2003, 181).

mus (ja vien tādi, protams, objektīvi pastāv), kas saistīti ar tā vai cita debess spīdekļa stāvokli attiecībā pret zodiaku, kā arī ļauj nodrošināt zinātnisku precizitāti citu iespējamu **Kosmos-Zeme** kopsakarību meklēšanā.

Tātad, šīs kartes (kosmiskie hronometri) ir domātas visiem tiem, kas nopietni vai vispār interesējas par reāliem vai iespējamajiem sakariem starp Kosmosu un Zemi vai starp Kosmosu un Cilvēku. Tās ir objektīva un precīza atskaites sistēma, kas ļauj sasaitīt jebkuru parādību vai notikumu ar jebkura debess ķermeņa stāvokli zodiakā, laikā un gadalaikā un līdz ar to noskaidrot vai atklāt to savstarpējās saistības vai sakarības, no kurām vispirms ir jāizceļ korelatīvās sakarības kā visplašākā parādību kopsakara klase.

Starpību starp korelatīvām un šķietami labāk pazīstamām cēloniskām sakarībām var saprast, ja aplūkojam divus piemērus. *Pirmais* – zvana mēles trieciens pret zvana sienu un tā nodimdēšana ir parādību cēloniska sakara piemērs (zvana mēle izraisa skaņas ģenerāciju). *Otrais* – gaiļa dziedāšana un Saules lēkts ir parādību korelatīva sakara piemērs, jo gaiļa dziedāšana neizsauc Saules lēktu, bet abu šo parādību **cēlonis** ir Zemes griešanās ap savu asi, kas ir par iemeslu gan Saules lēktam, gan sinhronizē gaiļa bioloģisko pulksteni. Ne visas korelatīvās sakarības ir cēloniskas, bet visas cēloniskās sakarības ir arī korelatīvas. Kā vienu, tā otru sakarību zināšana ļauj veikt to prognozēšanu, it sevišķi jau tad, ja parādības ir cikliskas, t.i., pakļautas noteiktiem ritmiem, kā to ļoti bieži var vērot dzīvajā dabā.

Runājot par dabas cikliem, tomēr jāievēro viens apstāklis, proti, Zemes, faktiski Saules kustība (rotācija) ap Galaktikas centru (*Balklavs, 1967*), kas, kā zināms, notiek pa gandrīz riņķveida orbītu ar ātrumu ap 250 km/s. Pilns apgrieziena ap Galaktikas centru tiek veikts apmēram 250 miljonu gadu laikā. Tas nozīmē, ka Saules (un Zemes) stāvoklis attie-

cībā pret zvaigznēm, lai arī it kā nemanāmi, tomēr nepārtraukti mainās, un līdz ar to, tā kā nav iespējama pilnīgi precīza kosmisko apstākļu atkārtošāšanās, tad arī precīza situāciju atkārtošāšanās, pat ja process ir cēloniski ciklisks, nav gaidāma un nevar notikt, jo ļoti reti – tikai pēc 250 miljoniem gadu – Saule atkal atrodas tajā pašā Galaktikas vietā. Taču, ja ņem vērā, ka pa šo laiku ir ievērojami mainījušies arī citu zvaigžņu stāvoklis Galaktikā, jo arī tās kustas un turklāt katra ar savu ātrumu un periodu, kā arī Zemes ass precesiju, tad var teikt, ka pilnīgi precīza zvaigžņu stāvokļu atkārtošāšanās vispār nav iespējama un līdz ar to no eksakto zinātņu viedokļa astrologu pieņēmumam, ka zvaigžņu stāvoklis nosaka cilvēku likteni, nav absolūti nekāda racionāla pamata; sīkāk apsvērumus šajā ziņā var lasīt arī (*Birzvalks, 1992*).

Avoti

- *Alksnis A.* Astroloģijas vērtējums Amerikas žurnālā. – Žurnāls "Zvaigžņotā Debess", 1994/95. gada ziema, nr. 146, 59.-60. lpp.
- *Balklavs A.* Kāds ir Zemes "absolūtais ātrums"? – "Zvaigžņotā debess", 1967. gada pavasaris, nr. 35, 21.-23. lpp.
- *Balklavs A.* Visas zvaigznes ir vienādi laimīgas. – Žurn. "Labā Vēsts", 1999, aprīlis/majis, Nr. 2(52), 28.-29. lpp.
- *Balklavs A.* Cik dziļi grimsim tumsonības purvā? jeb Aicinājums abonēt skolās "Zvaigžņoto Debess". Atklātā vēstule izglītības un zinātnes ministram K. Greiškalnam. – "Zvaigžņotā Debess", 2002. gada pavasaris, nr. 175, 62.-66. lpp.
- *Birzvalks J.* Precesija, zodiaka zvaigznāji un zīmes. – "Zvaigžņotā Debess", 1992. gada pavasaris, nr. 135, 27.-33. lpp.
- *Birzvalks J.* Astroloģija sānskatā. – "Zvaigžņotā Debess", 1992. gada pavasaris, nr. 135, 62.-65. lpp.

Pēdējās izmaiņas 01.08.2003.

© Arturs Balklavs-Grīnhofs, 2003

© LIIS, 2003

ASTROLOĢIJA-PAREĢOJUMI?

