

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2016
RUDENS



★ ZONDE *JUNO* POLĀRĀ ORBĪTĀ ap JUPITERU

★ NOSLĒGTS LĪGUMS par *HABLA* TURPMĀKO IZMANTOŠANU

★ Par DATORU ĒRAS PIRMSĀKUMIEM LATVIJĀ

★ Uz PILNU SAULES APTUMSUMU SULAVESI SALĀ

★ MERKURS uz SAULES DISKA – VĒROJUMI RĪGĀ

Pielikumā: ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 2017

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2016. GADA RUDENS (233)



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.),
Ph. 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 «Zvaigžņotajā debesī»

Galaktiku kodolos – baltie vai melnie caurumi?
A. Balklavs. Vai gaidāma Zemes un asteroīda
sadursme? *I. Šmēlds.*

«Helios» Saules tuvumā. *E. Mūkins* 1

Zinātnes ritums

Kurts Švarcs. Neitronu zvaigznes un galaktiku
magnētiskais lauks. 2

Atklājumi

Andis Zariņš. *FU Orionis* maiņzvaigžņu fenomēns. 9

I.P. svinam: Baldones Šmidta teleskopa
pirmā fotogrāfija (7./8.XII 1966.) – 50. 13

Irena Pundure. Pēc pēdējās teleskopa apkopes
Habls ir labāks kā jebkad. 14

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Jānis Jaunbergs. Jauns viesis Jupitera sistēmā. 16

Enerģija un Pasaule viesojas Zvaigžņotajā Debesī

Jānis Stradiņš. Mūsu Zinātņu akadēmijai – 70. 21

Atskatoties pagātnē

Jānis Dambītis, Andrejs Cibulis. Pirmie datoru Latvijā. ... 24

Andrejs Alksnis. Ceļi tuvi – ceļi tāli (6. turpin.). 30

Skolu jaunatnei

Māris Krastiņš. Latvijas 44. atklātā
skolēnu astronomijas olimpiāde. 33

Kristīne Adgere, Kārlis Bērziņš. Latvijas 40. skolēnu
zinātniskā konference. 38

Maruta Avotiņa, Agnese Šuste. Latvijas 66.
matemātikas olimpiādes uzdevumu atrisinājumi. 39

I.P. Skolas ar labākajiem matemātikas
eksāmena rezultātiem 2015./16. māc. gadā. 46

Amatieriem

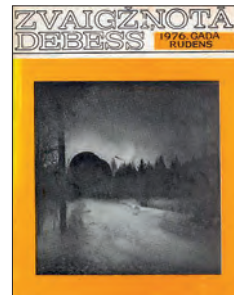
Agnese Zalcmane. Brauciens uz pilnu
Saules aptumsumu Sulavesi salā. 47

Mārtiņš Gills, Raitis Misa. Merkura tranzīta
vērojumi Rīgā. 55

Juris Kauliņš. **Debess spīdekļi** 2016. gada rudenī. 57

Pielikumā: **Astronomiskais kalendārs 2017**

(Sastādītājs *Juris Kauliņš*).



PIRMS 40 GADIEM ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

GALAKTIKU KODOLOS – BALTIE VAI MELNIE CAURUMI?

Gan mūsu Galaktikas centrālā apgabala, gan arī ārpusgalaktisko objektu (kvazāru, radiogalaktiku, Seiferta galaktiku u.c.) novērojumu analīze optiskajā, radio, rentgena un gamma staru diapazonā rāda, ka galaktiku maza izmēra kodolos ap 10^{17} cm rīt ļoti intensīvi procesi, kuru gaitā, galvenokārt relativistisku daļiņu veidā, izdalās fantastiski enerģijas daudzumi, sasniedzot, piem., kvazāriem, 10^{46} - 10^{48} ergus/s. Tā kā šāda aktivitāte ilgst desmitiem miljonu gadu, tad summārā izdalītā enerģija ir apmēram 10^{60} - 10^{62} ergu liela. No visām pašreiz fizikas rīcībā esošajām iespējām vienīgi ar gravitācijas enerģijas transformāciju var mēģināt skaidrot augstenerģētisko kosmisko objektu milzīgo enerģijas producēšanas spēju. Šie pētījumi deva ļoti interesantus rezultātus – kosmiskajā telpā noteiktos apstākļos var izveidoties un pastāvēt objekti ar augstākajā mērā neparastām īpašībām – baltie un melnie caurumi, kuru iespējamā eksistence faktiski ir saistīta ar to, ka vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumi ir invarianti jeb nemainīgi attiecībā pret laika zīmes maiņu. Tādēļ to risinājumam singulāru gravitācijas lauku gadījumā, kādi izveidojas zem gravitācijas rādiusa R_g noteiktās sfēras, piemīt divnozīmība. Vienā gadījumā, ja laiks ir «pozitīvs», jebkuru ķermeņu un starojuma kustība notiek virzienā uz šīs sfēras centru, resp., notiek kolapss, otrā gadījumā, ja laiks ir «negatīvs», visas kustības vērstas uz ārpusi no šīs sfēras, resp., notiek antikolapss.

Taču starp balto un melno caurumu singularitātēm ir būtiska atšķirība. Melno caurumu singularitāte atrodas zem R_g noteiktās sfēras virsmas un nav pieejama ārējā novērotāja izpētei. Balto caurumu gadījumā uz ārpusi vērstie starri var šķērsot ar R_g noteiktās sfēras virsmu un ārējais novērotājs var izsekot baltā cauruma evolūcijai.

(Saīsināti pēc A. Balklava raksta 1.-9. lpp.)

VAI GAIDĀMA ZEMES UN ASTEROĪDA SADURSME?

60. gados visu pasauli satrauca vēsts par iespējamo mazās planētas Ikars sadursmi ar Zemi. Izrādās, ka tagad radies jauns «kandidāts» šādai Zemes un asteroīda sadursmei. Jaunais asteroīds, ko atklājis E. Helina, kaut kad varētu sadurties ar Zemi. Pēc viņas domām, šādas sadursmes varbūtība ir 75%. Ja tā tiešām notiktu, iespējamās katastrofas rezultātā būtu jāizveidojas krāterim ar diametru apmēram 30 km. Piebildīsim, ka mazo planētu cieša tuvošanās Zemei nav nemaz tik reta parādība. Piem., 1937. gadā ļoti tuvu Zemei pienāca mazā planēta Hermess – tikai 580 000 km attālumā. Tomēr līdz šim Zeme ar šāda izmēra kosmiskajiem ķermeņiem nav sadūrusies.

(Saīsināti pēc I. Šmelda raksta 23. lpp.)

«HELIOSI» SAULES TUVUMĀ

Saules un tās tuvākās apkaimes pētīšanas programma «Helios», ko pēc 1969. gadā parakstītas vienošanās kopīgi realizē VFR un ASV, 1976. g. pavasarī sasniedza divus ievērojamus robežpunktus: 29. martā kosmiskais aparāts «Helios-1» nonāca savas orbītas perihēlijā jau trešo reizi, bet 17. aprīlī «Helios-2» - pirmo reizi. Abus gandrīz pilnīgi identiskos «Heliosus» darbam tik tuvu Saulei, kur līdz tam nebija nonācis neviens cits kosmiskais aparāts, visumā patstāvīgi konstruējusi VFR, bet starpplanētu trajektorijā, startējot no Kenedija kosmisko pētījumu centra, tos ievadījušas ASV nesējraķetes («Titan-3E-Centaur»). Katra «Heliosa» 10 zinātnisko instrumentu uzdevums ir pētīt Saules vēju, starpplanētu plazmu un magnētisko lauku, Saules zemfrekvences radiostarojumu un rentgenstarojumu, kosmiskos starus, mikrometeorītus un zodiakālo gaismu, u.c. Visi instrumenti darbojās normāli.

(Saīsināti pēc E. Mūkina raksta 26.-27. lpp.)

KURTS ŠVARCS

NEITRONU ZVAIGZNES UN GALAKTIKU MAGNĒTISKAIS LAUKS

Neitronu zvaigznes pēc to radioviļņu un rentgenstarojuma atklāja pagājušā gadsimta otrajā pusē. Šie atklājumi bija nejaušība, kam sekoja intensīvi novērojumi un teorētiska analīze, un pagāja daži gadu desmiti, līdz šie objekti kļuva labāk saprotami. Šodien ir pazīstamas ap divi tūkstoši neitronu zvaigžņu, no kurām detalizētāk izpētītas daži desmiti. Neitronu zvaigznes rodas zvaigžņu evolūcijas beigu posmā. Pirmie šo zvaigžņu atklājumi saistās ar pulsāriem (radio- un rentgena), un nedaudz vēlāk atklāja miksto gamma staru zvaigznes SGR (angliski – *soft gamma repeater*). Katra no neitronu zvaigznēm atšķiras no citām, un šīs īpatnības ne vienmēr var izskaidrot. Kopīgs visām neitronu zvaigznēm ir intensīvs magnētiskais lauks, kura intensitāte ir miljoniem reižu lielāka par Zemes magnētisko lauku.

Zvaigžņu magnētismu astronomijā novēroja tikai divdesmitā gadsimta sākumā, kad amerikāņu astronoms Džordžs Heils (*George Ellery Hale*, 1868-1938) pēc Zēmana efekta izmērīja Saules plankumu magnētisko lauku (~0,4 T), kas izrādījās daudz stiprāks par Ze-

mes magnētisko lauku (30-60 μT, 1 μT ir miljona daļa no teslas) un arī daudz spēcīgāks par Saules centrālo magnētisko lauku (100 μT).¹⁾ Saules magnētiskais lauks nav homogēns un ir atšķirīgs gan Saules plankumos (periodiskas izmaiņas ar periodu 11 gadi), gan koronā, gan ārējā Saules atmosfērā. Pagājušā gadsimta beigās pēc radioteleskopu pilnveidošanas tika veikti sistemātiski starpzvaigžņu miglāju un pašu galaktiku magnētisko lauku novērojumi, kas atklāja jaunus procesus zvaigžņu un galaktiku evolūcijā.

1. Neitronu zvaigznes

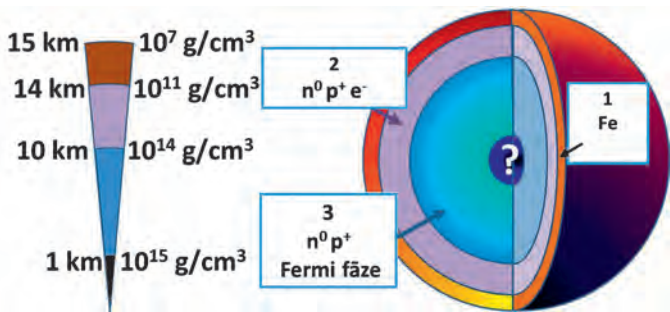
Neitronu zvaigznes prognozēja L. Landaus (*Лев Давыдович Ландау*, 1908-1968, Nobela prēmija 1962.) [1] jau gadu, pirms Dž. Čedvika (*James Chadwick*, 1891-1974, Nobela prēmija 1935.) atklāja šo elementārdaļiņu [2]. Landaus nešaubījās, ka atomu kodolu sastāvā ir neitroni un zvaigznes pēc protonu izmantošanas kodolsintēzes reakcijās var pārvērsties zvaigznēs ar lielu neitronu koncentrāciju. Neitronu zvaigžņu rašanos detalizētāk aprakstīja amerikāņu teorētiķi R. Openheimers un G. Volkovs (*ZvD*, 2015, Rudens, 3.-9. lpp.) [3]. Tomēr pagāja gandrīz četri gadu desmiti līdz šo zvaigžņu atklāšanai. Neitronu zvaigžņu masa ir lielāka par Saules masu un diametrs 10-20 km ar blīvumu ~10¹⁴ g/cm³ un magnētisko lauku ~10⁸ teslu (tūkstoš miljardu reižu lielāks nekā uz Zemes). Neitronu zvaigznes blīvums rada vielu agregātstāvokli, kas nav pazīstams uz Zemes un ko šodien nevar iegūt modernajos daļiņu paātrinātājos – tā ir matērija no neitroniem, protoniem un elektroniem. Neit-

¹⁾ Magnētiskā lauka lielumu raksturo divi parametri (SI mērvienību sistēmā): 1) magnētiskā lauka intensitāte H [ampērs/metrs]; 2) magnētiskā indukcija B [volts · sekunde/m²]. Abi šie lielumi ir vektori un raksturo magnētiskā lauka virzienu (B un H ir paralēli). Vakuumā magnētiskā indukcija $B = \mu_0 H$, kur $\mu_0 = 1,257 \times 10^{-6}$ N/A² ir magnētiskā lauka konstante. Magnētiskā lauka enerģijas blīvums ir $w [J/m^3] = 1/2 BH$. Magnētiskā lauka indukcijas mērvienība tesla 1 T = 1 V · s/m²; astrofizikā dažkārt izmanto CGS sistēmas mērvienību gauss (G): 1 T = 10 000 G (*ZvD*, 2014, Pavasaris, 8.-10. lpp.).

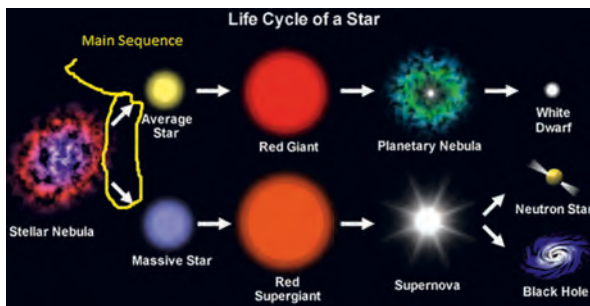
ronu zvaigznes iekšējā struktūra novērtēta tikai teorētiski, ņemot vērā vidējo blīvumu un teorētiskās fizikas atziņas par elementārdaļiņām un kvantu mehāniku (1. att.). Turklāt svarīgs parametrs ir magnētiskais lauks, kas zvaigznes kolapsa procesā pieaug un var arī pastiprināties neitronu zvaigznes magnētiskā dinamo rezultātā [4].

Zvaigžņu evolūcija ilgst miljardiem gadu (ZvD, 2015, Rudens, 5.-9. lpp.), un atkarībā no zvaigznes lieluma galaprodukti ir baltie punduri, neitronu zvaigznes vai melnie caurumi (2. att.). Parasti šo galaproduktu starojums ir vājš, un tie vislabāk novērojami mūsu Piena Ceļa galaktikā. Viena no vecākajām pundurzvaigznēm novērota zvaigžņu kopā M4 (NGC 6121) Skorpiona zvaigznājā 7200 gg. attālumā no Zemes, un tās vecums ar Habla kosmiskā teleskopa (HST) palīdzību novērtēts $12,7 \pm 0,7$ mljrd. gg. [5]. Šāds vecums ir arī neitronu zvaigznēm. Šis rezultāts arī pierāda, ka pirmās zvaigznes dzima jau drīz pēc Lielā Sprādziena. Neitronu zvaigžņu rotācijas periods ir 0,01-10 sekundes, un šīs zvaigznes izstaro elektromagnētiskos viļņus plašā diapazonā, no radioviļņiem līdz rentgena un gamma stariem.

Pirmo neitronu zvaigzni-radiopulsāru LGM 1 1967. gadā atklāja Kembridžas universitātes astrofizīķe Dž. Bella Barnela (Jocelyn Bell Burnell, *1943) Lapsiņas zvaigznājā 2000 gg. no Zemes (3. att.) [6]. Dž. Bella Barnela bija profesora A. Hjūiša (Antony Hewish, *1924) aspirante un līdz šodienai veic aktīvu zinātnisku darbu. Neitronu zvaigznes apgriešanās periods $P=1,337$ sekundes bija ļoti stabils, un tas palielinājās par ļoti nelielu laika sprādi $\dot{P}=1,34809 \times 10^{-15}$ s/katrā sekundē. Pulsāra radioviļņu starojums bija diapazonā no 85 MHz līdz 2,7 GHz. Periodiskais radioviļņu starojums izraisīja domu, ka šis starojuma avots nāk no ārpuszemes civilizācijas, kas atspoguļojās pirmā pulsāra



1. att. Neitronu zvaigznes struktūras modelis: 1 – augšējais slānis (garoza) – dzelzs atomi un savienojumi; 2 – neitronu un dzelzs atomu kodolu maisījums; 3 – neitronu-protonu Fermi fāze (neitronu un protonu superflūids). Centrālā kodola sastāvs nav aprakstīts. Neitronu zvaigznes blīvums ir tuvu «firo» atomu kodolu blīvumam (kreisais attēls). Slāņi (2) un (3) pēc teorētiskiem aprēķiniem ir ar augstu elektrisko vadītspēju, kas nepieciešama magnētiskā lauka indukcijai [4].



2. att. Pēc Hercšprunga-Rasela diagrammas zvaigžņu evolūcija atšķiras vidējai un masīvai zvaigznei: no protozvaigznes mīglāja vidēja zvaigzne evolūcijas beigās pārvēršas baltajā pundurī un masīvāka – neitronu zvaigznē vai melnajā caurumā.

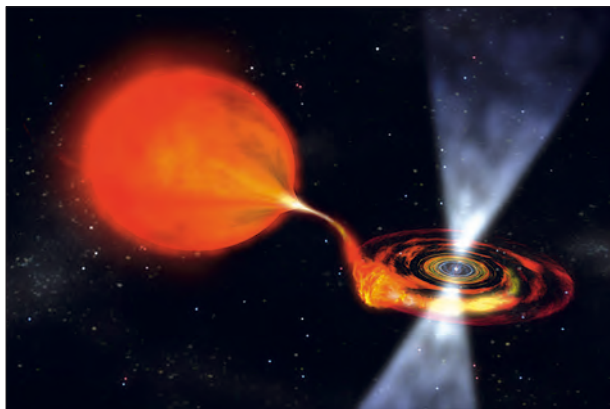


3. att. Radiopulsārs PSR B1919+21 (2000 gg. attālumā no Zemes) tika atklāts 1967. gadā Lapsiņas zvaigznājā [6].

nosaukumā LGM – Little Green Man (katalogā pulsārs ir nosaukts PSR B1919+21) [6]. Jau gadu vēlāk austriešu izcelsmes amerikāņu astronoms Tomass Golds (*Thomas Gold*, 1920-2004) apraksīja atklāto pulsāru kā neitronu zvaigzni [7]. Šo hipotēzi apstiprināja turpmākie novērojumi un teorētiskie modeļi. Pulsāriem, kuri enerģiju zaudē magnētiskā dipola starojumu veidā, magnētiskā lauka stiprumu (B) var noteikt pēc vienkāršas formulas [4]:

$$B(T) = 3,2 \times 10^{15} \times (P \times P')^{1/2} \quad (1),$$

kur P un P' ir apgriešanās periods un tā izmaiņas. Pēc šīs formulas pulsāra PSR B1919+21 magnētiskais lauks ir $B \approx 3 \times 10^8$ T (laboratorijā iegūtais spēcīgākais magnētiskais lauks ir tikai daži desmiti tūkstoši teslu!). Pulsāra spēcīgais magnētiskais lauks iespaido gan neitronu zvaigznes struktūru (1. att.), gan procesus ap zvaigzni, it īpaši lādēto daļiņu kustību un elektromagnētisko starojumu (4. att.). Formulu (1) bieži izmanto neitronu zvaigžņu magnētiskā lauka noteikšanai. Par radiopulsāra atklājumu 1974. gadā A. Hjuīšam un M. Railam (*Martin Ryle*, 1918-1984) piešķīra Nobela prēmiju. Prēmijas piešķiršana, apejot Dž. Bellu Barnelu, izraisīja kritiku Anglijas astronomu aprindās, it īpaši no Kembričas universitātes profesora Freda Hoila (*Sir Fred Hoil*, 1915-2001).

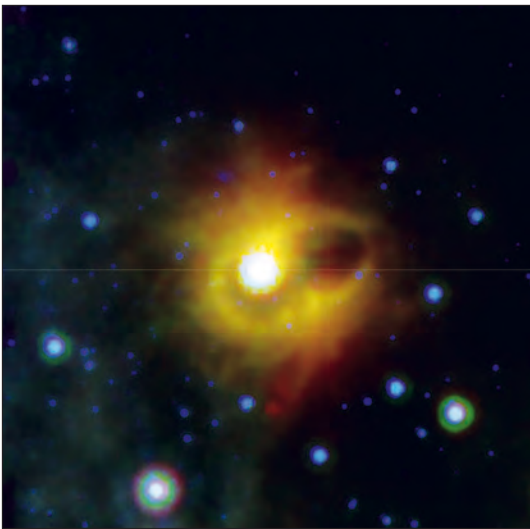


4. att. Dubultzvaigzne sarkanais milzis-neitronu zvaigzne. Neitronu zvaigzne izrauj matēriju no milža, veido akrēcijas disku un izstaro elektromagnētiskos viļņus.