Zināt nav tas pats, kas paredzēt. Ja izbrauksim no Rīgas pa Daugavpils šoseju, nekur nenogriežoties, noteikti nokļūsim Daugavpilī. Ja brauksit pa Vidzemes šoseju, nenogriežoties blakus ceļu atzarojumos, nokļūsit Pleskavā. Ja ceļa nezinātājs zinātājam jautās, kā nokļūt Daugavpilī, zinātājs parādīs virzienu. Vai tā ir pareģošana? Nē! Tās ir zināšanas. Cita situācija būs, ja jautātājs prasis, kā var nokļūt Cēsīs vai Alūksnē. Var atbildēt cilvēks, neko nezinādams vai aptuveni zinādams ceļu. Tā nu sākas cilvēku mulķošana, un tā vairs nav zināšana, bet negodīgums, ko tautas sadzīvē sauc par pestelēm. Ja ceļa rādītājs runās pārliecinoši, izmantojot dažādas šeit nevajadzīgas un visiem zināmas patiesības, lai sfāstījums būtu ticamāks, ceļotājs noticēs un dosies ceļā. Ne Cēsīs, ne Alūksnē viņš nenokļūs bez droša zinātāja palīdzības. Lūk, tāda ir atšķirība starp *zināt* un *paredzēt*. Tātad ceļa rādīšanas pratējs izmanto ceļa prasītāja ticību. Astrologs-pareģotājs arī izmanto cilvēku ticību, kura bieži saistīta ar cilvēka-jautātāja smagu psihisku vājumu, zaudējumu vai vēlēšanos. Karavadonis Gajs Jūlijs Cēzars par šīm situācijām sacījis: *“Ja cilvēks kaut ko ļoti vēlas, tad viņš sāk tam ticēt un beidzot to pieņem par patiesību”*. Uz šīs atziņas bāzējas astrologu, čigāniešu un citu pareģotāju panākumi. Čigāniete, darbodamās iepriekš kādā lauku mājā, bez zilēšanas nemanot visu uzzināja par kaimiņu mājas ļaudīm, par to paražām, vainām, slimībām u.c. notikumiem. Nākamajā vietā viņa zināja pareģot šiem cilvēkiem pagātnei un nākotnei daudz ticamāk.

Astroloģija savā darbībā izmanto un iepin zinātnei un tā nezinātājam piešķir lielu ticamību. Kaut ko gan arī šodienas cilvēks, kura prāts aizņemts ar naudas pelnīšanu un izklaidi, zina par astronomiju. Zemapziņā arī tam tā ir kaut kas varens. Astrologi sevi bieži vien rāda kā īstenus zinātniekus, kuri tiek apmācī-

ti īpašās mācību iestādēs. Ja kāds astrologs uzstājas kā sagatavots augstākā vai zemākā astroloģijas skolā, pakāpe viņam ticēt cilvēku acīs palielinās. Šādam cilvēkam izzūd atšķirība starp cilvēces pamatzinātnei astronomiju un tumsonības saputrojumu – astroloģiju. Kas zina, varbūt ir kādas godīgam cilvēkam nezināmas zagļu skolas? Astrologam paredzēšanai esot jāzina cilvēka dzimšanas brīdis. Kā to var pateikt precīzi? Ja precizitāte nav svarīga, tad nav jēgas prasīt dzimšanas momentu. To apšaubīja jau sengrieķi. Nav saprotams, kā dzimšanas brīdi attiecināt arī uz tiem, kuri nākuši pasaulē “kreklīnā” vai ar ķeizargriezienu palīdzību. Avīzes publicētie astrologa norādījumi doti visās zodiaka zīmēs dzimušajiem. Cik tie ir izplūdināti un norādījumi vienādi visiem. Atšķiras tikai izklāstījuma veids. Tātad pareģojumi un norādījumi šīnī dienā gandrīz visiem vienādi. Ja mēs esam kalnos, tad droši varam minēt daudzas nelai mes un nepatīkšanas, kas saistītas ar Kesona kalnu slimību. Ja sācies ciklons un lietus līst, tad labi nāks miegs, parkā apklusīs putni, cilvēki kļūs nervozi. Tā Kesona slimības vai ciklona gadījumā būs vienmēr, un to pareģošana nav vajadzīga. Ja kaut kas regulāri un secīgi atkārtojas, tās ir zināšanas, ne pareģojumi. Var minēt konkrētu šādas situācijas norisi. No tūkstošiem iespēju kaut kas jau sakrītis, ko būs šīnī situācijā pareģojis zilnieks-astrologs. Vairāk gan nesakrītis. Pārējais atkarīgs no cilvēka godīgas domāšanas. Lūk, godīgi domāt mēs ne visi gribam un spējam. Filozofs Imanuels Kants kādreiz izteicies: *“Ak, kaut jums būtu drosme domāt!”* Jā, domāšanai arī vajadzīga drosme. Nedomāšana un akla ticība pestelotājiem cilvēkam atņem laiku un spēju redzēt īstenību un pareizi rīkoties visos gadījumos. Tie, kuri to visu kultivē, apmulķotajiem nemanot, pelna miljonus, lai arī senos laikos pareģonim kļūdas dēļ bija jāzaudē paša galva.

Ēvalds Apinis, Smiltene

NĀKOŠIEM GADU SIMTIEM LATVIJAI – SAULES PULKSTENI!

Pēc diviem gadiem Latvijai svinēsīm simts gadu jubileju. Kā iecerēsīm ceļu nākošiem simtiem gadu? Vai darināsim kādu lietu, ko pēc tam ievietot muzejā? Ir jārada kaut kas morāli liels un nozīmīgs, kur piedalās visa tauta. Jārada kaut kas ar garīgu spēku piesātināts, reāls gadu simtu simbols. Tāds ir **Saules pulkstenis**.

Latvijai pagājušie 100 gadi ir bijuši zaudējumu, briesmu un iznīcības draudu pilni, bet tauta ir dzīva. Mums, izdzīvojušai tautas daļai, ir jādomā par tādu piemiņu bijuši simtgadei, kas rāda ceļu nākotnei. Šim simbolam jābūt fiziski un simboliski saprotamam visiem, jārada nekļūdīgi ceļš nākotnei.

Vienkāršs, ar lielu emocionālu vērtību un spēku ir Saules pulkstenis – gaismas un laika rādītājs. Gaisma un laiks ir mūžības rādītāji. Tie nav iznīcināmi. Gaisma rāda pareizo laiku, vietu, kur atrodamies, ceļu ik brīdī un izgaismo vēstures kļūdas un patiesību. Saules pulkstenis nav sarežģīta un dārga būve. Tā jābūvē un jāuzņemas valstij, bet ar līdzekļiem jāpiedalās

visai tautai. Līdzekļi var būt simboliski, lai var piedalīties bērni, kas nākotnē būs nozīmīgi un svarīgi. Pulkstenis piederēs tautai. Pulksteņa atrašanās vieta var būt Gaiziņkalns. Pulksteņa konstruktoru, astronomu, inženieru, būvētāju un arhitektu mums ir pietiekami. Piemineklim un tā novietojuma vietai jābūt kā tautas svētumam (svētvietai) bez jebkādam izklaides būvēm un ierīcēm. Gaiziņkalns ar savām agrām ziemām un vēlo pavasari rada īpašu mistiku, neparastu, mulsinošu noskaņu.

Pārvarams traucējums ir zemes privātipašums, uz kura atrodas Gaiziņkalns. Īpašniece, kas dzīvo ASV, to nepārdod parastām iecerēm, kur tuvumā vienmēr bizness. Varbūt mūsu iecerei īpašniece būs labvēlīga. Saules pulkstenim nav jālīdzinās apmēru ziņā Brāļu kapiem, Likteņdārzam vai citām svētvietām.

Vai uzstādīt Saules pulksteni kā simbolisku norādi nākošām Latvijas simtgadēm un par vietu, kur tam būt, lai savas domas izsaka visi, kam tuva Latvijas tauta un Latvijas valsts.

Ar sirsnīgiem vēlējumiem

Ēvalds Apinis, skolotājs
Tālr. 26069131
5. sept. 2016.



Latvijā publiski apskatāmo saules pulksteņu Nr. 1-16 atrašanās vietu karte (no ZvD, 2010, Rudens (209), 31. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/2793>
Karti ar saules pulksteņiem Latvijā Nr. 17-38 sk. 52. lpp.

DEBESS SPĪDEKĻI 2016./2017. GADA ZIEMĀ

Astronomiskā ziema 2016. gadā sāksies **21. decembrī plkst. 12^h44^m**. Šajā brīdī Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (Υ), un tai tad būs maksimālā negatīvā deklinācija. No šī laika tā sāks pieaugt – tāpēc šo notikumu sauc arī par **ziemas saulgriežiem**, kuriem jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudz tautu dzīves rītmā.

2017. g. **4. janvārī plkst. 16^h** Zeme atradīsies vistuvāk Saulei (**perihēlijā**) – 0,983 astronomiskās vienības.

2016./17. gada astronomiskā ziema beigsies 20. martā plkst. 12^h29^m, kad Saule nonāks pavasara punktā un ieies Auna zodiaka zīmē (Υ). Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi garas. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju.

Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir bagāti ar spožām zvaigznēm. Sevīšķi šajā ziņā izceļas skaistākais debess zvaigznājs Orions. Viegli atrodami un izteiksmīgi ir arī Vērša, Vedēja, Perseja, Dvīņu, Lielā Suņa un Mazā Suņa zvaigznāji. T.s. ziemas trijstūri veido trīs pirmā lieluma zvaigznes – Sīriuss (Lielā Suņa α), Procions (Mazā Suņa α) un Betelgeize (Oriona α). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas vaļējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš).

Ar optikas palīdzību var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: Oriona miglāju M 42-43 (Oriona zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 37 (Vedēja zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 35 (Dvīņu zvaigznājā); Rozetes miglāju (Vienradža zvaigznājā); zvaigžņu kopu NGC 2244 (Vienradža zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 48 (Hidras zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 44 (Vēža zvaigznājā).

Galvenie trūkumi ziemas zvaigžņotās debess novērošanai Latvijā ir divi – maz skaidra laika un lielais, stindzinošais aukstums tad, kad ir skaidra debess.

Saules šķietamais ceļš 2016./17. gada ziemā kopā ar planētām parādīts 1. attēlā.

PLANĒTAS

28. decembrī **Merkurs** atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc decembra beigās un janvāra sākumā tas nebūs novērojams.

19. janvārī Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (24°). Tāpēc ap janvāra vidu to varēs mēģināt ieraudzīt rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, dienvidaustrumos.

Visu februārī Merkura elongācija arvien samazināsies, un 7. martā tas nonāks augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc Merkurs nebūs novērojams arī februārī un līdz pat ziemas beigām.