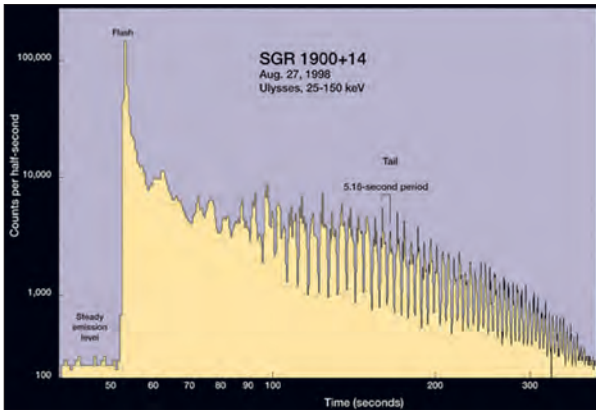
Zemes atmosfēra stipri absorbē rentgenstarus, un astronomiskos rentgenstaru un gamma staru avotus var novērot tikai ar kosmiskajiem aparātiem. Tā arī 1967. gadā ar atmosfēras raķešu zondi atklāja rentgenstaru avotu Strēlnieka zvaigznājā [8]. Pagāja vairāki gadi, līdz ar pavadoni *Uhuru* atklāja pirmo rentgenstaru pulsāru X-3 Strēlnieka zvaigznājā ~20 000 gg. attālumā no Zemes [9]. Tikai 1974. gadā noskaidroja rentgena pulsāra X-3 struktūru un īpašības. X-3 ir dubultzvaigzne, kas sastāv no neitronu zvaigznes un sarkanā milža ar 20,5 Saules masām (*Krzeminska* zvaigzne) [10]. Pulsāra apgriešanās periods ir 4,84 sekundes, un neitronu zvaigzne apriņķo *Krzeminska* zvaigzni 2,09 dienās. Neitronu zvaigzne ar savu gravitācijas lauku izrauj zvaigžņu matēriju no sarkanā milža un izveido akrēcijas disku, kas arī ir galvenais rentgenstaru avots (4. att.). Visi šie sarežģītie procesi mainās laikā un iespaido dubultzvaigznes starojumu un rotāciju. Nedaudz vēlāk atklāja neitronu zvaigznes (*SGR*) ar vēl lielāku magnētisko lauku, kas periodiski eksploziju veidā izstaro intensīvu rentgena un gamma starojumu.

2. Gamma staru vētras un magnetāri

Viss sākās ar nejaušību – ar spēcīgu gamma starojumu uzliesmojumu no Magelāna Mākoņu galaktiku puses 1979. gada 5. martā. To uztvēra Saules sistēmas divas padomju zondes *Venera 11* un *Venera 12* un nedaudz vēlāk *NASA Helios 2* un ASV militārais pavadonis *Vela*. Gamma staru impulsi bija īsi (sekundes un sekundes daļas) un vairākkārt atkārtojās. Sensāciju izraisīja impulsa jauda, kas pārsniedza visus līdzšinējos novērojumus. Tālākie novērojumi atklāja trīs gamma staru avotus (5. un 6. att.): 1) *SGR 1900+14* (Ērgļa zvaigznājā 20 000 gg. attālumā), 2) *SGR 0525-66* (165 000 gg. attālumā Lielā Magelāna Mākoņa galaktikā), 3) *SGR 1806-20* (Strēlnieka zvaigznājā 50 000 gg. attālumā no Zemes). Tālākie novērojumi parādīja, ka *SGR* ir neitronu zvaigznes ar lielu masu un spēcīgu magnētisku lauku.



5. att. Magnetārs SGR 1900+14 Ērgļa zvaigznājā 20 000 gg, attālumā no Zemes. Pēc gamma staru izvirdumu novērojumiem 2005. un 2007. gadā ap magnetāru izveidojās spožs kosmisko putekļu gredzens ar diametru ap 3 gg. Pats magnetārs šai spektra diapazonā nav redzams [14].

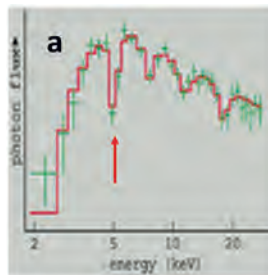


6. att. Magnetāra SGR 1900+14 mīksto gamma staru izvirduma kinētika 1998. gada 27. augustā uzņemta ar kosmisko zondi Ulysses. Uz vertikālās ass atlikts gamma staru impulsu skaits, uz horizontālās – laiks sekundēs. Reģistrēto gamma staru enerģijas diapazons 25-150 keV [14].

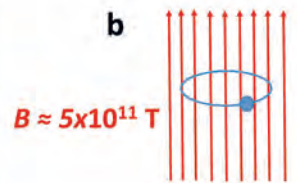
Rentgenstaru pulsārus detalizēti novēroja NASA Marshall Space Flight Center profesores K. Koveliotu (*Chryssa Kouveliotou*) grupas astrofiziķi. Viņi ilgi novēroja magnetāru

SGR 1806-20 Strēlnieka zvaigznājā. Neitronu zvaigznes masa ir 12,4 Saules masas, rādiuss ~20 km, rotācijas periods 7,5 sekundes un perioda samazināšanās ātrums 2,6 sekundes/gadā [11]. Magnētiskā lauka intensitāte pēc formulas (1) bija 8×10^{10} T. Šos novērojumus apstiprināja NASA Godarda kosmisko lidojumu centra (*NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt*) profesors A. Ibrahimis, kas ar tiešiem protonu ciklotronu rezonanses mērījumiem ieguva 10^{11} T [12] – spēcīgāko jebkad novēroto magnētisko lauku astrofizikā (7. att.) [12]. SGR 1806-20 ir viens no intensīvākajiem gamma staru avotiem Piena Ceļa galaktikā un ietilpst zvaigžņu kopā 1806-20, kurā atrodas arī zilā maiņzvaigzne – (*luminous blue variable*) LBV 1806-20 zvaigzne – viena no spožākajām Piena Ceļa maiņzvaigznēm.

Magnetāra SGR 1806-20 spēcīgais gamma starojuma izvirdums novērots 2004. gada decembrī. Izvirdums ilga tikai 0,2 sekundes, un atbrīvotā starojuma enerģija bija $1,3 \times 10^{39}$ J, kas atbilst Saules starojuma jaudai ($L = 3,845 \times 10^{26}$ W) $3,4 \times 10^{12}$ sekundēs ≈ 100 gados [13]! Lielais attālumš no Zemes ($R = 50\,000$ gg,) šo enerģiju sadalīja pa sfērisku virsmu $4\pi R^2$, kā rezultātā gamma stari tikai jonizēja Zemes atmosfēru, neatstājot paliekošus efektus.



$hf \approx 5 \text{ keV}$



$$f = \frac{|q| \cdot B}{2\pi \cdot m}$$

7. att. a – Magnetāra SGR 1806-20 gamma staru spektrs, ar bultiņu norādīts gamma staru intensitātes minimums sakarā ar protonu rezonanses absorbciju; b – protonu rezonanse magnētiskā laukā. Protonu ciklotronu rezonanses enerģija ($hf = 5 \text{ keV}$) atbilst magnētiskā lauka intensitātei 10^{11} T [12].

McGill katalogā ir reģistrēti 29 magnetāri [14]. Visiem tiem ir liela masa, spēcīgs magnētiskais lauks, samērā īss rotācijas periods (1-12 sekundes) un niecīga perioda samazināšanās ($\sim 10^{-12}$ s/sekundē). Magnetāriem ir mainīgs rentgena vai gamma starojums (vidējā jauda 10^{25} W). Ņemot vērā lielo starojuma un izvirdumu enerģiju, tie ir saistīti ar procesiem magnetāra iekšienē [4, 13].

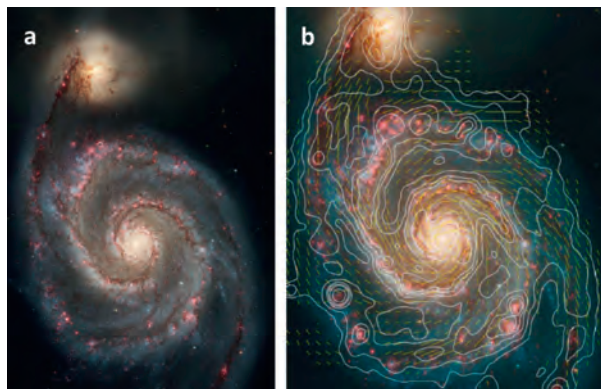
3. Galaktiku un starpzvaigžņu miglāju magnētisms

Neitronu zvaigznes ar lielu magnētisko lauku ir tikai neliela daļa no galaktikas zvaigznēm. Zvaigžņu skaits mūsu diskveida Piena Ceļa galaktikā ir ap 300 miljardu; galaktikas diametrs ir ap 100 000 gg. un biezums ap 16 000 gg. Galaktikas centrā novērots masīvs melnais caurums ar spēcīgu gravitācijas un magnētisko lauku (ZvD, 2015, Rudens, 3.-9. lpp.). Visums ir gigantiska plazma, un magnētiskais lauks novērots visās galaktikas struktūrās – no centrālā melnā cauruma, zvaigznēm un nedaudzajām neitronu zvaigznēm līdz starpzvaigžņu miglājiem ar mazu ūdeņraža atomu un protonu koncentrāciju (ZvD, 2016, Pavasaris, 3.-8. lpp.). Magnētiskais lauks tiek inducēts visur, kur ir elektrisko lādiņu kustība.

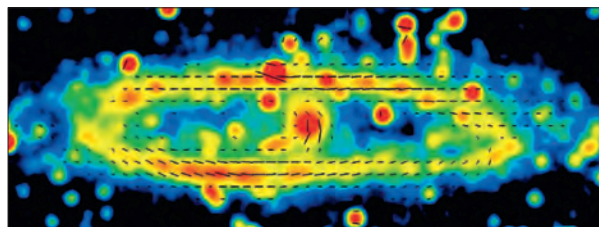
Galaktiku magnētisko lauku un tā topogrāfiju novērojumi sākti pagājušā gadsimta septiņdesmitajos gados ar Efelsbergas 100 m radioteleskopu Vācijā [15]. Šis teleskops radioviļņu diapazonā no 3,5 mm līdz 90 cm pavēra jaunas iespējas astronomijā, it īpaši galaktiku magnētiskā lauka mērījumos pēc radioviļņu polarizācijas. Augstā leņķiskā izšķiršanas spēja (ap 10 leņķa sekundes – $10''$) deva iespēju galaktikās 10 miljonu gg. attālumā no Zemes (8.-10. att.) izšķirt struktūras ar izmēriem ~ 20 pc ($1 \text{ pc} = 3,0857 \times 10^{13} \text{ km} = 3,261 \text{ gg.}$). Daudzus gadus Efelsbergas 100 m radioteleskops bija vienīgais ar šādiem parametriem, kas stimulēja Vācijas astrofiziku pētījumus šajā jomā ([16, 17] un literatūras norādes).

Galaktiku magnētiskie lauki ir lokālo magnētisko lauku superpozīcija un dod ieskatu

galaktiku magnētisma topogrāfijā (8. att). Lielus apgabalus galaktikās aizņem starpzvaigžņu miglāji, kuru magnētiskais lauks ir ap 1 nT (10^{-9} T). Galaktikās magnētiskā lauka intensitāte no magnetāriem (10^{11} T) līdz starpzvaigžņu videi (10^{-9} T) izmainās 10^{20} reizi! Ārpus Piena Ceļa galaktikas atsevišķu zvaigžņu magnētisko lauku izšķirt nav iespējams. Ga-



8. att. a – spirālgalaktikas M 51 un NGC 5195 uzņemtas ar Habla kosmisko teleskopu; b – galaktikas M 51 magnētiskā lauka topogrāfija (leņķiskā izšķiršana $\sim 15''$) [16]. Baltā kontūra – homogēnie magnētiskā lauka apgabali; dzeltenās līnijas – magnētiskā lauka orientācija.



9. att. Andromedas galaktikas M 31 (2,5 milj. gg. attālumā) summārais radiostarojums (dzeltenā un sarkanā krāsa) novērots ar 100 m radioteleskopu Efelsbergā 6 cm viļņu diapazonā (leņķiskā izšķiršana $3'$). Magnētiskā lauka orientācija – melnās līnijas. Radiostarojums pamatā nāk no riņķveida struktūras ar diametru 30 000 gg. (atēļa centrā). Dzeltēnie un sarkanie plankumi norāda intensīvus magnētiskā lauka apgabalus ar spēcīgu polarizētu radioviļņu starojumu [16].

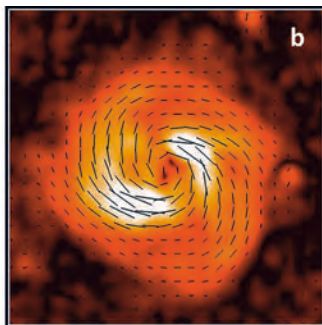
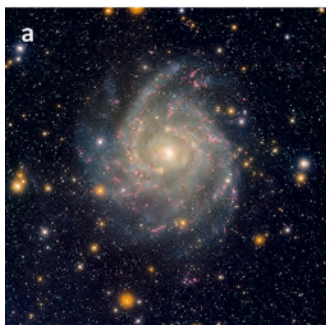
laktiku magnētiskais lauks ir galaktikas struktūru lauka superpozīcija (galaktikas centrs, zvaigžņu kopas, zvaigznes un starpzvaigžņu vide). Magnētiskā lauka lielumu nosaka pēc polarizētā radioviļņu starojuma intensitātes. Mērījumus veic ar speciālām radioteleskopa antenām. Polarizētais radioviļņu starojums starpzvaigžņu miglājos ar samērā zemu brīvo lādiņu koncentrāciju rodas, elektroniem kustoties lokālā galaktikas magnētiskā laukā (7. att.). Atšķirība no magnetāriem ir tā, ka lādiņu kustība spēcīgā magnetārā rada rentgenstarus, bet vājā – radioviļņus. Starojuma intensitāte ir proporcionāla lokālajam magnētiskajam laukam.

Spirālo galaktiku M 51 (~23 milj. gg. no Zemes) Medību Suņu zvaigznājā 1773. gadā atklāja franču astronoms Š. Mesjē (*Charles Messier*, 1730-1817). Nedaudz vēlāk, 1781. gadā franču astronoms P. Mešēns (*Pierre Méchain*, 1744-1804) atklāja otru mazliet attālāku ga-

laktiku NGC 5195. Pierādījumu par šo galaktiku spirālveida struktūru 1845. gadā deva Īru astronoms V. Pārsonss (*William Parsons*, 1800-1867) ar paša konstruēto spoguļa teleskopu (8. att. a). Spirālā galaktika M 51 ir aktīva jauno zvaigžņu veidotāja, un šo procesu no starpzvaigžņu miglāja līdz jaunai zvaigznei ietekmē magnētiskais lauks. Galaktikas M 51 magnētiskā lauka topogrāfija attēlota 8. att. b [16]. Homogēnie radioviļņu starojuma (sinhrotrona starojums ar viļņa garumu 6 cm) apgabali atzīmēti ar baltām līnijām. Šie apgabali ir starpzvaigžņu vide. Radiostarojuma polarizācija attēlota ar dzeltenām līnijām. Polarizācija saglabājas galaktikas spirāles zaros, kur notiek arī jauno zvaigžņu veidošanās. Galaktikas magnētiskā lauka intensitāte ir daži nanotesli [16].

Mūsu galaktikai tuvākās spirālgalaktikas Andromedas M 31 (2,5 miljonu gg. attālumā no Zemes) magnētiskā karte dota 9. att. [17]. Radioviļņus no šīs galaktikas novēroja jau 1950. gadā. Attēlā sarkanā krāsa raksturo visintensīvāko radioviļņu starojumu, aiz kura seko dzeltenās krāsas apgabali. Intensīvais starojums attēla centrā nāk no galaktikas M 31 centra. Starojuma polarizāciju raksturo melnās līnijas. Galaktikas radiostarojums pamatā nāk no gredzenveida joslas galaktikas centrā ar diametru 30 000 gg. (attēlā gredzens ir izkropļots sakarā ar novērošanas leņķi pret galaktikas plakni). Arī galaktikā M 31 vidējā magnētiskā intensitāte ir 1-2 nT [16]. Magnētiskie mērījumi 9. att. ir koriģēti pēc Faradeja efekta²⁾.

Galaktika IC 342 Žirafes zvaigznājā arī ir spirālveida galaktika 11 miljonu gg. attālumā (10. att.). Šo galaktiku detalizēti pētīja M. Planka Radioastronomijas institūts Bonnā ar Efelsberga 100 m radioteleskopu un NASA VLA teleskopu [17]. Viens no pētījumu mērķiem bija noteikt starpzvaigžņu miglāju magnētisko topogrāfiju un to sadalījumu ga-



10. att. a – Spirālveida galaktika Žirafes zvaigznājā uzņemta ar HST teleskopu. Šo galaktiku 1895. gadā atklāja angļu astronoms V. Denings (*William Frederick Denning*, 1848-1931). b – Polarizētais radioviļņu starojums ar viļņu garumu 6 cm no spirālveida galaktikas IC 342 novērots ar 100 m radioteleskopu Efelsbergā un Nacionālās Radioastronomijas observatorijas NRAO VLA (Very Large Array) radioteleskopiem Ņūmeksikā (ASV). Magnētiskā lauka intensitāte spirālēs no centra 1,5 nT samazinās līdz perifērijai 0,5 nT. Attēla leņķiskie izmēri 0,75°x0,75°, kas pie galaktikas attāluma ~11x10¹¹ gg. atbilst 45x45 kpc (1 kpc = 3261,56 gg.) [17].

laktikas spirālēs. Galaktikas izmēri ir ap 60 000 gg., un magnētiskā lauka topogrāfija parādīta 10. b att. Radioviļņu sinhrotrona starojumu izmērija, koriģējot pēc galaktikas radioviļņu termiskā starojuma. Magnētiskā lauka intensitāte galaktikas spirālēs ir 1,5 nT, lielāka par galaktikas vidējo lauku 0,5 nT. Magnētiskais lauks spirālēs iespaido starpzvaigžņu gāzes un kosmisko putekļu kustību. Šie magnētiskā lauka topogrāfijas mērījumi palīdzēs izprast galaktikas evolūciju.

4. Magnētiskais lauks ir visur

Magnētiskais lauks aptver Visumu no atsevišķām zvaigznēm līdz galaktikām un starpzvaigžņu miglājiem. Magnētiskā lauka izmēri pārsniedz zvaigžņu un galaktiku izmērus. Pašreiz vājais starpgalaktiku magnētiskais lauks vēl nav pētīts [16]. Magnētisko lauku Visumā sekmē apstākļi, ka neeksistē elementārie magnētiskie lādiņi (magnētiskie monopoli) analogi elektronam. Tas nodrošina magnētisko lauku stabilitāti Visumā – nav rekombinācijas procesu, analogu pozitīviem un negatīviem elektriskiem lādiņiem. Kaut gan magnētisko lauku astronomijā novēro vairāk nekā simts gadu, daudzas parādības šodien ir bez atbildes. Kāda ir magnētiskā lauka loma magnetāru izvirdumos? Kā magnētiskais lauks ietekmē zvaigžņu veidošanos galaktikās un kāds ir magnētiskais lauks starpgalaktiku vidē? Viss tas prasa jaunus pētījumus Visumā.

²⁾ Faradeja efekts izmaina gaismas polarizācijas virzienu, ja lineāri polarizēta gaisma izplatās vidē, kurā magnētiskā lauka indukcija B ir paralēla gaismas izplatīšanās virzienam. Šo efektu 1845. gadā atklāja M. Faradejs (*Michael Faraday*, 1791-1867). Polarizācijas virziena izmaiņas leņķis (α) ir vienāds $\alpha = k/lB$, kur k ir konstante, kas atkarīga no vides materiāla un gaismas viļņu garuma, l ir vides biezums un B ir magnētiskās indukcijas lielums. Faradeja efekts jāņem vērā, ja polarizētie radioviļņi vai gaisma no ārpus galaktikas astronomiskiem objektiem izplatās caur Piena Ceļa starpzvaigžņu miglājiem.