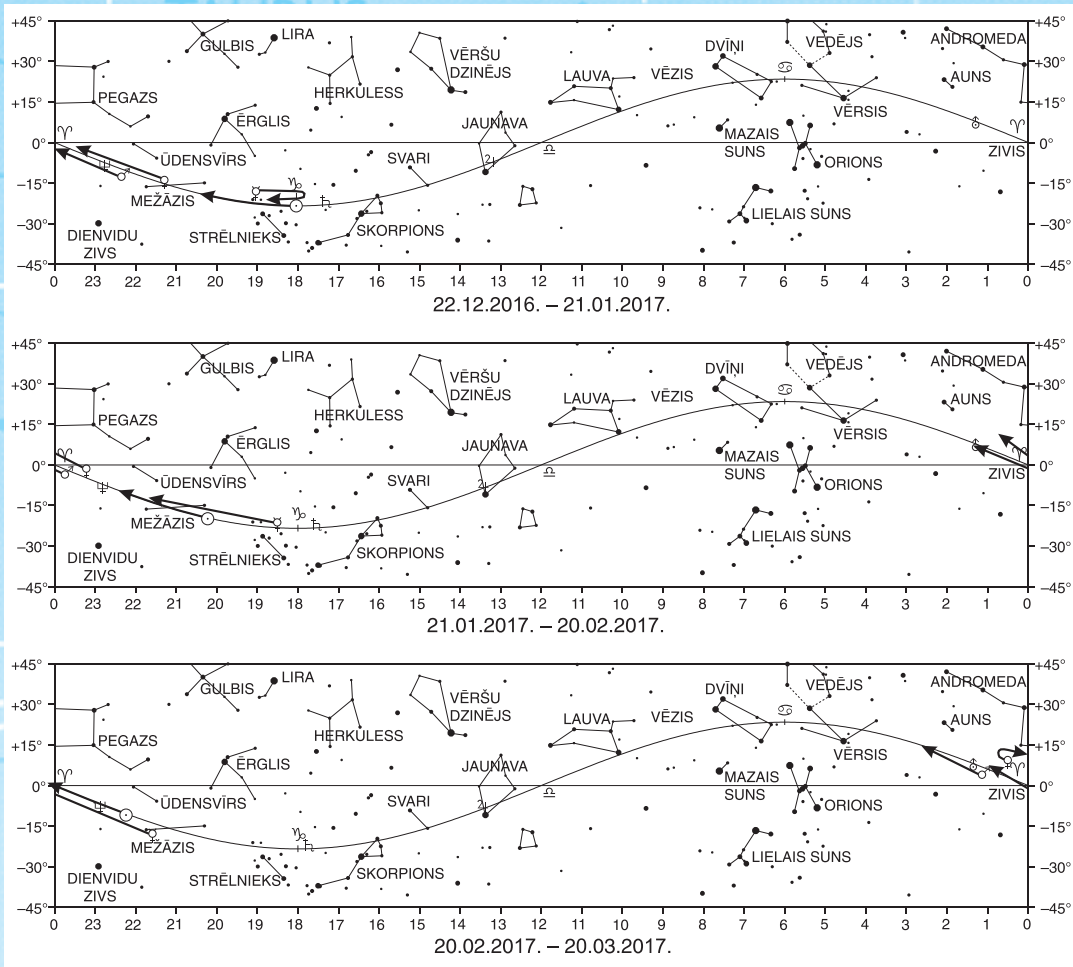
29. decembrī plkst. 6^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 26. janvārī plkst. 2^h 3° uz augšu un 26. februārī plkst. 2^h 1,5° uz augšu no Merkura.

Ziemas sākumā **Venēras** austrumu elongācija būs liela (46°) – tā būs ļoti redzama vakaros dienvidrietumu pusē. Tās spožums būs -4^m,3.

12. janvārī Venēra nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (47°). Tāpēc janvārī būs ļoti ļoti novērojama vairākas stundas pēc Saules rieta.

Februārī, lai arī elongācija visu laiku samazināsies, planēta vēl arvien būs gandrīz tikpat ļoti un ilgi redzama. Redzamais spožums pieaugs līdz -4^m,6.

Apmēram līdz marta vidum Venēru vēl varēs novērot vakaros, neilgu laiku pēc Saules rieta. Pašās ziemas beigās tā kļūs praktiski neredzama.



1. att. Eklīptika un planētas 2016./17. gada ziemā.

2. janvārī plkst. 9^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 31. janvārī plkst. 19^h 4° uz leju un 28. februārī plkst. 16^h 12° uz leju no Venēras.