Papildliteratūra

- [1] Landau L.D. On the theory of stars. – Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion, **1**, No.2 (1932), 285-288.
- [2] Chadwick J. Possible existence of a neutron. – Nature, **129** (1932), 312.
- [3] Oppenheimer J.R., Volkoff G.M. On Massive Neutron Cores. – Phys. Rev., **55** (1939), 374.
- [4] Michel F.C. Theory of Neutron Star Magnetospheres. – University Chicago Press, Chicago, 1991.
- [5] Richer, Harvey B. Hubble Space Telescope Observations of White Dwarfs in the Globular Cluster M4. – ApJ, **451** (1995), L17.
- [6] Burnell, S. Jocelyn Bell. Little Green Men, White Dwarfs or Pulsars. – Annals of the New York Academy of Sciences, **302** (1977), 685-687.
- [7] Gold T. Rotating neutron stars and the nature of pulsars. – Nature, **221** (1969), 25-27.
- [8] Chodil G., et al. Spectral and Location Measurements of Several Cosmic X-Ray Sources Including a Variable Source in Centaurus. – Phys. Rev. Lett., **19** (1967), 681-683.
- [9] Giacconi R., et al. Discovery of Periodic X-ray Pulsations in Centaurus X-3 from UHURU. – ApJ, **167** (1971), L67.
- [10] Krzeminski W. The identification and UBV photometry of the visible component of the Centaurus X-3 binary system. – ApJ, **192** (1974), L135-L138.
- [11] Kouveliotou C., et al. An X-ray pulsar with a superstrong magnetic field in the soft γ -ray repeater SGR 1806-20. – Nature, **393** (1998), 235-237.
- [12] Ibrahim Alaa I. Discovery of Cyclotron Resonance Features in the Soft Gamma Repeater SGR 1806-20. – ApJ, **574** (2002), L51-L55.
- [13] Cosmic Explosion Among the Brightest in Recorded History. – NASA Goddard Space Flight Center, 2005-02-18.
- [14] Olausen S.A., Kaspi V.M. McGill Magnetar Catalog. – ApJS, **213** (2014), 22.
- [15] Wielebinski R., Junkes N., Grahl B.H. Radioteleskop Effelsberg. – Sterne und Weltraum, **9** (2012), 36.
- [16] Beck R. Magnetfelder in Spiralgalaxien. – Kosmische Magnetfelder, Heft 2 (2014), 19-25.
- [17] Beck R. Magnetic fields in the nearby spiral galaxy IC 342. – A&A, **578** (2015), A93 (27). 🐦

ANDIS ZARIŅŠ

FU ORIONIS MAINĪZVAIGŽŅU FENOMENS

FU Orionis uzliesmojumi ir ļoti interesanta kosmiskā parādība, taču tikai 11 gadījumi ir oficiāli reģistrēti līdz šodienai. Šai parādībai ir būtiska nozīme ne tikai zvaigžņu evolūcijas pētniecībā, bet arī planētu veidošanās modeļu izstrādē. Kopš pirmā reģistrētā *FU Orionis* uzliesmojuma 1936. gadā ir veikti vairāki mēģinājumi izskaidrot šīs neparastās parādības cēloņus un mehānismus. Visvairāk šajā jomā ir strādājuši astronomi L. Hartmans (*L. Hartmann*), S.J. Kenjons (*S.J. Kenyon*) un G.H. Herbig (*G.H. Herbig*) pagājušā gadsimta otrajā pusē. Taču arī pavisam neseni pētnījumi 2016. gadā ir pavēruši jaunu skatu uz šiem neparastajiem objektiem. Šajā rakstā aplūkosim *FU Orionis* objektu īpašības, atklāšanas vēsturi, fenomena skaidrojumus un jaunākos novērojumus.

FU Orionis objekti ir galvenās secības priekšstadijas zvaigznes. Šīs zvaigznes veido mazu jaunu, zemas masas zvaigžņu grupu, kura tiek uzskatīta par *T Tauri* zvaigžņu attīstības posmu. *T Tauri* zvaigznes savukārt veido lielāko galvenās secības priekšstadijas zvaigžņu grupu, kas apvieno veidošanās stadijā esošas zvaigznes mūsu Galaktikā. [7]

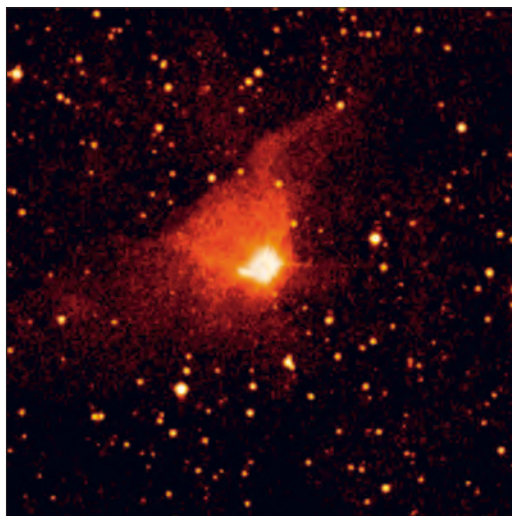
FU Orionis raksturīgākā īpašība ir to spožuma pakāpenisks pieaugums pat par 6 zvaigžņlielumiem dažos mēnešos, tad to spožums nemainās vai pakāpeniski samazinās par vienu vai diviem zvaigžņlielumiem vairāku gadu gaitā. Visām zināmajām *FU Orionis* zvaigznēm ir raksturīgs atstarojošais miglājs ap tām.

FU Orionis zvaigžņu grupas nosaukums ir radies no pirmās zvaigznes nosaukuma, kurai tika atklātas vēlāk izveidotai grupai raksturī-

gās neparastās īpašības. *FU Orionis* jeb *FU Ori* (2. att.) ir grūti pamanāma zvaigzne Oriona zvaigznājā (1. att.). Šī zvaigzne atrodas apmēram 3 grādus ziemeļrietumu virzienā no Betelgeizes (*a Ori*) un mazāk nekā viena grāda attālumā no planetārā miglāja NGC 2022.



1. att. *FU Ori* atrašanās vieta Oriona zvaigznājā [1].

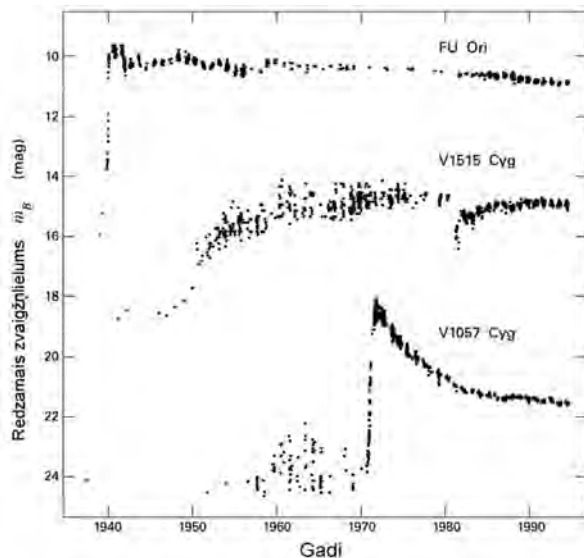


2. att. *FU Ori* attēls no DSS (*Digital Sky Survey*) kataloga.

1936. gadā tika pamanīts zvaigznes *FU Ori* spožuma neparasts pieaugums. 16. zvaigžņlieluma objekts kļuva aizvien spožāks un aptuveni pēc gada sasniedza jau 10. zvaigžņlielumu. Un visdīvainākais bija tas, ka atšķirībā no tolaik jau zināmajiem supernovu sprādzieniem, kam pēc ievērojama spožuma palielināšanās objekta spožums samazinājās dažu nedēļu laikā, *FU Ori* jaunais spožums saglabājās gandrīz nemainīgs vairākus gadu desmitus. [1]

Kopš 1936. gada *FU Ori* zvaigznes pēkšņā uzliesmojuma pagāja vairāki gadu desmiti, līdz tika atklāti divi citi līdzīgi objekti – *V 1515 Cyg* un *V 1057 Cyg* Gulbja zvaigznājā. [4] Pēc šā atklājuma tika pieņemts, ka šie objekti ir klasificējami kā piederīgi vienai maiņzvaigžņu grupai, kas tika nosaukta pirmā atklātā šīs grupas pārstāvja vārdā – *FU Orionis*. Zinātniskajos rakstos angļu valodā šī zvaigžņu grupa tiek saukta arī par *fuors*. *V 1057 Cyg* sasniedza spožuma maksimumu pagājušā gadsimta septiņdesmitajos gados, pēc tam tās spožums pakāpeniski lēnām samazinājās, un pašreiz tas ir 3 zvaigžņlielumus mazāks nekā spožuma maksimumā. 3. attēlā redzams izteikts *FU Ori* un *V 1057 Cyg* spožuma kāpums par 4-6 zvaigžņlielumiem. *V 1515 Cyg* spožuma kāpums gan nav straujš, tomēr arī šādas spožuma izmaiņas tiek pieskaitītas pie *FU Orionis* objektiem raksturīgām īpašībām.

FU Orionis objektus raksturo pēkšņi spožuma maksimumi, kas līdzvērtīgi 500 Saules spožumiem, un turpmāka lēna spožuma sa-



3. att. Trīs pirmo atklāto *FU Orionis* objektu gaismas līknes [4].

mazināšanās vairāku dekāžu garumā. Šīm zvaigznēm raksturīgs spēcīgs starojums infrasarkanajā spektrā uzliesmojuma periodā, redzamo spektra klašu maiņa dažādos viļņu garumos, izteikta Balmera līniju zilā nobīde un spēcīgi masas izvirdumi.

Ir atklāti vairāki objekti ar *FU Orionis* tipiskām spektrālajām īpašībām, taču ne visiem ir novērots izvirduma periods. Tālāk sniegtajā tabulā uzrādīti līdz 1996. gadam identificētie *FU Orionis* objekti.

2012. gadā tika atklāts jauns *FU Orionis* objekts – *V 2493*. Arī 2004. kad tika novērota

Tabula. *FU Orionis* objekti un to raksturlielumi, dokumentēti 1996. gadā. [5]

Objekta nosaukums	Uzliesmojuma gads	Spožuma pieauguma ilgums (gados)	Spožuma samazinājuma ilgums (gados)	Attālums (kpc)	Spožums (L _☉)
<i>FU Ori</i>	1937	1	100	0.5	500
<i>V1057 Cyg</i>	1970	1	10	0.6	800-250
<i>V1515 Cyg</i>	~ 1950	20	30	1.0	200
<i>V1735 Cyg</i>	~ 1957-1965	8	20	0.9	75
<i>V346 Nor</i>	~ 1984	5	5	0.7	nav zināms
<i>BBW 76</i>	< 1930	nav zināms	40	1.7	nav zināms
<i>Z CMa</i>	nav zināms	nav zināms	100	1.1	600
<i>L1551 IRS5</i>	nav zināms	nav zināms	nav zināms	0.15	20
<i>RNO 1B, C</i>	nav zināms	nav zināms	nav zināms	0.8	nav zināms

V 1647 spožuma strauja palielināšanās, minētais objekts tika reģistrēts kā jauns *FU Orionis* kandidāts. [2]

Līdz ar to var uzskatīt, ka pašreiz ir reģistrēti 11 *FU Orionis* tipa objekti.

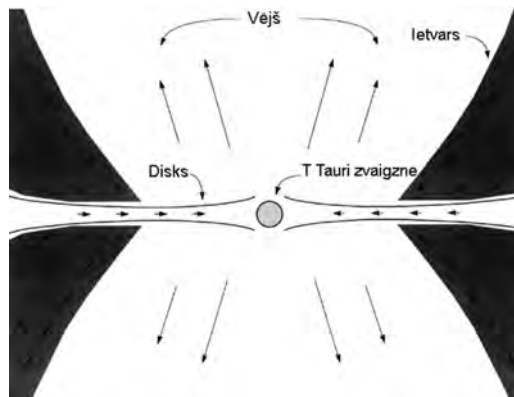
Esam definējuši *FU Orionis* objektus, to īpašības, īsu vēsturi un uzskaitījuši zināmos objektus. Taču rodas loģisks jautājums – kā izskaidrot savādo *FU Orionis* objektu uzvedību, kādi mehānismi rada pēkšņo spožuma maiņu.

Jau kopš paša pirmā – oriģinālā Oriona zvaigznāja zvaigznes *FU Ori* uzliesmojuma astronomu vidū sākās diskusija par šīs divainās parādības cēloņiem. Bija skaidrs, ka šeit noteikti nav darīšana ar novu vai supernovu uzliesmojumiem, jo *FU Orionis* uzliesmojumi ir pakāpeniski un to spožums nesamazinās vairākas dekādes.

Viena no *FU Orionis* īpašībām – aptverošais atstarojošais miglājs vedina domāt, ka centrālā objekta spožumu palielina vai samazina miglāja viela, kas līdzīgi mākoņiem Zemes atmosfērā atsedz vai aizsedz centrālo spožo objektu. Tomēr šī versija neguva apstiprinājumu, jo netika novērots infrasarkanais starojums pirms uzliesmojuma stadijā, kā tas būtu sagaidāms, ja miglāja viela vienkārši aizsegtu zvaigzni. Tāpat šo versiju noraida konstatētais ievērojamais temperatūras pieaugums uzliesmojuma laikā. [4]

Cits mēģinājums izskaidrot *FU Orionis* fenomenu tika saistīts ar dubultzvaigžņu sistēmu modeli. Šis modelis paredzēja, ka *FU Orionis* objekti patiesībā ir dubultzvaigžņu sistēmas, kas sastāv no divām G tipa pārmilžu zvaigznēm, kurām piemīt īpaši ātra rotācija. Modelis arī paredzēja, ka divas zvaigznes izveidojās, sadaloties vienai kopīgai zvaigžņu masai. Tomēr vēlākos novērojumos netika konstatēti divi atsevišķi objekti *FU Orionis* objektu sastāvā. [9]

Daudz pētījumu par *FU Orionis* objektiem ir veikuši astronomi L. Hartmans (*L. Hartmann*) un S.J. Kenjons (*S.J. Kenyon*) 1985., 1986. un 1996. gadā. Tieši šie zinātnieki piedāvāja tā saucamo akrēcijas diska modeli (4. att.), lai



4. att. *FU Orionis* objektu shematisks attēls Hartmana un Kenjona interpretācijā 1996. gadā. [5]

izskaidrotu *FU Orionis* objektu uzliesmojumus. Šis modelis ir daudz analizēts un papildināts un pašos pamatos tiek pieņemts arī mūsdienās.

Šis modelis aprakstīja *FU Orionis* objektu ar *T Tauri* tipa zvaigzni tā centrā, kurai apkārt atrodas akrēcijas disks. Lēno masas akrēciju pārtrauc pēkšņi uzliesmojumi, ko izraisa iekšējā diska izvirdumi, kas savukārt paātrina akrēciju. Disks kļūst karsts, un tas sāk starot optiskajā viļņu diapazonā un aizvien vairāk novirza vielu uz centrālo zvaigzni.

Tālākie pētījumi paredzēja, ka *FU Orionis* uzliesmojumiem jābūt nevis vienreizējiem, bet tiem ir jāatkārtojas vismaz 10 reizes. Šajā laikā viela no disku apverošā ietvara papildina zvaigznes akrēcijas disku ar jaunu vielu, kas nodrošina uzliesmojumus. Šo modeli atbalsta novērotais atstarojošais miglājs ap *FU Orionis* objektiem. Hartmana un Kenjona izveidotais modelis arī apstiprina to, ka *FU Orionis* objekti ir zvaigznes, kas atrodas ļoti agrā veidošanās stadijā.

Laika gaitā, kļūstot pieejamiem jaunākiem novērojumu datiem, akrēcijas diska modelis tika papildināts ar dažādām jaunām versijām par uzliesmojumu izcelsmi. Viena no tām ir magnetorotācijas nestabilitātes

(MRI – magnetorotational instability) mehānisms, kas apraksta akrēciju jonizētos akrēcijas diskos. Tomēr novērotā *FU Orionis* objektu akrēcijas disku temperatūra un jonizācijas pakāpe izrādījās pārāk zema, lai izmantotu magnetorotācijas nestabilitātes mehānismu kā skaidrojumu uzliesmojumiem. [10]

Aizvien jauni pētījumi un pieejamās metodes tika izmantoti, lai aizvien dziļāk izpētītu *FU Orionis* tipa objektus. Spicera kosmiskais teleskops (*Spitzer Space Telescope*) ar infrasarkano spektrogrāfu palīdzību ļāva noteikt jaunus ierobežojumus dažādiem modeļiem. Tādā veidā tika izslēgts 1994. gadā izstrādātais termālas nestabilitātes modelis kā *FU Orionis* uzliesmojumu skaidrojums. [11]

Šā gada 24. februārī zinātnieku grupa no ASIAA (*Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics*) publicēja pētījumu ar nosaukumu «*Circumstellar disks of the most vigorously accreting young stars*», kurā apkopoti rezultāti, kas iegūti, izmantojot Subaru 8 metru teleskopu Havaju salās ar *HiCIAO* (*High Contrast Instrument for the Subaru Next-Generation Adaptive Optics*) instrumentu. [12]

Pētnieki izmantoja pilnīgi jaunu attēlveidošanas tehniku – *PDI* (*Polarization Differential Imaging*), lai iegūtu četru *FU Orionis* objektu attēlus – *FU Ori*, *V 1735 Cyg*, *V 1057 Cyg* un *Z CMa*. [13]

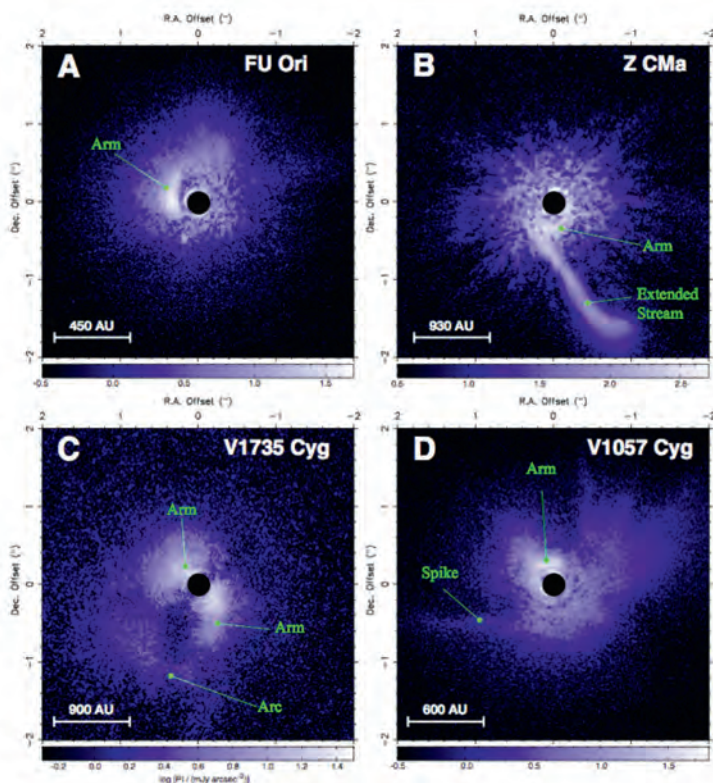
Jaunā metode ļauj izšķirt putekļu daļiņu veidojumus starp gāzes veidojumiem zvaigznes diskā. 5. attēlā redzama diska daļiņu atstarotā gaisma, un tā skaidri pa-

rāda diska formu un tā dažādos veidojumus – strūklas, pavedienus, atzarus.

Iegūto attēlu analīze un pētnieku izveidotā hidrodinamikas simulācija ļāva izveidot jaunu teorētisko skaidrojumu *FU Orionis* fenomenam. [14]

Jaunajā teorijā daudz lielāka loma tiek piešķirta akrēcijas diska nestabilitātei, kuras iemesls ir gravitācija. *FU Orionis* objekti neuzkrāj masu vienmērīgi, kā tika uzskatīts agrāk. Uzliesmojumus var izraisīt masas fragmentācija, ko izraisa gravitācijas nestabilitāte akrēcijas diskā, kam seko gāzu masas kustība centrālās zvaigznes virzienā. [13]

Nobeigumā apskatīsim, kāda vispār ir nozīme *FU Orionis* objektiem astronomijā, kas ir vieni no visinteresantākajiem objektiem Visumā. Pirmkārt, tie ir ļoti reti sastopami. Kā jau šajā rakstā tika minēts – tikai 11 objekti pašreiz oficiāli ir klasificēti kā *FU Orionis* objekti.



5. att. *FU Ori*, *V 1735 Cyg*, *V 1057 Cyg* un *Z CMa* objektu attēli, izmantojot *PDI* attēlveidošanas tehniku. Centrālā zvaigzne ir aizklāta, lai izceltu diska struktūras. [13]

Un, otrkārt, – neskatoties uz to šķietamo reto izplatību, tiem ir liela nozīme ne tikai zvaigžņu veidošanās pētniecībā, bet arī planētu sistēmu evolūcijas izpētē. *FU Orionis* uzliesmojumu biežums jeb, pareizāk sakot, retums – tikai 0,2 notikumi gadā – ļauj novērtēt jaunu zvaigžņu un planētu sistēmu rašanās biežumu Visumā.

Neskatoties uz jauniem sasniegumiem *FU Orionis* izpētē, pastāv aizvien jaunas iespējas vēl jaunākiem atklājumiem. Lielas cerības tiek saistītas ar Atakamas Lielo milimetru/submilimetru režģi ALMA (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*) un Trīsdesmit metru teleskopu TMT (*Thirty Meter Telescope*), kā arī Eiropas Ārkārtīgi lielo teleskopu EELT (*European Extremely Large Telescope*). Un, protams, tāpat kā visi astronomi, arī *FU Orionis* pētnieki gaida Džeimsa Veba kosmiskā teleskopa (*James Webb Space Telescope*) palaišanu kosmosā.

Maiņzvaigžņu pētījumos tiek piesaistīti arī astronomijas amatieri. Piemēram, Amerikas Maiņzvaigžņu novērotāju asociācija (*American Association of Variable Star Observers*, AAVSO) aicina savus dalībniekus veikt novērojumus un iesūtīt savus rezultātus.