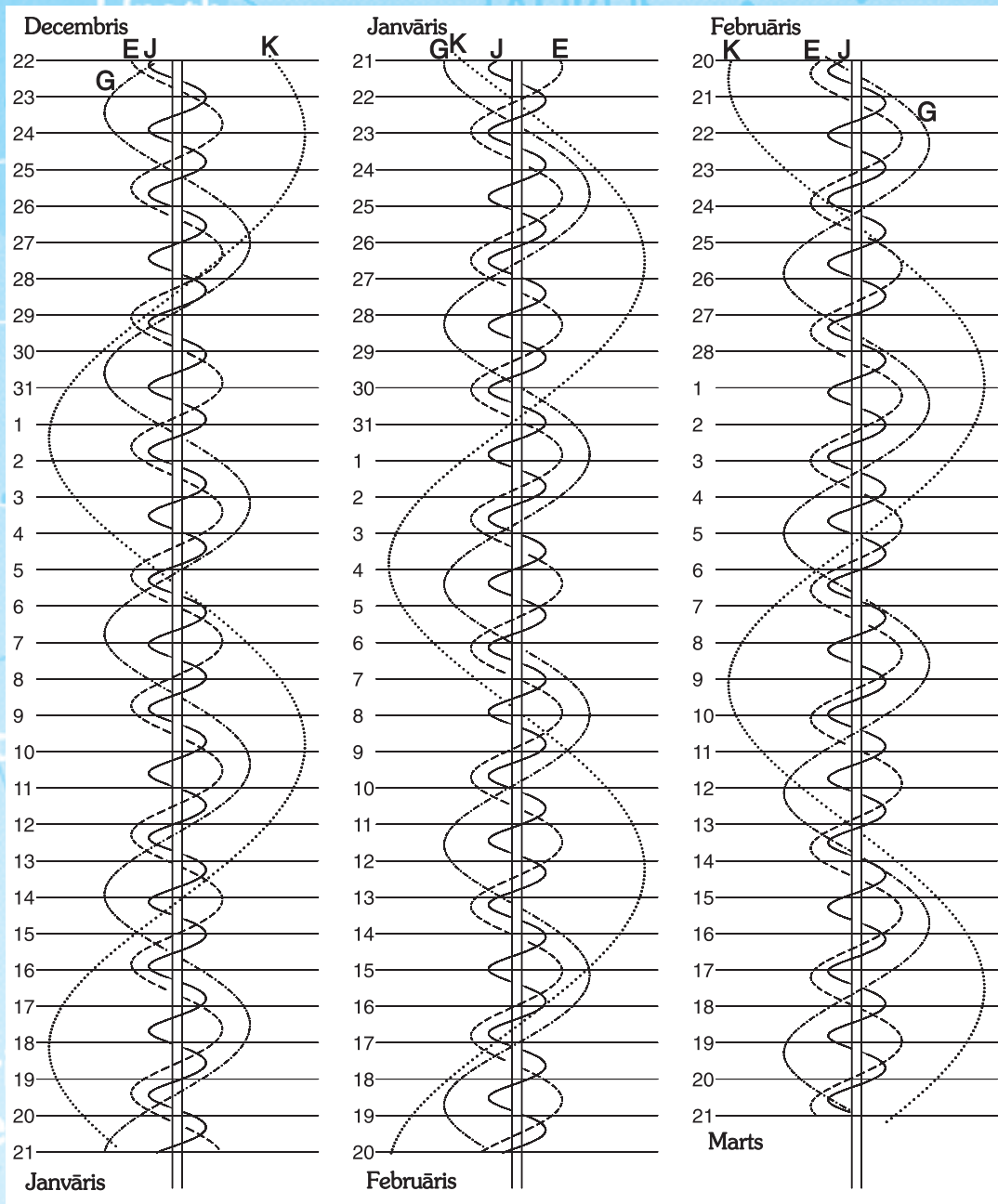
Pašā ziemas sākumā **Mars** atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. Šajā laikā tā spožums būs +0^m,8, un tas būs redzams vakaros, vairākas stundas pēc Saules rieta dienvidrietumu pusē.

19. janvārī Mars pāries uz Zivju zvaigznāju, kur tas atradīsies līdz marta sākumam. 9. mar-

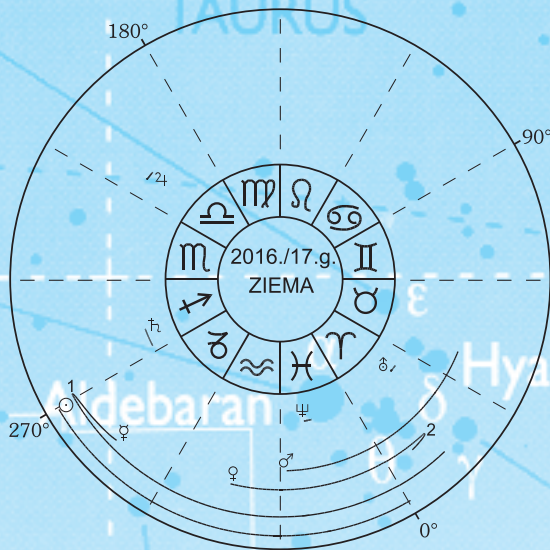
tā Mars ieies Auna zvaigznājā un tur būs līdz pat ziemas beigām.

Lai arī Marsa elongācija visu laiku samazināsies, tomēr novērošanas apstākļi nepasliktināsies un būs līdzīgi kā decembra beigās. Vienīgi tā redzamais spožums pamazām samazināsies – februāra vidū +1^m,2 un pašās ziemas beigās +1^m,4.

3. janvārī plkst. 8^h Mēness paies garām 0,3° uz leju, 1. februārī plkst. 4^h 3° uz leju un 1. martā plkst. 23^h 5° uz leju no Marsa.



2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2016./17. gada ziemā. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.



3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

Pleiades

☉ – Saule – sākuma punkts 22.12. 0^h, beigu punkts 21.03. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

♀ – Merkurs, ♀ – Venēra,
♂ – Marss, ♃ – Jupiters,
♄ – Saturns, ♅ – Urāns,
♆ – Neptūns,

1 – 8.janvāris 12^h; 2 – 4.marts 11^h.

Pašā ziemas sākumā un janvārī **Jupiters** būs diezgan labi novērojams nakts otrajā pusē un tā spožums būs -1^m,9.

Februārī un marta pirmajā pusē tas jau būs redzams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Jupitera spožums februāra sākumā būs -2^m,2. Marta otrajā pusē, pašās ziemas beigās, tas būs ļoti labi novērojams praktiski visu nakti. Jupitera spožums tad sasnies -2^m,4.

Visu ziemu tas atradīsies Jaunavas zvaigznājā.

22. decembrī plkst. 20^h Mēness paies garām 1,5° uz augšu, 19. janvārī plkst. 19^h 2° uz augšu, 15. februārī plkst. 18^h 2° uz augšu un 14. martā plkst. 23^h 1,5° uz augšu no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2016./17. gada ziemā parādīta 2. attēlā.