Atcerēsimies, ka reģistrēti ir vien 11 *FU Orionis* objekti, taču noteikti daudzi *FU Orionis* objekti vēl tikai gaida savus atklājumus.

Atsauces

1. American Association of Variable Star Observers, *FU Orionis*. – Available at https://www.aavso.org/vsots_fuori (skatīts

- 18.04.2016.)
2. Adamin Ivan (2013). The *FU Orionis* phenomenon. – Variable Stars Observer Bulletin, September-October 2013 | Issue #2, ISSN 2309-5539. Available at <http://www.vs-compas.belastro.net/bulletin/issue/2/download-pdf-a4> (skatīts 18.04.2016.)
3. Herbig, G.H. (1977). Eruptive Phenomena in Early Stellar evolution. – The Astrophysical Journal.
4. Stahler S., Palla F. (2004). The Formation of Stars.
5. Kenyon S., Hartmann L. (1996). The *FU Orionis* Phenomenon.
6. Semkov E.H., et al. (2012). Optical photometric and spectral study of the new *FU Orionis* object V2493 Cygni (HBC 722).
7. Percy J.R. (2007). Understanding Variable Stars. – Cambridge University Press.
8. Martin R.G., et al. (2012). Dead Zones around Young Stellar Objects: *FU Orionis* Outbursts and Transitions Discs.
9. Hartmann L., Kenyon S.J. (1985). On the nature of *FU Orionis* objects.
10. Zhu Z., Hartmann L., et al. (2009). 2-D Simulations of *FU Orionis* disk outbursts.
11. Zhu Z., Hartmann L., et al. (2007). The Hot Inner Disk of *FU Ori*.
12. Subaru-HiCIAO Spots Young Stars Surreptitiously Gluttonizing Their Birth Clouds. – Press release
13. Liu H.B., et al. (2016). Circumstellar disks of the most vigorously accreting young stars.
14. Liu H.B., et al. (2016). Supplementary materials for Circumstellar disks of the most vigorously accreting young stars. 🐦

SVINAM: Pāiet 50 gadi, kopš 1966. gada 7./8. decembra nakī ar Baldones observatorijas Šmidta sistēmas teleskopu iegūta pati pirmā fotogrāfija. VDR uzņēmumā Carl Zeiss Jena izgatavotais teleskops Schmidt-Teleskop ar sfēriskā spoguļa diametru 120 cm, korekcijas plātes diametru 80 cm, fokusa attālumu 240 cm izrādījās ļoti labs gan optiskās sistēmas, gan mehānikas un elektronikas ziņā. Teleskopa kā fotogrāfiska instrumenta darbība dokumentēta 20 novērojumu žurnālos ar vairāk nekā 25 tūkstošiem ierakstus. Pēdējais fotogrāfiskais uzņēmums izdarīts 2006. gada 17. aprīlī. Astronomisko fotoplati vai filmu nomainījusi lādiņsaītes matrica (CCD), kuram redzeslauks ir ievērojami mazāks nekā 24x24 cm platēm. Sk. Alksnis A. Baldones Šmidta teleskopam drīz būs pusgadsimts. – ZvD, 2014/15, Ziema (226), 35.-36. lpp.

PĒC PĒDĒJĀS TELESKOPA APKOPES HABLS IR LABĀKS KĀ JEBKAD

NASA ir pagarinājusi Habla kosmiskā teleskopa *HST* zinātniskās darbības līgumu turpmākajiem pieciem gadiem. Aģentūra 2016. gada 23. jūnijā piešķīra vienreizējo līguma pagarinājumu Universitāšu asociācijai pētījumiem astronomijā, lai turpinātu *Habla* zinātniskās darbības atbalstu pie Kosmiskā teleskopa zinātniskā institūta *STScI* Baltimorā. Šis pasākums pagarinās *HST* izmantošanas periodu no 1. jūlija līdz 2021. gada 30. jūnijam. Līguma vērtība pieaugs apmēram par 196,3 milj. USD (kopējā līguma vērtība 2,03 mljrd. USD).

Šis līguma pagarinājums nodrošina nepieciešamo darbu, lai turpinātu *STScI Habla* misijas zinātnes programmu. Atbalsts ietver izstrādnes un pakalpojumus, kas nepieciešami zinātnes sistēmas inženierpakalpojumiem, zinātnes virszemes sistēmu pilnveidošanai, zinātnes vadīšanai, pētniecībai, mērķfinansējumu vadīšanai un sabiedrības informēšanai *Habla* atbalstam un datu arhīva atbalstam



Astronauts *Andrew Feustel* pēdējās *HST* remonta misijas laikā ap 560 km virs Zemes. Sekmīgā misija 2009. gadā deva *Hablam* jaunu dzīvi – arī turpmāk sagādāt pārsteidzošus attēlus un iedvesmojošus atklājumus.

Warner Bros. *HST*, NASA attēls



Pēdējās *Habla* apkopes misijas ekipāža (no kreisās): astronauti *Michael J. Massimino* un *Michael T. Good*, abi misijas speciālisti; *Gregory C. Johnson*, pilots; *Scott D. Altman*, komandieris; *K. Megan McArthur*, *John M. Grunsfeld* un *Andrew J. Feustel*, visi misijas speciālisti.

NASA-STS-125 attēls

misijām Kosmisko teleskopu Mikulski arhīvā (*Mikulski Archive for Space Telescopes*).

Pēc pēdējās *Space Shuttle* apkopes misijas uz teleskopa 2009. gada 11.-24. maijā *Habls* ir labāks kā jebkad. Apkopes misijas laikā NASA astronauti uzstādīja platleņķa kameru *WFC3*, lai uzlabotu un salabotu 19 gadu veco *Habla* teleskopu.

Stefana Kvinteta *Habla* novērojumi ir daļa no pirmajiem novērojumiem pēc *HST* apkopes pēdējās misijas. Franču astronoma *Eduarda Stefana* (*Édouard Stephan*) saskaņā 1877. gadā, Stefana Kvintets ir pirmā jebkad atklātā blīvā (kompaktā) grupa. Stefana Kvintets, kā nosaukums norāda, ir piecu galaktiku grupa. Nosaukums tomēr ir mazliet maldinošs. Pētījumi ir parādījuši, ka grupējuma loceklis *NGC 7320* īstenībā ir priekšplāna galaktika, kas ir apmēram septiņas reizes tuvāk Zemei nekā pārējās no grupas. Trim no galaktikām ir sagrozītas aprises, izstiepti spirālzarī un garas gāzes paisuma un bēguma astes, kas satur zvaigžņu kopu miriādes – apliecinājums to pamatīgai sadursmei. Šis saskarsmes ir dzirkstejojušas zvaigžņu dzimšanas trakumu



Šis Stefana Kvinteta (sk. arī *Astronomiskā kalendāra 2017 vāku 1. lpp.*), zināma arī kā Hiksona Kompaktā Grupa (HCG) 92, attēls tika iegūts ar jauno platlēcņa kameru WFC3 uz NASA/ESA Habla kosmiskā teleskopa.

NGC 7319 (*augšā pa labi*) ir noslēgta spirāle ar skaidriem spirālzarēm. Zīlie plankumi spirālzaros NGC 7319 *augšā* un sarkanie punkti tieši *virš* kodola un *pa labi* ir daudzu tūkstošu zvaigžņu kopas. Kvinteta galaktiku vairums ir pārāk tālu pat *Hablam*, lai atšķirtu atsevišķas zvaigznes.

Turpinot pulksteņrādītāja kustības virzienā, nākošai galaktikai šķiet esam divi kodoli, bet tā īstenībā ir divas galaktikas – **NGC 7318A** un **NGC 7318B**. Galaktikas aptver jaunas, spožas zilo zvaigžņu kopas un iesārti kvēlojoši ūdeņraža mākoņi, kur sākotnējās zvaigznes dzimst. Šīs zvaigznes ir mazāk nekā 10 milj. gadu vecas un vēl nav aizpūstas projām no viņu dzimšanas mākoņa. Tālu no galaktikām *pa labi* ir starpgalaktiskās telpas apgabals, kur veidojas daudz zvaigžņu kopu.

NGC 7317 (*apakšā pa kreisi*) ir parasta izskata

eliptiskā galaktika, kas ir mazāk ietekmēta mijiedarbībās.

Asi kontrastējoša ar šīm galaktikām ir pundurgalaktika **NGC 7320** (*augšā pa kreisi*). Zvaigžņu veidošanās uzliesmojumi sastopami galaktikas diskā, kā redzams ar zīliem un sārtiem punktiem. Šajā galaktikā *Habls* var atšķirt atsevišķas zvaigznes – liecība, ka NGC 7320 ir tuvāk Zemei. NGC 7320 ir 40 milj. gaismas gadu no Zemes, citi Kvinteta locekļi atrodas ap 300 milj. gaismas gadu tālu Pegaza zvaigznājā. Šie tālākie locekļi ir izteikti sarkanāki nekā priekšplāna galaktika, uzvedinot uz domām, ka vecākās zvaigznes pieder to serdēm. Zvaigžņu gaisma arī var būt papildus nosarkusi sadursmēs izraisīto putekļu dēļ.

Ar kameru WFC3 (*Wide Field Camera3*) uz Habla kosmiskā teleskopa Kvintetu novēroja 2009. gada jūlijā un augustā. Attēls ir salikts no atsevišķām ekspozīcijām, izmantojot filtrus, kas izdala gaismu no spektra zilās, zaijās un infrasarkanās daļas, kā arī emisiju no jonizētā ūdeņraža.

Ekspozīcija 23 stundas. Attēlam uzrādīta orientācija un mērogs.

NASA, ESA un Hubble SM4 ERO Team *astronomiskais attēls* no <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2009/25/image/x/>

galaktiku centrālajā pāri. Šī drāma ir risinājusies uz bagātā attālo galaktiku fona. Sadursme starp ievērojamā galaktiku Kvinteta locekļiem atklāj zvaigžņu klāstu cauri plašai krāsu gammai no jaunām zilām zvaigznēm līdz novecojošām sarkanām zvaigznēm. Šis redzamajā un tuvajā infrasarkanajā gaismā uzņemtais attēls rāda WFC3 plašu viļņa garumu diapazonu. Kameras infrasarkanā acs arī cieši lūkojas caur putekļu aizsegumiem, lai apskatītu zvaigžņu grupējumus, kas nav saskatāmi redzamajā gaismā.

No *Habla* tiek gaidīts turpināt sagādāt vērtīgus datus 2020-ajos gados, nodrošinot *HST* vietu vēsturē kā izcilai universālai observatorijai darbības laikā no mūsu Saules sistēmas līdz tālajam visumam. 2018. gadā NASA Džeimsa Veba kosmiskais teleskops tiks pacelts kosmosā kā nākamās desmitgades vadošā observatorija, kas kalpos astronomiem visā pasaulē, lai balsfītos uz *Habla* atklājumu mantojuma un palīdzētu atslēgt dažus visuma lielākos noslēpumus.

Vairāk informācijas par NASA un aģentūras programmām skatīt: <http://www.NASA.gov>

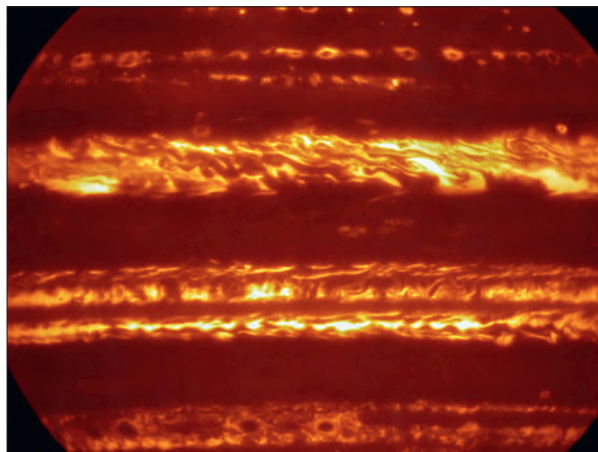
JĀNIS JAUNBERGS

JAUNS VIESIS JUPITERA SISTĒMĀ

Planetoloģija un klasiskā astronomija, kas pēta miljoniem un miljardiem reižu tālākus objektus, pagājušajā gadsimtā ir gājušas visai atšķirīgus attīstības ceļus. Kamēr planetoloģija līdzīgi ģeogrāfijai un ģeoloģijai ir pamatā empīriskā zinātne un iegūst datus no meteorītiem, atvestiem debess ķermeņu paraugiem un planētu vidēs veiktiem mērījumiem, astronomi savas hipotēzes vairāk balsta teorētiskajā fizikā, bet to pamatošanai un apstiprināšanai datus iegūst vienīgi attālinātos novērojumos.

Tādējādi planetologi ir labākās pozīcijās, lai iepazītu dabas sarežģītību un pamanītu negaidītas parādības, kuras cilvēku teorētiskie prāti vēl nav iztēlojušies. Planētu dabas un Saules sistēmas telpas pētījumi ar kosmiskajiem aparātiem pilnveido mūsu izpratni par to, kādas varētu būt citu zvaigžņu planētas, par kurām nav zināms daudz vairāk kā tikai tas, ka tās eksistē.

Viens no tipiskajiem Visumā sastopamo planētu pārstāvjiem ir mūsu pašu Saules sistēmas gāzu milzis Jupiters. Būdam lielākais objekts orbītā ap Sauli, Jupiters kosmiskos mērogos nav nekāds rekordists, jo citu zvaigžņu sistēmās riņķo gan lielākas, gan arī mazākas gāzu planētas, kuru orbītas mēdz būt gan pavisam ciešas, gan arī plašas, reizēm praktiski riņķveida, bet nereti arī stipri izstieptas. Atbilstoties novērojumu tehnikai, būs iespējams noteikt to spektrus un uztvert radiostarojumu, kas liecinās par šādu planētu rotāciju un magnētisko lauku. Viss, ko mēs zinām par Jupiteru, tad attieksies arī uz tūkstošiem planētu pie citām zvaigznēm šajā mūsu Galaktikas nomalē.



Jupiters, kādu to parādīja Eiropas Dienvidobservatorijas VLT teleskops 5 mikrometru viļņa garuma infrasarkanajos staros. Tumšākajos reģionos augšupejošas strāvas rada amonjaka piļņu mākoņus, kas aiztur infrasarkanos starus no atmosfēras dziļākajiem slāņiem. Spožākajos reģionos atmosfēras masas grimst, uzsilst un mākoņi iztvaiko, tāpēc infrasarkanie stari no atmosfēras dziļēm netiek absorbēti. Arī *Juno* misijas mērķis ir ielūkoties pēc iespējas dziļāk Jupitera atmosfērā.

ESO/L. Fletcher attēls

Lai detalizēti pētītu Jupiteru un tā magnetosfēru, 2011. gadā no Zemes tika palaista NASA zonde *Juno* (nosaukta par godu dievietei Junonai no senās Romas mitoloģijas), kura pēc Zemes pārlidojuma 2013. gadā ieguva pietiekamu ātrumu, lai 2016. gada 5. jūlijā ierastos pie Jupitera. Šī ir tikai otrā reize kosmosa izpētes vēsturē, kad zonde ar Saules baterijām darbojas piecu astronomisko



Juno ieiešana orbītā ap Jupiteru (sk. vāku 1. lpp.) 2016. gada 5. jūlijā izraisīja lidojuma vadības komandas neveltotu sajūsmu. Tas bija otrais bīstamākais šīs misijas brīdis pēc starta, jo aparāta darbību varēja izjaukt radiācijas ierosināti datora traucējumi vai mikrometeorīti Jupitera ekvatora plaknē.

NASA/JPL foto

vienību attālumā, kur Saules enerģijas intensitāte ir 4% no tās enerģijas, ko Saules baterijas saņemtu Zemes tuvumā. Iepriekš to paveica ESA zonde *Rosetta*, taču toreiz misijas aktīvā fāze nenotika tik lielā attālumā no Saules, tā vietā *Rosetta* enerģijas taupīšanas nolūkā atrodās daļēji deaktivētā stāvoklī. Šoreiz *Juno* veiks visu savu zinātnisko programmu, paļaujoties uz 60 kvadrātmtru Saules bateriju dotajiem 480 vatiem elektroenerģijas, turklāt spītējot Jupitera radiācijas joslām, kas pakāpeniski degradēs Saules bateriju efektivitāti.

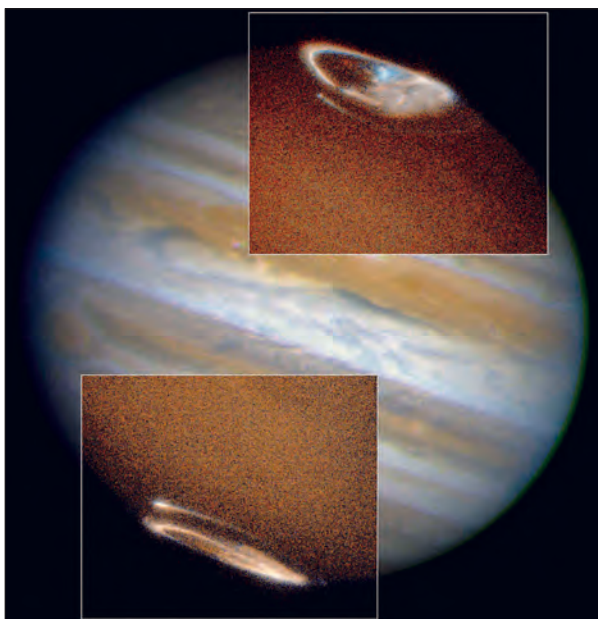
Juno ir vēsturē otrais Jupitera mākslīgais pavadoņš pēc *Galileo**, kas no 1995. līdz 2003. gadam veica 35 aprīņojumus, līdz tā elektronikas radiācijas tolerances resurs bija izsmelts, un nolūkā pasargāt Jupitera pavadoņi Eiropu no piesārņojuma *Galileo* tika sadedzināts Jupitera atmosfērā. Atšķirībā no *Galileo* misijas *Juno* mērķis nav Jupitera pavadoņu izpēte, tāpēc *Juno* nerīņķos Jupitera ekvatoriālajā plaknē, kur atrodami visi lielākie un tuvākie Jupitera pavadoņi. Tā kā

* Sk. Gills M. *Zvaigžņotajā Debēs: Galileo* sasniedz Jupiteru. – 1996, Pavasaris (151), 21.-22. lpp.; Pirmais tiešais Jupitera atmosfēras pētījums. – 1996, Vasara (152), 15.-17. lpp.; *Galileo* pie Jupitera. – 1997, Vasara (156), 23.-25. lpp.



Juno izmēros līdzinās basketbola laukumam, jo energoapgādei 5 astronomisko vienību attālumā no Saules tam ir nepieciešami 60 kvadrātmtri Saules bateriju.

NASA/JPL zīmējums



Jupitera polārblāzmas ultravioletajos staros, Haba kosmiskā teleskopa attēlu montāža. Polārblāzmu un to veidošanās mehānismu izpēte ir viens no galvenajiem *Juno* uzdevumiem.

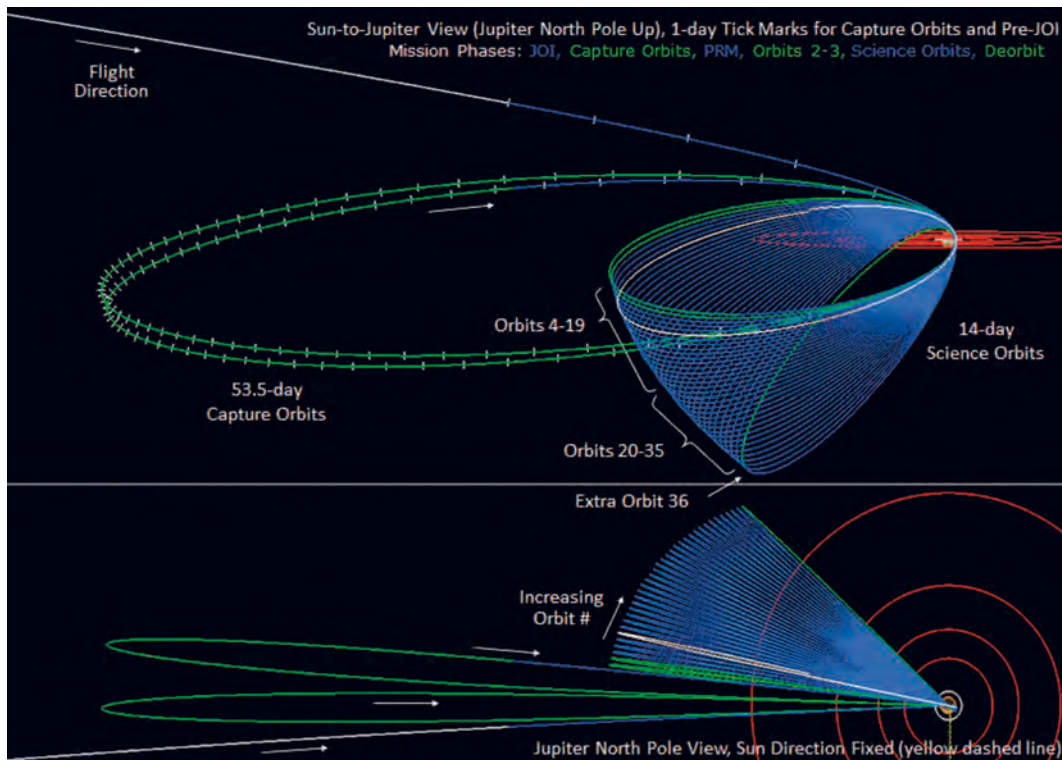
NASA/ESA/J. Clarke attēls

Juno projekts ir veltīts pašam Jupiteram, par kuru *Galileo* ieguva salīdzinoši maz informācijas, *Juno* orbīta ir polāra un tās perijove (Jupiteram tuvākais punkts) ir ļoti tuvu, tikai 5000 km virs Jupitera mākoņiem, bet apojoive (no Jupitera tālākais punkts) stiepjas tālu aiz Jupitera pēdējā lielā pavadoņa – Kallisto orbītas. Pa šādu orbītu *Juno* veiks 37 apriņķojumus ap Jupiteru, līdz 2018. gada 21. februārī ieies Jupitera atmosfērā un kļūs par daļu no šīs milzu planētas.

Juno orbīta ir izplānota tā, lai tas apciemotu pēc iespējas dažādas Jupitera magnetosfēras vietas, vienlaikus izvairoties no visintensīvākās radiācijas joslas, kas līdzīgi 600 000 km diametra gredzenam ietver Jupiteru. Orbītas perijove ir tik zema, lai būtu zem radiācijas joslām, kamēr apojoive ir tālu ārpus bīstamās zonas. Katrs apriņķojums ļaus

novērot Jupitera ziemeļpolu un dienvidpolu, kur ap magnētiskajiem poliem veidojas spēcīgas polārblāzmas, kā arī detektēt gravitācijas lauka anomālijas, kas ir saistītas ar Jupitera iekšējo uzbūvi. Tieši gravitācijas anomālijas varētu pastāstīt, cik dziļi notiek Jupitera atmosfēras cirkulācija un vai tā ir kaut kā saistīta ar metāliskā ūdeņraža mantijas konvekciju, ko uzskata par Jupitera spēcīgā magnētiskā lauka iemeslu.

Jupitera atmosfēras cirkulāciju izraisa ne tikai siltuma pacelšanās no karstajām dziļēm, bet vienlaikus arī siltuma atdošana infrasarkanā starojuma veidā, kas aizplūst kosmosā. Saprotams, ka ikvienam siltuma dzinējam ir nepieciešams gan siltuma avots, gan arī dzesēšana, un Jupitera cikloni ir tāda siltuma dzinēja piemērs. Infrasarkanā un mikroviļņu starojuma aizplūšana notiek visā Jupitera at-



Juno orbītas diagramma.

NASA/JPL/SwRI zīmējums

Tabula. *Juno* zinātniskie instrumenti.

Instrumenti	Raksturlielumi	Mērķis
Mikrovīlņu radio-metrs <i>MWR</i>	Mikrovīlņu mērījumi 600 MHz, 1,2 GHz, 2,4 GHz, 4,8 GHz, 9,6 GHz un 22 GHz frekvencē	Jupitera ķīmiskā sastāva un cirkulācijas novērojumi līdz 200 atmosfēru spiediena līmenim (500-600 km dziļumam zem mākoņu virsotnēm).
Infrasarkanais kartējošais spektrometrs <i>JIRAM</i>	Tuvais infrasarkanais diapazons (2-5 μm viļņu garums)	Jupitera atmosfēras novērojumi līdz 50-70 km dziļumam zem mākoņu virsotnēm, lai kartētu ūdens tvaiku, amonjaka, metāna un fosfīna izplatību. Polārblāzmu novērojumi atmosfēras augšējos slāņos.
Magnetometrs <i>MAG</i>	Trīsdimensiju magnetometrs lauka intensitātes un virziena mērīšanai	Magnētiskā lauka kartēšana, informācijas iegūšana par Jupitera mantijas konvekciju, polārās magnetosfēras telpiskās struktūras noskaidrošana.
Radiosakaru sistēma	Doplera efekta un attāluma mērījumi <i>Ka</i> un <i>X</i> diapazonā	Radiosakaru frekvences Doplera nobīdes mērījumi ļauj precīzi noteikt gravitācijas lauka anomālijas, kas liecina par Jupitera iekšējo uzbūvi.
Zemas enerģijas lādēto daļiņu detektors <i>JADE</i>	Virziena un enerģijas noteikšana zemas enerģijas lādētajām daļiņām (13 eV-20 keV joni, 200 eV-40 keV elektroni)	Jupitera polārblāzmu rašanās mehānismu izpēte.
Augstas enerģijas lādēto daļiņu detektors <i>JEDI</i>	Virziena un enerģijas noteikšana augstas enerģijas lādētajām daļiņām (20 keV-1 MeV joni, 40 keV-500 keV elektroni)	Jupitera radiācijas joslu pēfījumi, ar uzsvaru uz H, He, O un S jonu kustību magnetosfērā.
Radio un plazmas viļņu sensors <i>Waves</i>	Radiovīlņu un plazmas viļņu spektroskopija Jupitera tuvākajā apkaimē	Saules vēja elektronu kustība Jupitera magnētiskajā laukā ir spēcīgs radiostarojuma avots, un zemākas frekvences plazmas viļņus rada arī pavadoņa Jo atmosfēras jonizācijā radušos jonu kustība, liecinot par plazmas sastāvu, blīvumu un enerģijas pārnesi Jupitera magnetosfērā.
Ultravioletais kartējošais spektrogrāfs <i>UVS</i>	1024 × 256 pikselu detektors iegūs hiperspektrālus attēlus ultravioletajā diapazonā	Ultravioletajos staros vislabāk novērojamas ir Jupitera polārblāzmas, kuru izskats liecina par planētas magnētiskā lauka struktūru un plazmas parādībām, piemēram, elektriskās strāvas kanāliem, kas Jupiteru savieno ar tā pavadoņiem.
Platleņķa redzamās gaismas skenējošā fotokamera <i>Juno-Cam</i>	58 × 360 grādu redzeslauks (pateicoties <i>Juno</i> rotācijai), 3 km izšķirtspēja uz pikseli no perijoves (5000 km augstuma)	<i>JunoCam</i> tuvplānā parādīs Jupitera mākoņu segas izskatu redzamajā gaismā, jo sevišķi polārajās apgabalos, kas līdz šim ir bijuši maz pieejami novērojumiem.



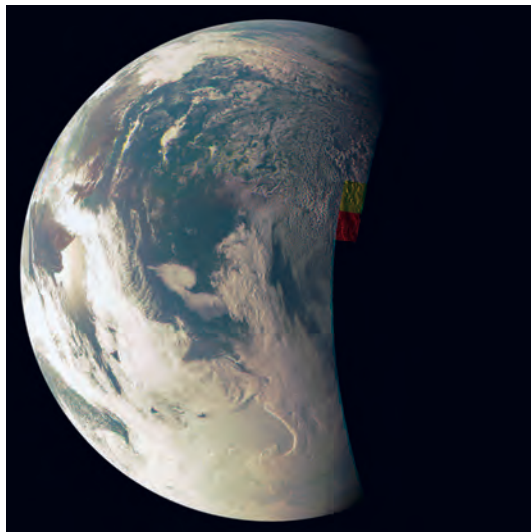
Juno aparāta svarīgākās elektronikas plātes ir par 99,8% pasargātas no Jupitera radiācijas joslām, tās ievietojot nepilnu kubikmetru lielā kastē no 1 cm biežām titāna plāksnēm. Attēlā redzama elektronikas kastes montāža uz *Juno* aparāta. Pārējās *Juno* sastāvdaļas misijas laikā saņems radiācijas devu, kas desmit tūkstošus reižu pārsniegs cilvēka dzīvībai bīstamo.

NASA/JPL-Caltech/Lockheed Martin foto

mosfērā, no mākoņu virsotnēm līdz pat 200 atmosfēru spiediena līmenim (500-600 km zem mākoņu segas). Arī šo enerģijas plūsmu mērīs *Juno* pavadoņi, reģistrējot infrasarkanos spektrus, kas liecinās par ūdens tvaiku koncentrāciju dažādās Jupitera vietās, ļaujot ne tikai precīzāk noteikt Jupitera kopējo sastāvu, bet arī izsekot tā laika apstākļiem līdz tādām temperatūras un spiediena vērtībām, kādas

Saites:

- *Juno* misijas mājas lapa: <https://www.missionjuno.swri.edu/>
- *JunoCam* fotokameras tehnisks apraksts: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11214-014-0079-x>
- *Juno* misijas animāciju video kolekcija: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLD78A3AAD420C8293>
- Planētu izpētes profesionāļu un entuziastu diskusiju lapa, kur var uzzināt gan *Juno* misijas vēsturi, gan arī jaunāko informāciju: <http://www.unmannedspaceflight.com/index.php?showforum=82>



Pārlidojot Zemi 2013. gada 9. oktobrī, *JunoCam* pārbaudes nolūkā tika noskenēta mūsu planētas dienvidu puslode.

NASA/JPL-Caltech/MSSS attēls

Zemes meteorologiem nav pazīstamas.

Ja *Juno* misiju būtu veidojuši tikai kosmosa fiziķi un planētu atmosfēru modelētāji, tam droši vien nemaz nebūtu fotokameras, kura strādā redzamajā gaismas diapazonā. Tomēr sakaru sistēmas jauda ir pietiekama, lai pārraidītu daudzus attēlus, un tādēļ zinātnes popularizēšanas nolūkā tika atrasta piemērota platleņķa fotokamera, kas līdzīgi krāsu skenerim *Juno* aparāta rotācijas rezultātā fiksēs visu apkārt redzamo, lai arī diezgan zemā leņķiskajā izšķirtspējā. Šo fotokameru sauc par *JunoCam*, un tā jau ir izmēģināta Zemes pārlidojuma laikā, dodot cerības, ka zemo Jupitera pārlidojumu laikā tiks iegūti daudzi satriecoši skaisti Jupitera mākoņu joslu attēli. Kameras mūžs Jupitera radiācijas joslu tuvumā nebūs ilgs, tomēr tās devums varētu būt vispopulārākais ieguvums no *Juno* misijas, kas rotās žurnālu vākus un daudzas Interneta lapas.

JĀNIS STRADIŅŠ

MŪSU ZINĀTŅU AKADĒMIJAI – 70



2016. gada februārī Latvijas Zinātņu akadēmija nosvinēja savu 70 gadu pastāvēšanas jubileju. LZA Senāta svinīgajā sēdē piedalījās bijušie Latvijas valsts prezidenti, jaunais izglītības un zinātnes ministrs, universitāšu rektori, LZA goda mecenāti, zinātnieki un uzņēmēji, Igaunijas ZA prezidents T. Somere. Atskatījāmies uz ZA vēsturi un priekšvēsturi, sveicām ZA goda locekli Raimondu Paulu viņa mūža jubilejā un jaunievēlētos LZA goda doktorus, sarīkojām saturīgu diskusiju par zinātnes perspektīvām civilizāciju sadursmju laikmetā un Eiropas politikas stabilitāti (prof. L. Taivāns, I. Ījabs). Notikums rosināja pārdomāt zinātnes atfīstības problēmas un ZA vietu mūsdienu un nākotnes Latvijā un Eiropā.

Savas pastāvēšanas pirmajā pusgadsimtā (1946–1995) ZA Latvijā darbojās ne tik daudz kā ievēlētu, izcilu zinātnieku – akadēmijas locekļu kopa, cik kā tolaik jaunizveidoto pētniecisko institūtu komplekss, kur strādāja tūkstošiem zinātnieku. Mūsu žurnāla kontekstā īpaši atcerēsimies toreizējo ZA Enerģētikas ins-



Akadēmiķis J. Stradiņš, LZA Senāta priekšsēdētājs, Eiropas Zinātņu un mākslu akadēmijas Latvijas delegācijas vadītājs

titūtu, ko 1946. gadā dibināja L. Hunhens un ilgu gadus vadīja akadēmiķi K. Plaude, A. Kroģeris, J. Ekmanis. Akadēmijas ietvaros dzima Latvijai jauni zinātnes virzieni, tika izstrādāti materiāli kosmiskajiem kuģiem un raķetēm. Latvijai atgūstot neatkarību, deviņdesmitajos gados šī gigantiskā sistēma nobruka. Vairums institūtu vai nu iekļāvās universitāšu sastāvā, vai arī turpināja patstāvīgu atfīstības ceļu. Nelielai valstij nebija paceļams un vajadzīgs tas, kas atfīstījās zinātnē lielvalsts ietvaros.

Zinātņu akadēmijai bija jāmeklē jauns pastāvēšanas modelis, jāveido tradīcijas kā izcilāko individuālo zinātnieku korporāci-

jai. Šo ceļu iezīmēja 1992. gada 14. februārī pieņemtā ZA Harta, ko apstiprināja Saeima, legalizējot Zinātņu akadēmijas pastāvēšanu neatkarīgajā Latvijā. Domāju, drīkstam atzīt, ka pāris gadu desmitos esam izveidojuši jaunas tradīcijas. Par paraugu tika ņemtas senās Rietumu un Ziemeļeiropas zinātņu akadēmijas, tādas kā *Accademia dei Lincei* Romā, Londonas *Royal Society*, Karaliskā Zviedrijas ZA, Vācijas Nacionālā Zinātņu akadēmija *Leopoldina* (dib. 1652), Parīzes ZA, kas šogad svin savas pastāvēšanas 350-gadi. Saprātams, nevar salīdzināt jaunās Baltijas valstu zinātņu akadēmijas (visām tām ir aptuveni līdzīga vēsture) ar šīm senajām, leģendārajām un tālu pazīstamajām – tās ir vāra atblāzma. Taču, šķiet, darījām, ko varējām un pratām, lai šo apgaismības laikmetā dzimušo pieredzi pirmoreiz vēsturē pārdēstītu atjaunotajās Baltijas valstīs.

Ievēlējām mūsu ZA, mūsaprāt, izcilākos Latvijas zinātniekus, ārzemju locekļu kārtā piesaistījām latviešu trimdas zinātniekus un slavenus ārzemniekus, kuru intereses kaut cik skāra Latviju (tostarp vairākus Nobela prēmijas laureātus). Par ZA goda locekļiem kļuva visredzamākie Latvijas kultūras un citu jomu pārstāvji, bet par ZA goda mecenātiem – vairāki uzņēmēji un zinātni atbalstošas firmas.

Pēc 25 gadiem jaunajā statusā varam gandarīti secināt, ka no iecerētā daudz kas ir izdarīts, LZA guvusi zināmu autoritāti Latvijā un arī Eiropas zinātniskajā telpā. Tā pārstāv Latviju starptautiskajā zinātnes pasaulē, piedalās autoritatīvos forumos, sadarbojas ar daudzām ārzemju akadēmijām, arī ārpus Eiropas.

Pašreiz LZA ir 402 locekļi, to skaitā 122 īstēnie locekļi (akadēmiķi). Tie regulāri pulcējas savās sēdēs, organizē konferences, ZA pilnsapulces, par mērķi spraužot zinātnes attīstīšanu, pētījumu veicināšanu un veikšanu, Latvijas tautas un valsts vēstures, kultūras, valodas izpēti un kopšanu. ZA uzdevums ir līdzdalība valsts attīstības prognozēšanā, sabiedrības un valdības informēšana par tautsaimniecisku, kultūras, sociālo norišu projektu iespējamām un vēlamām sekām. Šos uzdevumus LZA un tās atsevišķi locekļi vairāk vai mazāk veic, piedalīdamies arī zinātnes politikas veidošanā, dažādās eksperimentēs, pētījumu ētikas, diskusiju principu un tradīciju sargāšanā, kaut arī dažā ziņā varētu vēlēties vairāk.

Diemžēl, salīdzinot ar vecajām Eiropas valstīm un pat ar mūsu ES kaimiņvalstīm, Latvija būtiskos zinātnes un inovāciju rādītājos uzrāda ne jau augstākās vietas, daudzi jaunie zinātnieki meklē pētījumiem labvēlīgas valstis



Fragments no 10 pastmarku loksnes ar kuponu vidū, kas veltīta Kurzemes Literatūras un mākslas biedrības (1815-2015) dibinātājiem un locekļiem (*autore Elita Viliama*). Šo biedrību – pirmo mēģinājumu izveidot Baltijā reģionālu zinātņu akadēmiju, starp kuras locekļiem ir bijis arī izcilais astronoms Vilhelms Strūve (1793-1864), – var uzskatīt par pašreizējās Zinātņu akadēmijas aizsākumu (biedrības dibināšanas gads 1815 ir iezīmēts LZA karogā un Kurzemes Literatūras un mākslas biedrības 200. gadadiena tika iekļauta UNESCO vēsturisko atceru sarakstā).

(kaut arī sāk iezīmēties daži pretēji piemēri). Pirmām kārtām te vainojams ārkārtīgi zems finansējums, ko mūsu valsts ierāda zinātnei (nacionālā finansējuma ziņā viens no pašiem zemākajiem ES valstu vidū, situāciju kaut cik glābj ES struktūrfondi) un daudzos gadījumos arī pašu zinātnieku apātija, inerce un konkurētspēja.

Arī akadēmiķu sastāvs aizvadītajos 25 gados kļuvis vecāks, daudzi mūsu cienījamie cilvēki pietuvojušies 80 gadu robežai vai pārkāpuši tai pāri. Tas neizbēgami rada konservatīvismu. Jāsaprot, ka Zinātņu akadēmija ir uz korporāciju principiem veidota struktūra ar mūža biedriem, tādēļ arī meklējam formas, kā varētu piesaistīt jaunus zinātniekus; šajā ziņā aktīvs ir tagadējais ZA prezidents Ojārs Spārītis.

Ir dzirdēts mazliet bezkaunīgs ZA salīdzinājums ar Balzaka vecuma dāmu, kas par varēm cenšas izskatīties pievilcīga, bet kurai nav vairs ne jaunības straujuma un iedvesmas, ne dārgu greznuma lietu.

Jā, Zinātņu akadēmija materiālā ziņā ir nabadzīga, tās budžets atkarīgs no Izglītības un zinātnes ministrijas, kas atvēl līdzekļus emeritēto zinātnieku atbalstam, valsts kvalifikācijas komisijai (kas izvērtē doktora disertāciju kvalitāti), terminoloģijas komisijai un vairākām citām ZA pamataktivitātēm. Pārējais ir jānopelna ar telpu īri ZA Augstceltnē, ar ierobežotu saimniecisko darbību, vai arī – jāmeklē mecenāti.

Esam ļoti pateicīgi mūsu sadarbības partneriem un sponsoriem – uzņēmumiem «Grindeks», «Latvenergo», «Latvijas Gāze», «TERA Latvija», Borisa un Ināras Teterevu fondam, P. Avena fondam «Paaudze», *L'ORÉAL Baltique*. Ar mecenātu atbalstu spējām piešķirt LZA Lielās medaļas, izcilu Latvijas zinātnieku vārdā nosauktas balvas, citas balvas, tāpat stipendijas «Sievietēm zinātnē» (biomedicīnas un materiālzinātnes jomā), kas guvušas un

gūst plašu rezonansi sabiedrībā. LZA Goda mecenātu vidū ir bijuši Nobela prēmijas laureāta atraitne Magda Štaudingere-Voita, «AWACS» sistēmas izveidotājs Konstantīns Počs, K. Čakstes līdzgaitnieks Jānis Sadovskis, akadēmiķe Emīlija Gudriniece. Pašreiz mūsu Goda mecenāti ir Teterevi, Juris Savickis, Āris Žīgurs, Pjotrs Avens, Kirovs Lipmans, Atis Sausnītis, Ivars Strautiņš u.c. Īpaši Jurim Savickim esam pateicīgi par vairāku balvu iedibināšanu, piemiņas zīmju uzstādīšanu izciliem zinātniekiem, LZA darbības popularizēšanu plašsaziņas līdzekļos, arī par finansiālu atbalstu daudziem mūsu izdevumiem. To skaitā izceļas ZA izveidotā monumentālā četru sējumu enciklopēdiskā krājuma «Latvieši un Latvija» klajā laišana, kas 2014. gadā izpelnījās LR Ministru kabineta balvu.

Starp citu, 2016. gada 11. februārī pirmoreiz pasaulē tika atzīmēta Starptautiskā diena sievietēm un meitenēm zinātnē, ko iedibinājusi ANO. Katrai valstij bija iespēja izvēlēties savu simbolisku pārstāvi. Ar LZA ierosmi Latvija nominēja vienu no pirmajām latviešu izcelsmes zinātniecēm – LZA goda locekli un mūsu pirmo mecenāti Magdu Štaudingere-Voitu (1902–1997), M. Kiī laikabiedri, kuras kopā ar vīru – Nobela prēmijas laureātu Hermani Štaudingeru veiktie pētījumi ir mūsdienas makromolekulārās ķīmijas (arī celulozes struktūras noskaidrošanas) pamatā. Latvijā sieviešu zinātnieču skaits procentuāli ir viens no lielākajiem ES un pasaulē (vidēji pasaulē 28% zinātnieču ir sievietes), ar ko Latvija izceļas pozitīvā nozīmē.