Pašā ziemas sākumā un janvāra pirmajā pusē **Saturns** praktiski nebūs redzams. Sākot apmēram ar janvāra vidu un februāra pirmajā pusē tas būs novērojams nakts rīta pusē, neilgu laiku pirms Saules lēkta. Planētas redzamības apstākļi visu laiku uzlabosies – februāra otrajā pusē un martā tas būs redzams vairākas stundas pirms Saules lēkta. Saturna spožums ziemas beigās sasnies +0^m,5.

Lielāko ziemas daļu Saturns atradīsies Čūs-kneša zvaigznājā. Februāra beigās tas pāries uz Strēlnieka zvaigznāju, kur būs atlikušo ziemas daļu.

27. decembrī plkst. 23^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 24. janvārī plkst. 12^h 3° uz augšu, 21. februārī plkst. 1^h 3° uz augšu un 20. martā plkst. 12^h 3° uz augšu no Saturna.

Ziemas sākumā un janvārī **Urāns** būs novērojams nakts pirmajā pusē, dienvidrietumu, rietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +5^m,8. Februārī un martā, līdz pat ziemas beigām, tas būs redzams vakaros.

Visu ziemu Urāns atradīsies Zivju zvaigznājā.

6. janvārī plkst. 6^h Mēness paies garām 4° uz leju, 2. februārī plkst. 12^h 4° uz leju un 1. martā plkst. 20^h 4° uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 3. attēlā.

MAZĀS PLANĒTAS

2016./17. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai, spožākas un ap +9^m būs četras mazās planētas – Cerera (1), Vesta (4), Metisa (9) un Irene (14).

Cerera:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
22.12.	1 ^h 31 ^m	+0°36'	2,335	2,837	8,4
1.01.	1 34	+1 42	2,461	2,830	8,6
11.01.	1 39	+2 57	2,591	2,822	8,7
21.01.	1 45	+4 18	2,722	2,815	8,8
31.01.	1 54	+5 44	2,852	2,807	8,9
10.02.	2 03	+7 13	2,978	2,800	9,0
20.02.	2 14	+8 43	3,098	2,792	9,0

Vesta:

22.12.	8 ^h 26 ^m	+20°42'	1,644	2,523	6,9
1.01.	8 19	+21 38	1,577	2,517	6,7
11.01.	8 10	+22 40	1,535	2,510	6,4
21.01.	7 59	+23 41	1,522	2,504	6,3
31.01.	7 48	+24 36	1,537	2,497	6,5
10.02.	7 39	+25 19	1,580	2,489	6,7
20.02.	7 33	+25 50	1,647	2,482	6,9
2.03.	7 29	+26 08	1,732	2,474	7,1
12.03.	7 29	+26 16	1,832	2,465	7,3

Metisa:

10.02.	10 ^h 48 ^m	+17°58'	1,320	2,279	9,2
20.02.	10 38	+19 05	1,312	2,292	9,0
2.03.	10 28	+20 00	1,331	2,306	9,2

Irene:

10.02.	10 ^h 39 ^m	+23°55'	1,258	2,218	9,1
20.02.	10 30	+25 20	1,237	2,208	9,0
2.03.	10 21	+26 26	1,242	2,198	9,1

KOMĒTAS

45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova komēta. Šī periodiskā komēta 2016. g. 31. decembrī būs pierihējīja. Savukārt februāra pirmajā pusē tā pietuosies Zemei tikai līdz apmēram 13 milj. km attālumam! 2016./17. g. ziemā tā būs novērojama ar binokļu un teleskopu palīdzību. Komētas efemeīda ir šāda (0^h U.T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
22.12.	20 ^h 31 ^m	-21°22'	0,907	0,567	8,4
1.01.	20 59	-18 51	0,691	0,533	7,2
11.01.	21 12	-16 06	0,485	0,580	7,2
21.01.	21 02	-12 37	0,312	0,686	7,7
31.01.	20 18	-5 21	0,173	0,819	8,0
10.02.	17 23	+20 16	0,086	0,962	7,8
20.02.	12 31	+31 05	0,143	1,105	10,1

2P/Encke komēta. Šī periodiskā komēta 2017. g. 10. martā būs perihēlijā. Februāra otrajā pusē un marta sākumā tā būs novērojama ar binokļu un teleskopu palīdzību. Komētas efemerīda ir šāda (0ⁿ U.T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
10.02.	23 ^h 51 ^m	+7°15'	1,160	0,754	10,0
20.02.	0 04	+7 37	0,998	0,570	7,8
2.03.	0 07	+5 07	0,792	0,400	5,0
12.03.	23 27	-5 47	0,655	0,340	3,6
22.03.	22 42	-15 34	0,754	0,460	5,8

APTUMSUMI

Pusēnas Mēness aptumsums 11. februārī.

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āfrikā, Āzijas rietumos, Ziemeļamerikas austrumos, Dienvidamerikas austrumos un Atlantijas okeānā. Aptumsuma maksimums plkst. 2^h44^m (pēc Latvijas laika), kad pusēnas fāzes lielums būs 0,988.

Latvijā aptumsums būs redzams. Aptumsuma gaita pie mums būs šāda:

- pusēnas aptumsuma sākums – 0^h34^m,
- maksimālās fāzes (0,988) brīdis – 2^h44^m,
- pusēnas aptumsuma beigas – 4^h53^m.

Gredzenveida Saules aptumsums 26.februārī. Šis aptumsums būs redzams Klusā okeāna dienvidaustrumos, Čīles dienvidos,

Argentīnas dienvidos, Atlantijas okeānā, Angolā, Zambijā un Kongo Demokrātiskajā Republikā. Aptumsuma daļējā fāze redzama Klusā okeāna austrumos, lielā daļā Dienvidamerikas, Antarkfīdā, Atlantijas okeānā un Āfrikas rietumos.