Ticu, ka Zinātņu akadēmijas misija Latvijai joprojām ir nozīmīga, tā turpinās veidoties kā viens no Latvijas zinātnes simboliem, kas simbiozē ar mūsu augstskolām, institūtiem, Zinātnes padomi, Latvijas Pētniecību un inovāciju stratēģisko padomi iezīmēs ne tikai vietējās zinātnes nākotni, bet arī veicinās inovatīvas tautsaimniecības veidošanos Latvijā. 🐦

JĀNIS DAMBĪTIS, ANDREJS CIBULIS

PIRMIE DATORI LATVIJĀ

Rakstā dots ieskats par Latvijā pirmajām trim lietotajām elektronu skaitļojamajām mašīnām: modelējošo skaitļojamo mašīnu, LM-3, BESM-2 un trīs matemātiķiem, kuri ir stāvējuši pie to tapšanas šūpuļa un datortehnikas atfīstībā Latvijā ir devuši paliekošu ieguldījumu, sk. [1], [2], [3], [4], [5].

Latvijas Universitātes (LU) studiju biedri – Jānis Daube (1910-1982), Emanuels Grinbergs* (1911-1982) un Eižens Āriņš (1911-1987) 1930. gadā sāka studijas LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātē. E. Āriņš ir beidzis Daugavpils ģimnāzijas reālā novirziena klasi, bet J. Daube – Jēkabpils ģimnāzijas reālā novirziena klasi (abi 1929. gadā). E. Grinbergs 1930. gadā beidza Turkuenas liceju (Francijā pie Lilles universitātes) kā matemātikas bakalaura. Lai iestātos LU, viņam bija jānokārto eksāmens latviešu valodā, Latvijas vēsturē un ģeogrāfijā. E. Grinbergs studijas beidza 1934. gadā, J. Daube – 1939. gadā, bet E. Āriņš studijas beidza divreiz – 1941. gada rudenī un otrreiz 1946. gadā (ar izcilību), jo vācu okupācijas laikā iegūtais izglītības atestāts netika atzīts.

J. Daube no 1940. gada bija rūpnīcas VEF mēriekārtu un radiouztvērēju laboratorijas inženieris. Domājams, ka četrdesmito gadu no-

galē J. Daube apmeklēja E. Grinberga lekcijas rūpnīcā VEF par matemātikas lietojumiem radio shēmu projektēšanā. 1949. gada sākumā J. Daube pārgāja no VEF uz darbu ZA Fizikas un matemātikas institūtā (no 1951. gada Fizikas institūts) par zinātnisko līdzstrādnieku. Profesors V. Djakovs (1900-1994) un J. Daube (1. att.), pētot transformatora shēmu īpašības, atrada shēmu lietojumu lineāru algebrisku vienādojumu sistēmu risināšanā. Līdzīgas vienādojumu sistēmas tika lietotas arī metalurģijā kausējuma īpašību noteikšanā. Inženieris V. Sivanovs bija speciālists kausējuma īpašību noteikšanā atkarībā no dažādiem sākotnējo izejmateriālu parametriem. Minēto triju speciālistu (2. att.) kopīgu pētījumu un darba rezultātā 1950. gada nogalē rūpnīcā «Radiotehnika» tika izgatavota pirmā mode-



1. att. Jānis Daube – galvenais datora LM-3 konstruktors.

* Sk. rakstus ZvD: *Riekstiņš E. Matemātiķim Emanuelam Grinbergam – 80.* – 1990/91, Zieme (130), 20.-22. lpp.; *Leimanis E. Matemātiķis Emanuel Grinbergs.* – 1994, Rudens (145), 21.-23. lpp.; *Dambītis J. Emanuela Grinberga (1911-1982) atstātais matemātiskais mantojums.* – 1994/95, Zieme (146), 32.-33. lpp.; *Dambītis J. Dr. E. Grinberga teorēma par Hamiltona cikliem.* – 1995, Pavasaris (147), 22.-26. lpp.

lējošā skaitļojamā mašīna. Šajā laikā rūpnīcā «Radiotehnika» strādāja E. Grinbergs. Domājams, ka iepazīšanās ar Fizikas institūtā izstrādāto modelējošo iekārtu sekmēja viņa pārieju darbā uz Fizikas institūtu.

J. Daube 1956. gada aprīlī Leningradas Politehniskajā institūtā aizstāvēja tehnisko zinātņu kandidāta disertāciju «Dažu transformatoru shēmu elektrisko procesu pētījumi lineāru algebrisku sistēmu automatizētai risināšanai». J. Daubem zinātniskā pētniecība, gatavošanās zinātņu kandidāta eksāmeņiem, disertācijas rakstīšana un aizstāvēšanas organizēšana prasīja vairāk laika nekā modelējošās skaitļojamās mašīnas projektēšana un izgatavošana.

E. Āriņš bija profesores L. Keldišas aspirants (1952-1954), tas viņam deva iespēju iepazīties ar daudziem ievērojamiem Maskavas matemātiķiem un skaitļošanas tehnikas slepenajām norisēm Padomju Savienībā. Mēnesi pēc J. Daubes disertācijas aizstāvēšanas viņi abi devās ilgā komandējumā uz Maskavu, no kurienes atgriezās ar dokumentāciju elektronu skaitļojamās mašīnas (datora) M-3 pārprojektēšanai, lietojot miniatūras radiolampas un atbilstošus jaunus elektriskos elementus. Pusvadītāju elementi plašu lietojumu Padomju Savienībā vēl neguva. Nākamie J. Daubes komandējumi bija kopīgi ar inženieriem V. Zdankeviču un V. Redjko. J. Daube 1956. gadā kļuva par laboratorijas vadītāju Fizikas institūtā. J. Daubes laboratorijā sāka strādāt daudzi jauni elektronikas inženieri, kuri ar aizrautību pārprojektēja datora LM-3 elektrisko shēmu elementus. Minēto apjomīgo jaunrades darbu tēlaini ir aprakstījis A. Baums [7].

1957. gada augustā J. Daubes laboratorijā sāka strādāt matemātiķi J. Dambītis un I. Ilziņa. Viņus pieņēma darbā, lai apgūtu jauno programmētāja arodu, par kuru informācijas latviešu valodā toreiz nebija, bija gan zināms, ka šī profesija saistīta ar slepenajām universālajām skaitļošanas mašīnām – datoriem. Sākot ar 1956. gadu, J. Daube un E. Grinbergs strādāja ZA Fizikas institūtā, tur E. Āriņš strādā-



2. att. Jaunās modelējošās skaitļojamās mašīnas projektētāji (no kreisās): inženieris V. Sivanovs, profesors V. Djakovs un zinātniskais līdzstrādnieks J. Daube. Foto no [6]

ja pusslodzi (1956-1959), bet kā pasniedzējs viņš strādāja LVU Fizikas un matemātikas fakultātē (1944-1959). No 1961. gada februāra J. Daube un E. Grinbergs strādāja E. Āriņa vadītajā LVU Skaitļošanas centrā (tagad LU Matemātikas un informātikas institūts).

1958. gada janvāra otrajā pusē J. Daubes laboratorija pirmā sāka apdzīvot Kolhoznieku nama (ZA Augstceltnes) pirmo stāvu. Laboratorijas telpās elektrība bija ievilkta, bet apkures vēl nebija. Viss laboratorijas personāls bija mobilizēts LM-3 elektrisko shēmu elementu (vairāk nekā 15 000) pārbaudē – brāķa noteikšanā, kas notika LM-3 mašīnzālē. Pirmās programmas J. Dambītis un I. Ilziņa uzrakstīja Rīgā, bet skaņoja un skaitļoja (testēja) 1958. gada novembrī Maskavā – J. Dambītis programmai paredzētā uzdevuma skaitļošanu veica ar ZA Skaitļošanas centra datoru «Štrela» palīdzību, bet I. Ilziņa skaitļošanu veica ar datoru M-3 kādā slēgtā (slepenā) Maskavas zinātniskā institūtā. Vairāk informācijas par pirmajām programmām var gūt no raksta [8].

1959. gadā tika realizēta E. Āriņa ideja datora «pašapmācībai» matemātisku uzdevumu risināšanā. Par šo programmu E. Āriņš novembrī referēja Vissavienības skaitļošanas tehnikas un matemātikas konferencē, kas radīja lielu interesi kibernetiķu aprindās arī ārpus Padomju Savienības. Minētās programmas

uzbūves un darbības izklāsta apraksts atrodams rakstos [4], [9], bet grāmatā [10, 184.-185. lpp.] ir dota programmas blokshēma, kas parāda jaunās idejas vienkāršību un programmas loģiskās uzbūves sarežģītību. Tā bija pirmā «maksīgā intelekta» programma vismaz Padomju Savienībā. Palielinoties inženieru, konstruktoru un matemātiķu skaitam, 1959. gada februārī Fizikas institūtā nodibināja nodaļu (vadītājs J. Daube) ar nosaukumu «Skaitļošanas centrs», kurā ietilpa J. Daubes vadītā Skaitļošanas mašīnu laboratorija un E. Grinberga vadītā Programmēšanas laboratorija.

1960. gada aprīlī E. Grinbergs aizstāvēja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta disertāciju un maijā sāka strādāt E. Āriņa organizētajā un dibinātajā (11.11.1959.) LVU Skaitļošanas centrā. Par matemātiskā sektora vadītāja vietas izpildītāju iecēla J. Dambīti. Viņam vajadzēja uzņemties vadīt programmētāju apmācību un arī datora LM-3 nodošanu ekspluatācijā. J. Dambītis jaunajā darbā konstatēja faktu, ka datoram LM-3 vajadzīgs maiņstrāvas frekvenču pārveidotājs no 50 svārstībām sekundē uz 60 svārstībām sekundē. Pirmais viņa pienākums bija rezerves frekvenču pārveidotāja sagāde, kuru vajadzēja atvest no Tallinas radio rūpnīcas un nogādāt ZA, kas bija visai svarīgi datora LM-3 turpmākajā sagatavošanā.

1960. gada jūnijā ZA organizēja jaunu Elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūtu, iekļaujot tajā Fizikas institūta J. Daubes nodaļu un Enerģētikas un elektrotehnikas institūta E. Jakubaiša nodaļu. Par jaunā institūta direktoru kļuva E. Jakubaitis, bet par skaitļošanas mašīnu laboratorijas vadītāju – J. Daube, par LM-3 laboratorijas vadītāju – J. Dambītis, institūtā vēl bija arī citas laboratorijas. Šis gads elektronikas inženieriem bija ļoti saspringts, viņi strādāja maiņās, bet svētdienās viens dežurēja, jo datoru LM-3 neatslēdza no barošanas bloka. (3.-4. att.) Saskaņa un koleģialitāte, kura valdīja J. Daubes vadītajā nodaļā, pārejot jaunajā institūtā, nepārtrūka.



3. att. LM-3 inženieri. Pirmajā rindā no kreisās: Artūrs Ekers, Margarita Surgučova, Kārlis Čirulis, otrā rinda: Aldis Baums, Pēteris Kļaviņš, Vladimirs Zdankevičs.



4. att. Inženieris A. Oļeiņiks pie LM-3 vadības pults testē izvada ierīces darbību. Attēlā redzama arī ievades ierīce (pa kreisi), atmiņas mezgls un datora galvenais skapis (pa labi).

No žurnāla «Zinātne un Tehnika»,
1961. g. janvāris

Kādā jūnija svētdienā sabojājās vecais frekvenču pārveidotājs. Jau pirmdienas rītā, kad darbā ieradās maiņas inženieri, tie pārslēdza vajadzīgos kontaktus («jaunajam») frekvenču pārveidotājam, un datora LM-3 testēšanu varēja turpināt. 1960. gada 20. jūlijā dators LM-3 bija sagatavots programmētājiem lietošanai. Svinīgajā datora nodošanas pasākumā (5. att.) I. Iļiņa populāri iepazīstināja ZA prezidentu K. Plaudi, zinātniekus un valdības locekļus ar datora LM-3 uzbūvi un darbību. Šajā brīdī klāt bija institūta direktors E. Jakubaitis, J. Dambītis un galvenais inženieris

ris V. Zdankevičs, bet nebija uzaicināti datora LM-3 projektēšanas un izgatavošanas idejas autori J. Daube un E. Āriņš, kā arī daudzi maiņas inženieri un konstruktori. Laikrakstā «Cīņa» 1960. gada 20. jūlijā par šo notikumu ir publicēts LPSR ZA elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūta skaitļošanas mašīnu laboratorijas vadītāja J. Daubes īss raksts ar nosaukumu «Štājusies ierindā pirmā elektronu skaitļošanas mašīna republikā». Sniegsim izvilcību no šā raksta: «.. pabeigti elektronu skaitļošanas mašīnas LM-3 regulēšanas darbi un šis dienas pirmā elektronu skaitļošanas mašīna mūsu republikā nodota ekspluatācijā. Tā paredzēta dažādu zinātnisku problēmu atrisināšanai. Sakarā ar to elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūta matemātiķi, kuru tiešā rīcībā mašīna tiek nodota, pašlaik iepazīstas ar tās ekspluatācijas tehniskajiem noteikumiem un sāk pirmo uzdevumu atrisināšanu... Mašīnas LM-3 izgatavošanā lielu ieguldījumu ir devuši VEF eksperimentālā ceha un rūpnīcas «Etalons» kolektīvs.»

Turpmākā LM-3 izmantošana dažādos aprēķinos ir atspoguļota rakstā [8]. Pirmo grāmatu par programmēšanu datoram LM-3 sarakstīja I. Ilziņa [11]. Par datoru ēras pirmāsākumiem ieskatu sniedz A. Skujas raksts [12].

Ukrainas Zinātņu akadēmijas akadēmīķim S. A. Ļebedevam (1902-1974) 1948. gadā Kijevā tika uzticēts veikt projekta MESM (МЭСМ – малая электронно-счётная машина, «Mazā elektronu skaitļojamā mašīna») vadīšanu. MESM skaitļošanas darbu sāka tikai 1951. gada 25. decembrī Kijevā. 1952. gada rudenī tika pabeigta BESM-1 projektēšana (Быстродействующая электронно-счётная машина, ātrdarbīga elektronu skaitļojamā mašīna). BESM-2 tika projektēts Maskavā Zinātņu akadēmijas Precīzās mehānikas un skaitļošanas tehnikas institūtā, galvenā konstruktora S.A. Ļebedeva vadībā, viņš bija arī institūta direktors (1953-1973) [13]. LVU Skaitļošanas centrā 1961. gada 11. aprīlī skaitļošanu sāka dators BESM-2 (SC vēlāk darbojās arī otrs šāds da-



5. att. Pie datora LM-3 pulks Ilze Ilziņa, ceturtais no kreisās Kārlis Plaude (ZA prezidents, 1960-1970), blakus Jānis Peive (ZA prezidents, 1951-1959), aiz viņa Aleksandrs Mālmeisters (ZA prezidents, 1970-1984).

tors) [14]. BESM-2 no rūpnīcas (Uļjanovskā) tika nogādāts Rīgā 1960. gada augustā. BESM-2 skaņošanas process LVU SC ar rūpnīcas inženieru līdzdalību ilga vairāk nekā pusgadu. 10. aprīļa dienas pirmajā pusē visas testu programmas bija sekmīgi darbojušās, kas deva iespēju toreizējam LVU studentam Bruno Martuzānam ievadīt datorā un risināt uzdevumu par oscilējošu funkciju integrāļu aprēķināšanu. Pēc dažu stundu sekmīgas datora darbības tika izdrukāts iepriekš paredzētais rezultāts. No 1961. gada 11. aprīļa LVU Skaitļošanas centra pirmais dators kļuva regulāri un plānoti pieejams lietotājiem un sekmīgi izmantojams līdz pat 1972. gada 3. aprīlim [14].

Datori LM-3 un BESM-2 atšķīrās ar lielumu, skaitļošanas ātrumu un veicamo skaitļošanas uzdevumu sarežģītību, tomēr to uzbūvē un darbībā bija daudz kas kopīgs un līdzīgs. Mūsdienu datorikas speciālistiem minēto datoru īpatnības liksies ļoti savdabīgas un bez ieskata datoru vēsturē varbūt pat neizprotamas. Minēto datoru vadības pulks aizņēma 2 kvadrātmetrus, jo tajā bija vairāki simti speciālu slēdžu un lampiņu. Programmu un skaitļu ievads bieži vien bija kļūdaini, un to

vajadzēja pārbaudīt. Datora LM-3 magnētiskā veļņa operatīvās atmiņas apjoms bija 1024 adreses, atmiņas saturs bija programmas komandas, skaitļi, konstantes un skaitļošanas starprezultāti. Datora BESM-2 operatīvā atmiņa (feromagnētiskais kubs, ferītu atmiņa) saturēja 2048 adreses, bet tam eksistēja arī ārējās atmiņas magnētiskais veļnis un magnētiskās lentes nolaišanas un ierakstīšanas aparāts. LM-3 operatīvās atmiņas adreses bija sanumurētas astotnieku, bet BESM-2 – sešpadsmitnieku skaitīšanas sistēmā. Abiem datoriem bija līdzīga operāciju (komandu) sistēma: četras aritmētiskās operācijas, loģiskās operācijas, vadības maiņas komandas. Uzdevuma programmu un datus datora LM-3 operatīvajā atmiņā ievadīja ar astoņu līniju perifolentes palīdzību, bet datoram BESM-2 – ar perifokaršu palīdzību. Programmu perforēja divas darbinieces un pēc tam salīdzināja atbilstošās perifokartes. Ja tās sakrita, tad uzskatīja, ka programma pareizi noperforēta, un varēja sākt programmas skatīšanu – kļūdu meklēšanu. Datoru pirmsākumos programmas bez kļūdām nemēdza būt. Abiem datoriem skaitļošanas procesa rezultātu izvads notika attiecīgi uz perifolentes un perifokartēm. Atsevišķa ierīce informāciju no perifolentes drukāja uz baltas 10 cm platas papīra lentes. Varēja izdrukāt tikai desmitnieku sistēmas ciparus un plus, mīnus zīmes. Izdrukas pieraksts vēl bija jāatkodē uzdevuma pasūtītājam saprotamā veidā. Speciālas programmas šo datoru vajadzībām decimālskaitļus pārvērta par binārajiem skaitļiem un otrādi.

Datora BESM-2 komanda (adrese, mašīnvārds) saturēja 39 bitus. Ar bitu saprot informācijas vienību (binārajā skaitīšanas sistēmā tas ir cipars 0 vai 1). Pirmie seši biti bija domāti operāciju kodiem, bet katrai no komandas trīs adresēm – pa 11 bitiem. Komandas pirmajās divās adresēs tika ierakstīti binārās sistēmas skaitļi, bet trešajā adresē tika iesūtīts rezultāts, ko ieguva, izpildot norādīto darbību ar minētajiem diviem skaitļiem. Lai programma sāktu darbu, uz pults bija jāieslēdz ope-

ratīvās atmiņas adrese, kurai bija rezervēti 11 slēdži un 11 lampiņas. Datora operatoram vēl bija jāuzrāda programmas pirmā komanda, kuru datoram BESM-2 uzdeva ar slēdžiem. Detalizētāku informāciju par LM-3 un BESM-2 var atrast grāmatās [11], [15].

Saskaņā ar [16] pirmais, kas pievērsis uzmanību binārās sistēmas vienkāršībai un tās izmantošanas iespējām, ir G. Leibnics (1646-1716). Lūk, kādu komentējamu apgalvojumu izsaka M. Tukačinskis [16, 74. lpp]: «No kurienes gan izcilajam matemātiķim 17. gs. varēja būt zināms, ka pēc divarpus gadsimtiem divnieku sistēma tiks likta lielākās daļas elektronisko skaitļojamo mašīnu konstruēšanas pamatā, ja pat 1918. gadā trigeru šūnas izgudrotājs padomju zinātnieks M.A. Bončs-Brujevičs pats vēl neapzinājās, ka šī elektroniskā ierīce, kurai ir divi stabili stāvokļi, izrādīsies ļoti ērta, lai darbotos ar divnieku sistēmas skaitļiem.» Latviešu Vikipēdijā [17], domājams, neuzmanīgi izlasot [18], teikts, ka «pirmais elektroniskais trigeris tika izgudrots 1919. gadā, to izgudroja Viljams Ekless (William Eccles) un Frenks Džordans (F. W. Jordan)», taču angļu versija ir uzticamāka, proti, 1918. gadā V. Ekless (1875-1966) sadarbībā ar F. Džordanu (1882-?) patentēja trigeri (angl. *flip-flop circuit*), kas kļuva par elektroniskās atmiņas bāzi datoros.

Atzīmēsim, ka datoru M-3, LM-3 barošanas blokiem bija vajadzīga maiņstrāva ar 60 svārstībām sekundē, kādu lietoja ASV, bet ne Eiropā. Tas norāda uz šo datoru saistību ar ASV agrāk izgudrotiem sērijas MARK datoriem. Tā autoram – datoru konstruēšanas pionierim Eikenam (Howard Hathaway Aiken, 1900-1973) ir veltīta grāmata [19]. Par datoru attīstības dažādiem aspektiem ir publicētas daudzas labas grāmatas [19]-[23]. Tajās var atrast pasaulē pirmo datoru un to autoru fotogrāfijas. Grāmatā [23] ir iekļauts pielikums par pirmajiem datoriem Padomju Savienībā, bet vairāk informācijas par tiem, kā arī par programmēšanas attīstību Padomju Savienībā var atrast avotā [24], kurā ir arī atsauce uz Latvijas autores I. Ilziņas grāmatu [11].

Raksta tapšanā autori pateicas Vēstures un kuģniecības muzeja un Misiņa bibliotēkas darbiniekiem, kā arī LU MII darbiniekam A. Skujam.

Literatūra

- [1] *Dambītis J.* Jānis Daube (1910-1982) – pirmais datortehnikas speciālists Latvijā. – Latv. Univ. Raksti, Zinātnes vēsture un muzejniecība, 693. sēj., 2006, 93.-98. lpp.
- [2] *Riekstiņš E., Dambītis J.* Rīgas matemātikas skolas pārstāvis *Dr. math.* E. Grinbergs. – Latv. Zin. Akad. Vēstis, Nr. 6, 1993, 78.-80. lpp.
- [3] *Dambītis J.* Izcilā matemātiķa doc. E. Grinberga ieguldījums lietīšķās matemātikas attīstībā Latvijā. – Latv. Univ. Raksti, Zinātnes vēsture un muzejniecība, 738. sēj. 2008, 39.-51. lpp.
- [4] *Гринберг Э. Я., Зандере М. К., Кацнельсон Л. К., Дамбит Я. Я.* Основные работы Э. И. Ариня по математике и кибернетике. – Латв. матем. ежегодник, № 11, 1972, с. 219-222.
- [5] *Skuja A., Dambītis J.* Datorzinātnes pamatlicējs Latvijā profesors Eižens Āriņš (1911-1987). – Latv. Univ. Raksti, Zinātnes vēsture un muzejniecība, 738. sēj. 2008, 31.-38. lpp.
- [6] *Grīgors V.* Gudrā mašīna. – žurnāls *Bērniība*, 1951, Nr. 1, 17.-19. lpp.
- [7] *Baums A.* Kā tas trakais datorlaiks Latvijā sākās. – *DatorTehnika*, 1994. sept. 36.-37. lpp.; okt. 40. lpp.; dec. 47. lpp.
- [8] *Dambītis J.* Atmiņas par pirmajām programmām Latvijā. – *Datorpasaule*, 1998. maijs, 69.-71. lpp.
- [9] *Feigenbaum E. A.* Soviet Cybernetics and Computer Sciences 1960. – Communications of the ACM, Vol. 4, No. 12, 1961, pp. 566-579.
- [10] *Гаазе-Рапопорт М. Г.* Автоматы и живые организмы. Моделирование поведения живых организмов. – Москва, Физматгиз, 1961, 224 с.
- [11] *Илзиня И. Г.* Программирование для двухадресных цифровых вычислительных машин. – Изд-во АН ЛатвССР, Рига, 1962, 168 с.
- [12] *Skuja A.* Datoram 50. Skaitļošanas tehnikas «neandertāliešu» veikums – «datorotādi». – *DatorTehnika*, 1994, Marts, 50.-51. lpp.; Maijs, 45.-46. lpp.
- [13] *Skuja A.* Pirmais Padomju Savienības dators. – *DatorTehnika*, 1995, Nr. 1, Janvāris, 44.-45. lpp.; 1995, Nr. 2, Februāris, 56.-57. lpp.; 1995, Nr. 3, Marts, 28.-29., lpp.; 1995, Nr. 4, Aprīlis, 38.-39. lpp. (Raksta turpinājums nav publicēts)
- [14] *Skuja A.* Datora pirmā darba diena pirms 32 gadiem. – *DatorTehnika*, 1993, aprīlis, Signāleksemplārs, 15. lpp.
- [15] *Āriņš E., Hozioviskis S., Līnis V.* Programmesāšanas pamati elektronu skaitļošanas mašīnai BESM-2. – Latvijas Valsts Izdevniecība, Rīga, 1963, 88 lpp.
- [16] *Тукачинский М. С.* Машины-математики. – Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1958, 130 с.
- [17] [https://lv.wikipedia.org/wiki/Trigeris_\(skaitļošanas_mašīna\)](https://lv.wikipedia.org/wiki/Trigeris_(skaitļošanas_mašīna)) 11.06.2016.)
- [18] [https://en.wikipedia.org/wiki/William_Eccles_\(skaitļošanas_mašīna\)](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Eccles_(skaitļošanas_mašīna)) 11.06.2016.)
- [19] *Cohen B.* Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer. – The MIT Press, 2000.
- [20] *Watson I. D.* The Universal Machine: From the Dawn of Computing to Digital Consciousness. – Copernicus Books, Springer-Verlag, 2012, 359 p.
- [21] *Pugh E. W.* Building IBM: Shaping an Industry and Its Technology. – The MIT Press, 1995, 405 p.
- [22] *The First Computers.* – History and Architectures, ed. by R. Rojas and U. Hashagen, 2000, 352 p.
- [23] *Moreau R.* The Computer Comes of Age: The People, the Hardware, and the Software. – The MIT Press, 1984, 236 p.
- [24] *Ершов А. П., Шура-Бура М. Р.* Пути развития программирования в СССР. – <http://pco.iis.nsk.su/simics/informatics/ershov/index.html>

CEĻI TUVI – CEĻI TĀLI

(6. turpinājums)

17.(?) maijā (1956) Zenta: «Šodien biju Baldonē. Vajadzēja braukt reizē ar Kriksi 7-os, bet es pie stūra izgaidījos Imantas autobusu, un šis nenāca, kamēr bija par vēlu. .. gāju uz māju. Sektorā sadumpoju Daubi un Kati; lk-s pateica, lai mēs braucot pie velna, un tā mēs braucām arī. Tik daudz tika, kā aiziet paskafīt, kā vīri raujas, kā bloki guļ un kāda ir bedre, salasīt puķītes un nākt atpakaļ uz autobusu. .. Saša, Vilks, Peļļpeiko un Priede 3 dienas (tāsa ceļu) – cērt zarus un lauž celmus. Ja nevar izlauzt, zāgē līdz ar zemi. Gar mājas vietu izcirsts, tāpēc liekas gaišs un saulains. Bet vispār vēl arvien vietas izvēlei nevaru piekrist. .. Saša bija Ļeņingradā, bet ko tur darīja un ko panāca – nezīnu.»



Zenta Naučņij ciematā pie 40 cm diametra spoguļu dubultastrogrāfa torņa, tātūmā 120 cm spoguļa diametra reflektora tornis.

No autora pers. arhīva

18.05. Krimā Zentai: «Otrdien brauks uz Simeizu Mustelis, Pikeļners u.c. .. Vakar ieradās arī Severnijs. Izrādās, ka te ir arī viens vācietis no Austrumberlīnes. Pēc eksāmena es iepazīnos tuvāk ar viņu, sarunājāmiešs arī vāciski, kaut gan viņš fīri labi prot krieviski. No februāra mēneša, t.i., universitātes beigšanas, viņš bijis

GAIS'ā pie Masevičas un nesen ieradies te praktizēties praktiskā astrofizikā. .. Man nekā neizdevās nofotografēt, jo laiks ir slikts. .. Apmēram uz 1. jūniju es braukšu atkal uz šejieni, jo tad varēs sākt novērot, un arī uz Sevastopoli brauks no šejienes. Es gribu līdz braukšanai uz māju priekš Tevis kādu uzņēmumu iegūt. Es tikai atkal šaubos par to Galaktikas polu un Coma Berenices. .. Kad tad Odesā būs maiņzvaigžņu konference? Un ar kādu referātu Daube uzstāsies? Kas Baldonē jauns? Vai māja ceļas un vai truba gatava? Šejenieši atkal saņem jaunas stacijas (radiolokācijas), tādas kā mūsējās un vēl citas. Drīz braukšot pakaļ. Kas mums ar radioastronomiju?

Šejienes aspiranti šomēnes saņēma pusi grāmatu naudas. Man laikam būs tikai rudenī, kā pagājušo gadu. Es lasīju amerikāņu žurnālā «Scientific American» Febr. 1956 Adrian Blaau rakstu «Young Stars». Populāri un samērā interesanti uzrakstīti. Varētu pat varbūt tulkot priekš «Padomju Jaunatnes». Ir arī Ambarcumjana nopelni pieminēti. .. kā netieku, tā netieku prom no Partizanskas.»

19.05. Krimā, Simeizā: «Šodien te ir brīnišķīgs laiks: Saule, silts, ne par karstu, nav vēja. Tik jauks vakars, ka negribas iet istabā, sēsties pie galda ar grāmatām vai spektru platēm. .. Tagad ir īsts pavasaris, visjaukākais laiks Krimā. .. Šovakar pie vakariņu galda stāstīja, cik skaistas puķu dobes un puķes esot tagad lejā Simeizā parkā. Nekur visā dienvidu piekrastē tā neesot. Esot tagad cita dārzniece, agronome. .. Rit arī Mangušā kāzas, precas Konstanfīns Konstantinovičs Čuvajevs ar Ninu Polosuchinu. Tur vakar taisījās braukt uz Simferopoli pirt dāvanu. .. Esmu viens kopmītnē. Volodja un Roberts jau kopš pirmdienas ir Mangušā, Aljks aizbrauca uz turieni vakar tūlīt pēc manas atbraukšanas. Uz turieni gāja autobuss, kas veda Ļubu Metik uz Simferopoli.



Roberts Ihsanovs (Роберт Назифович Ихсанов).

Viņa brauc komandējumā uz Maskavu pie Šaina.

Robertam iet diezgan švaki. Viņš jau bija dabūjis no direkcijas rājienu par to, ka ziemā izbraucis bez atļaujas uz Pulkovu pie sievas. Aizvakar dabūja stingro rājienu no komjau-natnes biroja par biedru naudas nesamaksāšanu. .. Šodien viņš gāja uz rajona komiteju Bachčisarajā nokārtot tās lietas.

Laboratorijā tagad sēž maksimums 4 cilvēki, tikai puse. No Saules dienesta arī viens ir Ļeņingradā, viens Mangušā. Te tātad pavisam tukšs un kluss. ... Es vakar sāku lasīt to pašu «Statistical Astronomy». Kad nav priekš eksāmena jānācās, tad tā pafikamāk. ..

Vai tiešām tā Drosma nestrādā, vai arī tas darbs nav vienam cilvēkam laikā veicams. Ir jau ne mazums tādu, ne tikai Sektorā un te observatorijā, bet visās zinātnes nozarēs, kas nekā vai gandrīz nekā nedara, vienīgi saņem algu. Pēdējā laikā, piem., tai Akadēmijas ak-tīva sanāksmē par to ir runāts skaidri un gaiši. Sāk arī domāt, kā to stāvokli grozīt. Bet izmaiņas tik viegli nav panākamas, tas prasa ilgāku laiku, ja vispār būs būtiskas pārmaiņas. Tu jau zini, ka mani neiepriecina arī atgriešanās

Sektorā. .. angļu valodu nevajaga atlikt, ja Tu vispār gribi nokārtot minimumu. Ja nu Tu pašlaik koncentrējies uz vienu no speciāliem eksāmeniem un taisies to drīz likt, tad ir cita lieta. Tev jau pašai tas labāk redzams.»

23.05. Krimā: «Es nodarbojos ar spektru klasifikāciju, lasu «Statistical astronomy», jā-gudro par fotometriskām sistēmām. .. Nupat atbrauca te Mustelis, Ņikonovs, Galkins un Pikeļners. Vakar un aizvakar Mangušā bijusi Zinātniskās padomes sēde. .. Zinātniskās pa-domes sēdē notikusi arī atestācija. Pikeļners teica, ka esot viss kārtībā. Vai jau aizsūtījuši manas lapas uz Institūtu, to nezinu.»



Simeizas observatorijas darbinieki un viņu ģi-menes locekļi pastaigā apkārtnes kalnos.

25.05. Krimā: «Vēl neesmu skaidrībā par to, kādu laukumu Tev lai uzņem. Galaktikas pols te ir fotografēts, dažas plates redzēju. Bet pašlaik tas ir visizdevīgākajā stāvoklī pie debess, un man viņš noderēs. Es ceru, Tu at-ļausi man izmantot savus rezultātus.»

01.06. Z.: «Šodien «piespiedu lk-u pie sie-nas», un viņš solās laist. Man pieprasīts atvaļi-nājuma laiks no 18. jūnija līdz 14. jūlijam. .. Ta-gad cauru dienu ar maziem pārtraukumiem jārēķina komēta. Tomēr tas laikam vilksies līdz pat rudenim. .. Labi, ka nav tā angļene jāliek.



Ceļā uz Veretskas kalnu pāreju. 17.jūn.1963.

.. Matīss jautā, vai Tu nezini ko tuvāk par Odesas maiņzvaigžņu konferenci, kad īsti būs. .. Nate, izrādās, pazīst Volodju un Iru un kāzu gadījumā sūta sveicienus un novēlējumus.»

01.06. Krimā: «Šovakar atvados no Simeizas uz kādu laiku. Rīt no rīta agri došos uz Simeizu un ar autobusiem braukšu uz Simferopoli. Rīt pienāks arī no Mangušas mašīna ar algām, un iespējams, ka vakarā ies arī atpakaļ. Bet uz to mašīnu nevar pajauties, jo sevišķi tāpēc, ka gribu svētdien tikt uz Sevastopoles ekskursiju. .. Iespējams, ka ap 11. VI izbraukšu uz mājām. Ātrāk varbūt nē, bet kādas dienas vēlāk gan iespējams. Redzēs, kā būs ar novērošanas apstākļiem. .. Tā kā man jābrauc ar autobusu, .. čemodānu atstāšu, lai aizved ar smago mašīnu. Tikai pašu svarīgāko: plates u.c. ņemšu līdz mugursomā.»

06.06. Z.: «Es tagad rēķinu komētu un tulkoju caurām dienām. Pa druskai progresēju. Drosma nerēķina (necenšas), un mēs taisīsim skandālu. Vai tad augustā lai pa naktīm sēžam? .. Svētdien bija talka, veda blokus uz Baldoni. Tur skaidrā dienas laikā kniņši ēdot acis no pieres laukā.»

07.06. Krimā: «.. katru dienu līst, un nakti vismaz apmācies, tā ka par novērošanu nav ko domāt. Vai tad tiešām nebūs beigas šim lietam periodam? .. pašlaik esmu vienīgais

novērotājs pie 16 collu astrografa. Tāpēc, ja būs skaidrs, man jāfotografē arī viena mazā planēta Amors 1221. Tas tiek darīts uz doktora E.E. Kuehne speciāla lūguma. Viņš atsūfījis arī efemeīdu katrai dienai.

Šī gada sākumā planēta bijusi tuvāk Saulei nekā Eross. .. jau ir gandrīz vienpadsmit. .. ir bieza migla. Zenītā gan var redzēt zvaigznes. Līdz šim brīdim sēdēju konferenču zālē, kur notika koncerts. Uzstājās karavīri ar māksliniecisko pašdarbību. Cilvēku bija pilns – vairāk nekā uz Observatorijas atklāšanu.»

27.(?) jūlijā Krimā: «Vakar vakarā atbraucu ar «Pobedu». Te kopmītne gaļīgi tukša. Pēdējam, kas te bija palicis, – Robertam nupat atbraukusi sieva, tā Haikina aspirante radioastronomijā no Pulkovas, kuru Saša pazīst, – Vera, un šīs arī aizvācies uz kādu tur istabiņu. Un tā es atkal viens. .. Vakarā līdz Mēness uzlēkšanai un pat drusku vēlāk novēroju – uzņēmu divas plates.»

28.07. Z.: «Mani vienīgie darbi – gatavot angļeni un rakstīt rakstus.»

28.07. Krimā: «.. pašlaik man izdevīgāki novērot uz «Dogmara» – Simeizas instrumenta. No vakardienas iestājies labs laiks... Vakarnakt bija labi zvaigžņu attēli, bet vēl Mēness lec pārāk agri. .. Sarunas par pārveidotāja būvi jāatliek uz nedēļu līdz Ņikonova atbraukšanai.»

31.07. Z.: «Ceturtdien biju pie Bīriņas. Uzdeva lielu gabalu lasīt, un es vēl neesmu sagatavojusi. .. Tavu komandējumu saņēmu. .. vēl jālasa angļene. Sektorā tulkoju, mājās mācos lasīt.»

01.08. Z.: «Sēžam divas vien ar Kaķu. Drosma arī atvaļinājumā, un komētu nerēķina neviens. Man labāk, varu darīt savus darbus, t.i., mācīties angļeni.»

02.08. Z.: «Ik-s, Saša, Kriksis un Bērziņš aizbrauca uz Baldoni. Es tik mācos angļeni, un tā man ir līdz kaklam. Nevaru atcerēties vārdiņus. .. Tagad stunda garām. Bīriņa uzslavēja, ka es esot negaidīti labi progresējusi.»

06.08. Z.: «Nupat saņēmu Tavu atskaiti. Tad jau viss būs kārtībā. .. Sektorā viss klusi. Nāks Drosma ar Mafīsiņu, tad jau sāksies.»

(Nobeigums sekos)

MĀRIS KRASTIŅŠ

LATVIJAS 44. ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

2016. gada 5. un 9. aprīlī norisinājās Latvijas 44. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. Olimpiādi organizēja Latvijas Astronomijas biedrība (LAB) un Latvijas Universitātes (LU) Fizikas un matemātikas fakultāte sadarbībā ar SIA *Omicron* (interneta veikalu www.ieskaties.lv) un žurnālu «Zvaigžņotā Debess».

Nemot vērā lielo skolēnu atsaucību 2015. gadā, arī 2016. gadā olimpiādes pirmā kārtā tika rīkota tiešsaistē internetā, izmantojot LU Moodle vidi. Olimpiādes pirmajā kārtā piedalījās 50 skolēni, kuri pārstāvēja Aizkraukles, Daugavpils, Jūrmalas, Madonas, Rēzeknes, Rīgas, Skrīveru, Suntažu un Tukuma mācību iestādes. Pirmās kārtas uzdevumu saturs bija līdzīgs iepriekšējā gada olimpiādes uzdevumu saturam. Pirmajā uzdevumā olimpiādes dalībniekiem bija jāatbild uz 10 testa jautājumiem, bet četros pārējos uzdevumos bija jāveic attiecīgi aprēķini, lai iegūtu starptabildes un gala atbildes. Vislabāko rezultātu olimpiādes pirmajā kārtā, iegūstot 44 punktus no 50 iespējamiem, sasniedza Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolnieki Kristis Žukovskis un Normunds Ralfs Strautnieks. Otrajā vietā ar 41 punktu ierindojās Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolnieks Dāvis Pazars, bet trešajā vietā ar 35 punktiem ierindojās Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolniece Antra Gaile.

Olimpiādes otrajā kārtā, kas 9. aprīlī norisinājās LU Frīdriha Candra – kosmosa izpētes muzejā, piedalījās 21 skolēns. Šajā kārtā dalībniekiem bija klātienē jāatbild uz trim teorētiskiem jautājumiem par Saules sistēmu, Galaktiku un Visumu. Olimpiādes dalībnieku atbildes vērtēja Dr. paed. Ilgonis Vilks, Mg.

phys. Kārlis Bērziņš, Mg. phys. Mārtiņš Keruss un šo rindu autors. Uz otrās kārtas jautājumiem vissekmīgāk atbildēja un 38 punktus no 40 iespējamiem ieguva K. Žukovskis, 37 punktus ieguva Tukuma 2. vidusskolas 12. klases skolniece Viktorija Leimane, bet 34 punktus ieguva A. Gaile.

Kopvērtējumā par **olimpiādes uzvarētāju**, iegūstot 82 punktus no 90 iespējamiem, kļuva **Kristis Žukovskis**. **Otrajā vietā** ar 77 punktiem ierindojās **Normunds Ralfs Strautnieks**, bet **trešajā** ar 74 punktiem – **Dāvis Pazars**. Atzinība tika izteikta **Antrai Gailei** un **Viktorijai Leimanei**.

Noslēgumā olimpiādes godalgoto vietu ieguvēji saņēma LAB diplomus, «Zvaigžņotās Debess» numurus un citas olimpiādes organizatoru sarūpētās balvas. K. Žukovskis saņēma arī galveno balvu no SIA *Omicron* – 6 cm teleskopu *Sky Watcher*.

Informācija par Latvijas 44. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi ir pieejama LAB mājas lapas www.lab.lv sadaļā «Olimpiādes». Šajā pašā sadaļā būs atrodama informācija arī par nākamā Latvijas 45. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi, kas tiks rīkota 2017. gada pavasarī.