Latvijā aptumsums nebūs redzams.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

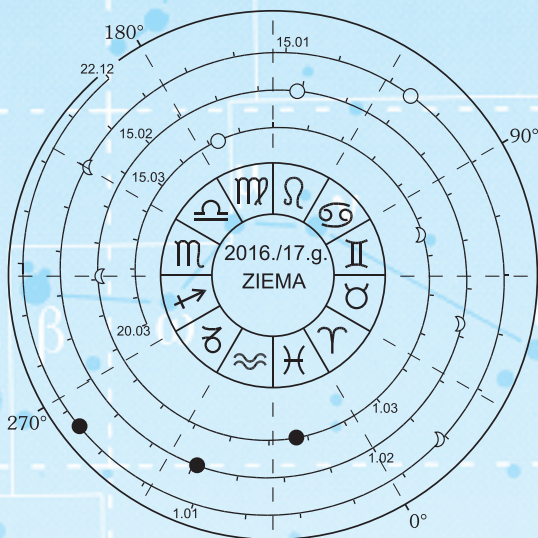
Perigejā: 10. janvārī plkst. 7^h; 6. februārī plkst. 15^h; 3. martā plkst. 10^h.

Apogejā: 25. decembrī plkst. 8^h; 22. janvārī plkst. 2^h; 18. februārī plkst. 23^h; 18. martā plkst. 19^h.

Mēness ieiet zodiaka zīmēs (sk. 4. att.):

23. decembrī 16^h33^m Skorpionā (♏)

26. decembrī 5^h20^m Strēlniekā (♐)



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

Jauns Mēness ● : 29. decembrī 8^h53^m; 28. janvārī 2^h07^m; 26. februārī 16^h58^m.

Pirmais ceturksnis ☽ : 5. janvārī 21^h47^m; 4. februārī 6^h19^m; 5. martā 13^h32^m.

Pilns Mēness ○ : 12. janvārī 13^h34^m; 11. februārī 2^h33^m; 12. martā 16^h54^m.

Pēdējais ceturksnis ☾ : 20. janvārī 0^h13^m; 18. februārī 21^h33^m.

- 28. decembrī 17^h13^m Mežāzī (♊)
- 31. decembrī 3^h30^m Ūdensvīrā (♋)
- 2. janvārī 11^h58^m Zivīs (♌)
- 4. janvārī 18^h21^m Aunā (♍)
- 6. janvārī 22^h19^m Vērsī (♎)
- 9. janvārī 0^h07^m Dvīņos (♏)
- 11. janvārī 0^h50^m Vēzī (♐)
- 13. janvārī 2^h09^m Lauvā (♑)
- 15. janvārī 5^h53^m Jaunavā (♒)
- 17. janvārī 13^h17^m Svaros (♓)
- 20. janvārī 0^h10^m Skorpionā
- 22. janvārī 12^h46^m Strēlniekā
- 25. janvārī 0^h44^m Mežāzī
- 27. janvārī 10^h37^m Ūdensvīrā
- 29. janvārī 18^h11^m Zivīs
- 31. janvārī 23^h47^m Aunā
- 3. februārī 3^h51^m Vērsī
- 5. februārī 6^h45^m Dvīņos
- 7. februārī 9^h03^m Vēzī
- 9. februārī 11^h42^m Lauvā
- 11. februārī 15^h53^m Jaunavā
- 13. februārī 22^h44^m Svaros
- 16. februārī 8^h42^m Skorpionā

- 18. februārī 20^h53^m Strēlniekā
- 21. februārī 9^h09^m Mežāzī
- 23. februārī 19^h18^m Ūdensvīrā
- 26. februārī 2^h25^m Zivīs
- 28. februārī 6^h52^m Aunā
- 2. martā 9^h43^m Vērsī
- 4. martā 12^h06^m Dvīņos
- 6. martā 14^h55^m Vēzī
- 8. martā 18^h46^m Lauvā
- 11. martā 0^h08^m Jaunavā
- 13. martā 7^h29^m Svaros
- 15. martā 17^h11^m Skorpionā
- 18. martā 5^h01^m Strēlniekā

METEORI

Ziemā ir novērojama viena stipra meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laikā no 28. decembra līdz 12. janvārim. 2017. gadā maksimums gaidāms 3. janvārī plkst. 16^h00^m. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā, lai arī iespējamas tās svārstības intervālā no 60 līdz 200.

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes:

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
5.02.2017.	θ ₂ Tau	3 ^m ,4	20 ^h 21 ^m	21 ^h 31 ^m	49° – 45°	68%
5.02.2017.	θ ₁ Tau	3 ^m ,8	20 ^h 24 ^m	21 ^h 27 ^m	49° – 45°	68%
4.03.2017.	γ Tau	3 ^m ,7	23 ^h 03 ^m	23 ^h 39 ^m	20° – 15°	43%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi. 🐼

PIRMO REIZI ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

Arnīs Katkevičs: absolvējis Rīgas Valsts 1. ģimnāziju 2011. gadā, esmu ieguvis fizikas maģistra grādu (2016) Latvijas Universitātē. No 2014. g. janvāra strādāju kvantu nanoelektronikas grupā pie as. prof. V. Kaščejeva, kur nodarbojos ar kvantu izkliedes problēmu modelēšanu. Vairākus gadus piedalos Fizikas valsts olimpiādes un Latvijas atklātās fizikas olimpiādes organizēšanā.

Mani interesē tādas matemātikas nozares kā topoloģija un funkcionālā analīze, un nākotnē plānoju dziļāk studēt kādu no šīm nozarēm matemātikas doktorantūrā.



CONTENTS

“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO A.Balklavs. New Possibilities in Search of Cosmic Gravitational Waves (*abridged*). E.Mūkins. «Venus-9» and «Venus-10» Scientific Accomplishment (*abridged*). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** K.Schwartz. The Unknown Solar Corona. **DISCOVERIES** I.Pundure. Gaia Has Obtained Billion-Star 3D Map. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** J.Jaunbergs. Tar Lakes of Titan. R.Misa. A Step Closer to Stars. **CONFERENCES and MEETINGS** J.Balodis. Copernicus Is Becoming an Impressive Business. K.Bērziņš. Conference of Young European Radioastronomers at the Latvian Centre in Germany. **FLASHBACK** A.Aiksnis. Short Trips and Faraway Journeys (*concluded*). **For SCHOOL YOUTH** D.Bočarov, J.Timošenko, D.Docenko, A.Cēbers, A.Katkevičs. Latvia's 41st Open Olympiad in Physics. **For AMATEURS** A.Zalcmane. Trip to Sulawesi to See Total Solar Eclipse (*concluded*). M.Keruss. 16th Gathering of Amateur Astronomers in Starspace Observatory. M.Gills. Public Sundials in Latvia 2011-2015 (*concluded*). I.Vilks. Pictures of Star Trails. **COSMOS as an ART THEME** J.Limansky. Solar Eclipses in Philately. **CHRONICLE** I.Eglītis. Research and Organisational Activities of LU Institute of Astronomy in 2015. I.Pundure. Zvaigžņotā Debess at the Latvian Academy of Sciences. **READERS' SUGGESTIONS** A.Balklavs-Grīnhofs. Astro-magic Called Astrology (*concluded*). Ē.Apinis. Astrology and Prophecy. Ē.Apinis. Sundial for Latvia's Coming Centuries! J.Kauliņš. **ASTRONOMICAL PHENOMENA** in Winter of 2016/17.

Supplement: **Astronomical Phenomena and Planet Visibility in 2017: A Complex Diagram** (compiled by J.Kauliņš)

СОДЕРЖАНИЕ (№234, Зима, 2016/17)

В «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Новые возможности в поисках космических гравитационных волн (по статье А.Балклавса) Научное достижение «Венеры-9» и «Венеры-10» (по статье Э.Мукинса). **ПОСТУПЬ НАУКИ** К.Шварц. Загадки Солнечной короны. **ОТКРЫТИЯ** И.Пундуре. Gaia получила трёхмерную карту миллиарда звёзд. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Я.Яунбергс. Смоляные озёра Титана. Р.Миса. На шаг ближе к звёздам. **КОНФЕРЕНЦИИ и СОВЕЩАНИЯ** Я.Балодис. Copernicus становится влиятельным бизнесом. К.Берзиньш. Конференция молодых радиоастрономов Европы в латышском центре в Германии. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ в ПРОШЛОЕ** А.Аикснис. Пути близкие, пути далёкие (окончание). **Для ШКОЛЬНОЙ МОЛОДЁЖИ** Д.Бочаров, Я.Тимошенко, Д.Доценко, А.Цеберс, А.Каткевичс. Латвийская 41-я открытая олимпиада по физике. **ЛЮБИТЕЛЯМ** А.Залцмане. Поездка для наблюдения полного солнечного затмения на остров Сулавеси (окончание). М.Кэрусс. 16-ый слёт любителей астрономии в обсерватории Starspace. М.Гилмс. Общедоступные солнечные часы в Латвии 2011-2015 (окончание). И.Вилкс. Снимки треков звёзд. **ТЕМА КОСМОСА в ИСКУССТВЕ** Е.Лиманский. Солнечные затмения в филателии. **ХРОНИКА** И.Эглитис. Исследования и научно-организационная деятельность Института астрономии ЛУ в 2015 году. И.Пундуре. 4 октября – Zvaigžņotā Debess в Академии наук Латвии. **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** А.Балклавс-Гринхофс. Астроматия, именуемая астрологией (окончание). Э.Апинис. Астрология-прорицания? Э.Апинис. Для следующих веков в Латвии – Солнечные часы! Ю.Каулиньш. **НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА** зимой 2016/17 года.

Приложение: **Астрономические явления и Диаграмма видимости планет в 2017 году** (составитель Ю.Каулиньш)

THE STARRY SKY, No. 234, Winter 2016/17
Compiled by Irena Pundure
“Mācību grāmata”, Rīga, 2016
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2016./17. GADA ZIEMA
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi Irena Pundure
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2016
Redaktore Anīta Bula
Datorsalicējs Jānis Kuzmanis



Debess dienvidu puse pāri Lielupei. No kreisās – prožektors, lidmašīna, riņķošs Mēness.
↓ Zvaigžņu atspulgi ezerā. Lai tos nofotografētu, ūdens virsmai jābūt ļoti gludai.



Sk. Vilks I. Zvaigžņu svītru fotogrāfijas. Autora foto

Indekss 2214

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS



Titāns un Dione dabiskās krāsās uz Saturna un tā gredzenu fona.

Cassini/JPL/NASA foto

Sk. *Jaunbergs J.* Titāna darvas ezeri.

ISSN 0135-129X



Cena 3,00 €

Vāku 1. lpp.:

StarChip pātrināšanas fāze-2.

Sk. *Misa R.* Solis tuvāk zvaigznēm.

Breakthrough Initiatives attēls