OLIMPIĀDES UZDEVUMI UN TO ATRISINĀJUMI

1. uzd. Saules sistēmas planētu kustība

Merkura pāriešana

I. 2016. gada 9. maijā, raugoties no Zemes, Merkurs šķērso Saules disku. Merkura diametrs ir 4879 km. Pieņemsim, ka šajā laikā Mars

atrodas opozīcijā (faktiski Marsa opozīcija iestājas 22. maijā). Uzskatīt, ka visu trīs planētu orbītas ir riņķveida un atrodas vienā plaknē! Planētu orbītu lielās pusasis ir attiecīgi 0,387, 1,000 un 1,524 astronomiskās vienības (a.v.). 1 a.v. = 149 597 871 km. Zemes gada garums ir 365,24 diennaktis.

A. Aprēķināt Marsa un Merkura savstarpējo attālumu!

Atbilde. Marsa attālums no Saules ir 1,524 a.v., Merkura attālums no Saules ir 0,387 a.v., līdz ar to planētu savstarpējais attālums 1,524 a.v. – 0,387 a.v. = **1,137 a.v.**

B. Aprēķināt, cik ilgā laikā Merkurs apriņķo Sauli!

Atbilde. Saskaņā ar 3. Keplera likumu, ja $T_z = 1$ gads un $a_z = 1$ a.v., tad planētas apriņķošanas periods $T = \sqrt{a^3}$. Skaitliski $T = \sqrt{0,387^3} \approx$ **0,241 gads.**

C. Pēc cik ilga laika saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem notiks nākamā Merkura pāriešana pāri Saules diskam?

Atbilde. Merkura pāriešana atkārtosies pēc laika perioda, kas vienāds ar Merkura sinodisko periodu S . $1/S = 1/T - 1/T_z$. Tā kā $T_z = 1$ gads, sakarība vienkāršojas: $1/S = 1/T - 1$. Skaitliski $S = 1/[(1/0,241) - 1] \approx 1/3,149377 = 0,317523$ gadi jeb **116 diennaktis.**

D. Cik liels 9. maijā būs Merkura leņķiskais diametrs, raugoties no Zemes?

Atbilde. Merkura leņķiskais diametrs ir vienāds ar $a = \arctg(D/L)$, kur D ir Merkura lineārais diametrs un L ir attālums no Zemes līdz Merkuram. $L = 1 - 0,387 = 0,613$ a.v. = 91 703 495 km.

Skaitliski $a = \arctg(4879/91703495) \approx 0,003$ loka grādi jeb $0,003 \times 3600 \approx$ **11 loka sekundes.**

E. Kura planēta – Merkurs vai Marss – 9. maijā būs spožāka, raugoties no Zemes?

Atbilde. Marss neapšaubāmi ir spožāks, jo ir pilnīgi Saules apspīdēts, Merkurs ir pagriezis pret Zemi neapgaismoto pusi. Turklāt Marss ir lielāks un atrodas Zemei tuvāk nekā Merkurs.

Marss

II Marss ir viens no objektiem, kuru novēros topošais Džeimsa Veba kosmiskais teleskops. Teleskopa leņķiskā izšķirtspēja ir 0,1 loka sekunde. Marsa orbītas ekscentricitāte ir 0,093, Zemes orbītas ekscentricitāte ir 0,017. Marsa orbītas lielā pusass ir 1,524 a.v. Zemes orbītas lielā pusass ir 1,000 a.v. Pieņemt, ka abu planētu orbītas atrodas vienā plaknē! Zemes gada garums ir 365,24 diennaktis.

A. Aprēķināt, cik liels ir vismazākais iespējamais attālums starp Zemi un Marsu!

Atbilde. Vistuvāk planētas atrodas, kad Zeme ir afēlijā un Marss ir perihēlijā. Zemes attālums no Saules afēlijā ir vienāds ar $r_z = a(1 + e)$, savukārt Marsa attālums perihēlijā ir $r_M = a(1 - e)$, kur a un e ir attiecīgo planētu orbītu lielās pusasis un ekscentricitāte. Skaitliski minimālais attālums $r_M - r_z = 1,524 \times (1 - 0,093) - 1 \times (1 + 0,017) = 0,365268$ a.v. jeb, pārejot uz kilometriem, $0,365268 \times 149 597 871$ km \approx 54 643 315 km \approx **54,6 miljoni km.**

B. Kā sauc šādu stāvokli, kad Marss atrodas ļoti tuvu Zemei?

- Minimālā elongācija
- Lielā opozīcija
- Kritiskā kvadratūra

Atbilde. Šāda situācija, kad Zeme ir tuvu afēlijam un Marss ir tuvu perihēlijam, atkārtojas ik pēc 15-17 gadiem, un to sauc par **lielo opozīciju.**

C. Cik sīkas detaļas Džeimsa Veba teleskops spēs saskatīt uz Marsa virsmas no Zemes, kad Marss atradīsies vistuvāk Zemei?

Atbilde. Sīkākās detaļas lineārais garums $D = L \times \arctg a$, kur a ir Džeimsa Veba teleskopa leņķiskā izšķirtspēja un L ir attālums no Ze-

mes līdz Marsam. Skaitliski $D = 54\,600\,000 \times \text{tg}(0,1/3600) \approx 26 \text{ km}$.

D. Uz Marsa, tāpat kā uz Zemes, nomainās 4 gadalaiki. Aprēķināt, cik diennaktis ilgst viens Marsa gadalaiks, ja pieņem, ka visu gadalaiku ilgums ir vienāds!

Atbilde. Saskaņā ar 3. Keplera likumu, ja $T_z = 1$ gads un $a_z = 1$ a.v., tad Marsa apriņķošanas periods $T = \sqrt{a^3}$. Skaitliski $T = \sqrt{1,524^3} \approx 1,881384$ gadi jeb $1,881384 \times 365,24$ diennaktis $\approx 687,16$ diennaktis. Viena gadalaika ilgums ir $687,16 / 4 \approx 172$ diennaktis.

E. 2016. gada 9. maijā Saule atrodas Auna zvaigznājā. Kurā zvaigznājā atrodas Marss?

- Jaunavas zvaigznājā
- Mežāža zvaigznājā
- Skorpiona zvaigznājā

Atbilde. No uzdevuma nosacījumiem zināms, ka Marss ir opozīcijā vai tuvu tai. Tas nozīmē, ka planēta atrodas pretējā pusē Saulei. Aplūkojot zvaigžņu karti, secinām, ka pretējā pusē Saulei atrodas **Skorpiona zvaigznājs**.

2. uzd. Piedzīvojumi uz asteroīda

I. Astronauts ieraudzīja kādu pilnīgi apaļu, nerotējošu un homogēnu asteroīdu bez atmosfēras. Viņš nolēma izkāpt uz tā virsmas, lai paēstu brokastis. Izēdis konservu bundžu, viņš to aizsvieda horizontāli projām gar asteroīda virsmu ar ātrumu 3 m/s un apgūlās uz asteroīda nosnausties. Liels bija astronauta pārsteigums, kad pēc 1 stundas 44 minūtēm un 43 sekundēm konservu bundža atlidoja no otras puses un trāpīja viņam. Viņš nolēma notikušo izmantot asteroīda izpētei. Gravitācijas konstante $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \times \text{s}^2)$.

A. Aprēķināt asteroīda rādiusu, pieņemot, ka bundža kustējās ar minimālo iespējamo ātrumu!

Atbilde. Bundža kustējās pa aplveida orbītu ar pirmo kosmisko ātrumu $v = 3 \text{ m/s}$. Kustības ilgums $t = 6283 \text{ s}$. Orbītas garums $l = 2\pi R$,

pārvietojums vienmērīgā kustībā $l = vt$, no kurienes asteroīda rādiuss $r = vt/2\pi$. Skaitliski $r = 3 \times 6283 / (2 \times 3,142) \approx 2999,9 \text{ m} \approx 3000 \text{ m}$.

B. Aprēķināt asteroīda masu!

Atbilde. Bundžas centrīces spēks mv^2/r ir vienāds ar asteroīda gravitācijas spēku GmM/r^2 , ar kādu tas pievelk bundžu. M ir asteroīda masa, m ir bundžas masa. No vienādības $mv^2/r = GmM/r^2$ iegūst, ka $M = v^2r / G$. Skaitliski $M = (3^2 \times 3000) / (6,67 \times 10^{-11}) \approx 4,048 \times 10^{14} \text{ kg} \approx 4 \times 10^{14} \text{ kg}$.

C. Aprēķināt brīvās krišanas paātrinājumu uz asteroīda virsmas!

Atbilde. Brīvās krišanas paātrinājumu uz debess ķermeņa virsmas aprēķina pēc formulas $g = GM / r^2$. Skaitliski $g = 6,67 \times 10^{-11} \times 4 \times 10^{14} / (3000)^2 \approx 0,00296 \text{ m/s}^2 \approx 0,003 \text{ m/s}^2$.

II. Astronauts secināja, ka asteroīds acīmredzot ir izgatavots mākslīgi, jo sastāv no kāda cieta minerāla.

A. Aprēķināt asteroīda blīvumu!

Atbilde. Homogēna asteroīda blīvumu aprēķina pēc formulas $\rho = M/V$. Lodveida asteroīda tilpums $V = 4\pi r^3/3$. Skaitliski $\rho = 3M / (4\pi r^3) = (3 \times 4 \times 10^{14}) / (4 \times 3,142 \times (3000)^3) \approx 3537 \text{ kg/m}^3 \approx 3500 \text{ kg/m}^3$.

B. Kas tas ir par minerālu?

- Silīcijs
- Berilijs
- Dimants
- Rodijs

Atbilde. Izmantojot tabulas vai internetu, var noteikt, ka no dotajiem variantiem pēc blīvuma un cietības atbilst tikai **dimants**.

III. Kāpjot raketē, 5 m augstumā astronautam no skafandra kabatas bez sākuma ātruma izkrita ļoti elastīga gumijas bumbuņa. Astronauts pagaidīja, līdz tā atlēks no asteroīda, un ielika bumbuņu atpakaļ kabatā.

A. Cik ilgi astronautam bija jāgaida, lai notvertu atlēkušo bumbu?

Atbilde. No mehānikas zināms, ka bumbiņas kritiena laiks $t = \sqrt{2h/g}$, kur h ir bumbiņas sākumaugstums. Skaitliski $t = \sqrt{(2 \times 5)/0,003} \approx 57,7$ s. Laiks līdz bumbiņas satveršanai ir nedaudz vairāk kā 2 reizes lielāks, jo bumbiņa ir ļoti elastīga, atlēciena brīdī tā zaudē nelielu daļu ātruma un atlec gandrīz līdz sākotnējam augstumam. Tātad šis laiks ir vienāds ar $2 \times 57,7 = 115,4$ s \approx **115 s**.

B. Bumbiņas izkrišanas brīdī astronauts pa radio nosūtīja tvitera ziņu par neparastā asteroīda atklāšanu. Vai līdz bumbiņas notveršanas brīdim ziņa paspēja sasniegt Zemi, kas atradās 30 miljoni km attālumā? Gaismas ātrums ir 300 000 km/s.

Atbilde. Jā, ziņa paspēja sasniegt Zemi, jo radiovilnis ceļu līdz Zemei veic $30\,000\,000 / 300\,000 = 100$ s. Šis laiks ir īsāks par bumbiņas lidojuma laiku 115 s.

IV. Tā kā raketē bija maz degvielas, astronauts nolēma lidot ar minimālo ātrumu, kas nepieciešams, lai aizlidotu pavisam prom no asteroīda.

A. Cik liels bija šis ātrums?

Atbilde. Lai pavisam aizlidotu prom no asteroīda, nepieciešams sasniegt vismaz otro kosmisko ātrumu $v_2 = \sqrt{2} \times v$. Skaitliski $v_2 = 1,4142 \times 3 \approx 4,2426$ m/s \approx **4,2 m/s**.

B. Kā sauc šo ātrumu?

- a) Pirmais kosmiskais ātrums
- b) Otrais kosmiskais ātrums
- c) Trešais kosmiskais ātrums

Atbilde. Šo ātrumu sauc par **otro kosmisko ātrumu**.

C. Jau mājupceļā astronauts saņēma ziņu, ka par neparastā «bundžas pavadoņa» atklāšanu viņš saņems desmito daļu no *Cube Quest Challenge* balvas sākotnējās vērtības. Cik liela summa tiks piešķirta astronautam?

Atbilde. Informācija ir atrodamā internetā. Jaunākajos avotos minētais balvas lielums ir 5,5 miljoni ASV dolāru, bet sākotnēji izsludinātā summa bija 5 miljoni ASV dolāru. Desmitā daļa attiecīgi ir **500 vai 550 tūkstoši ASV dolāru**.

3. uzd. Galaktika

2016. gadā Habla teleskopa zinātnieku komanda paziņoja par Lielā Lāča zvaigznāja virzienā novērotu galaktiku. Galaktikas koordinātas: rektascensija $12^{\text{h}}36^{\text{m}}25,46^{\text{s}}$; deklinācija $+62^{\circ}14'31,4''$. Galaktika K infrasarkanajā diapazonā novērojama kā 26^{m} spīdekļis, un tās spektrā tika atrasta Ly- α spektrālās līnijas robeža.

A. Modelējot spektru, tika iegūts, ka Ly- α $1215,67$ Å (angstrēmu) līnijai laboratorijā vislabāk atbilst novērotā līnija ar viļņa garumu $14\,697,45$ Å. Aprēķināt objekta sarkano nobīdi!

Atbilde. $z = [\lambda_{\text{nov}}/\lambda_{\text{izst}}] - 1 = [14\,697,45/1215,67] - 1 \approx$ **11,09**.

B. Sarkanās nobīdes primārā mērvienība ir:

- a) bezdimensionāla,
- b) Mpc/[km/s],
- c) Å/m.

Atbilde. Sarkanā nobīde ir bezdimensionāls lielums.

C. Šis rezultāts liecina, ka novērotā galaktika izradījās šobrīd:

- a) trešais zināmais tālākais objekts no Zemes,
- b) vistālākais zināmais objekts no Zemes,
- c) otrais zināmais tālākais objekts no Saules.

Atbilde. Tā ir šobrīd vistālākais zināmais objekts no Zemes.

D. Minētā galaktika ir radusies aptuveni 400 miljonus gadu pēc Lielā Sprādziena. Kāds

tajā laikā apmēram bija Visuma vecums procentos no pašreizējā Visuma vecuma?

Atbilde. Zinot, ka Visuma vecums ir $13,813 \pm 0,038$ miljardi gadu, iegūstam, ka starojums tika izstarots, kad Visuma vecums bija $400/14\,000 \approx 2,9\%$ no tagadējā vecuma.

E. Visums kopš tā laika ir izpleties apmēram:

- d) 10 reizes,
- e) 11 reizes,
- f) 12 reizes.

Atbilde. Visums kopš tā laika ir izpleties apmēram $a = z - 1 = 11 - 1 = 10$ reizes.

F. Kāds ir minētās galaktikas kosmoloģiskais attālināšanās ātrums, izteikts gaismas ātruma vienībās c?

Atbilde. Ņemot vērā relativistisko vienādojumu $1 + z = \sqrt{[(c + v)/(c - v)]}$, iegūst, ka $v/c = [(z+1)^2 - 1]/[(z+1)^2 + 1] = [(11+1)^2 - 1]/[(11+1)^2 + 1] = 0,9862$, tas ir ātrums, izteikts gaismas ātruma vienībās.

G. Attālums līdz galaktikai tika novērtēts kā 119 Gpc. Aprēķināt tās absolūto spožumu M zvaigžņlielumos!

Atbilde. Zinot attālumu L līdz objektam, absolūto spožumu aprēķina pēc formulas

$$M = m - 5 \log L + 5 = 26 - 5 \log (119\,000\,000\,000) + 5 = -24^m.$$

4. uzd. Galaktikas un pārnovas spožums

Nelielās neregulārās galaktikas Orhideja 428 absolūtais spožums ir -15^m , bet redzamais spožums ir 12^m . Uz debess tā aizņem 8 leņķa kvadrātsekundes lielu laukumu, un tai ir aptuveni konstants virsmas spožums.

A. Noteikt attālumu d līdz Orhidejas 428 galaktikai! Atbildi izteikt megaparsekos!

Atbilde. $M = m - 5 \lg d + 5 - 15 = 12 - 5 \lg d + 5$
 $5 \lg d = 32$
 $\lg [d, \text{pc}] = 6,4$
 $\lg [d, \text{Mpc}] = 0,4$
 $d = 2,5 \text{ Mpc} \approx 3 \text{ MPc}$

B. Noteikt Orhidejas 428 redzamo virsmas spožumu! Atbildi izteikt zvaigžņlielumos uz leņķa kvadrātsekundi!

Atbilde. Viena leņķa kvadrātsekundes spožums ir viena astotā daļa no visa spožuma. No Pogsona formulas $m_2 - m_1 = -2,5 \lg (I_1/I_2)$. Galaktikas redzamais virsmas spožums ir vienāds ar $12^m + 2,5 \lg 8 \approx 12^m + 2^m 26 = 14^m 26$.

C. Galaktikā uzsprāgst pārnova, kas maksimumā sasniedz redzamo spožumu 14^m . Cik reizes visa galaktika ir spožāka par pārnovu?

Atbilde. No Pogsona formulas iegūst, ka $I_1/I_2 = 10^{[(m_2 - m_1)/2,5]} = 6,3$ reizes.

D. Novērtēt zvaigžņu skaitu galaktikā Orhideja 428, ja zināms, ka vidējais vienas zvaigznes absolūtais spožums ir $+8^m$. Atbildi izteikt miljardos zvaigžņu!

Atbilde. No Pogsona formulas iegūst, ka $I_{\text{galaktikas}} / I_{\text{zvaigznes}} = 10^{(0,4 \times (m_2 - m_1))}$. Skaitliski $I_{\text{galaktikas}} / I_{\text{zvaigznes}} = 10^{(0,4 \times (8 + 15))} = 10^{9,2} \approx 1,6$ miljardi zvaigžņu.

E. Galaktika tika novērota ar teleskopu, kura leņķiskā izšķirtspēja ir $0,3''$. Cik reižu izmainījās novērotais spožums pārnovas sprādzienā (salīdziniet spožumu pirms pārnovas sprādziena un pārnovas maksimālā spožuma laikā)?

Atbilde. Viena izšķiršanas elementa spožums bija $12 + 4,87 = 16,87$, kas ir 14 reizes vājāks par pārnovu. Pirms pārnovas sprādziena novērotais spožums bija $1/14$, tagad ir $15/14$, tātad spožums izmainījās **15 reižu**. 🐦

ABONĒ «ZVAIGŽŅOTO DEBESI!» ABONĒT LĒTĀK NEKĀ PIRKTI!
Uzziņas 67 325 322 vai pa e-pastu macibu.gamata@apollo.lv

LATVIJAS 40. SKOLĒNU ZINĀTNISKĀ KONFERENCE

Šā gada aprīlī jau 40. reizi notika Latvijas skolēnu zinātniskā konference. Konferencē tika pieteikti gandrīz 400 skolēnu zinātnisko darbu. Konference notika no 22. līdz 24. aprīlim, un klātienē tika prezentēti 321 darbs 23 zinātņu nozaru sekcijās. Kā ik gadu, labākie no skolēnu zinātniski pētnieciskajiem darbiem tika izvirzīti līdzdalībai 28. Eiropas Savienības Jauno zinātnieku konkursā, kas notiks šā gada septembrī Briselē, Beļģijā. Šajā gadā par labākajiem tika atzīti un starptautiskajam konkursam izvirzīti trīs darbi, kas pārstāv fizikas, informātikas un matemātikas nozari.

Astronomijas sekcijā šogad tika iesniegti trīs darbi, kas prezentēja dažādas astronomijas zinātnes nozares. Žūrija pēc iepazīšanās ar darbiem un skolēnu prezentāciju noklausīšanās klātienē nolēma piešķirt II vietu Rīgas Franču liceja 12. klases skolnieču Elīzas Mellēnas un Valērijas Tretjakovas zinātniskajam darbam «Eksoplanētu raksturlielumu izpēte apdzīvojamības novērtēšanai», darba vadītāji fizikas skolotāja Mg. *paed.* Biruta Šķēle un *Dr. paed.* Ilgonis Vilks, II vietu Baldones vidusskolas 11. klases skolnieces Gledisas Vitkas darbam «Vēlo zvaigžņu telpiskā sadalījuma īpatnības», darba vadītāja skolotāja Mg. *phys.* Māriņa Eglīte, un III vietu Jēkabpils 3. vidusskolas skolnieka Kirila Veļkija darbam «Strūves parka zinātniskā un kultūrvēsturiskā nozīme», darba vadītāja matemātikas skolotāja Mg. *paed.* Ilona Bičole.

Elīza Mellēna un Valērija Tretjakova savā darbā apskata eksoplanētas ar zināmu masu un rādiusu, lai tālāk aprēķinātu planētu blīvumu, virsmas temperatūru un zvaigznes starjaudu, rezultātā atlasot planētas, uz kurām potenciāli ir iespējama ūdens pastāvēšana, kas savukārt varētu liecināt par dzīvības pastāvēšanas iespēju.

Gledisa Vitka par savu darba mērķi ir izvirzīusi oglekļa zvaigžņu un skābekļa secības zvaigžņu skaita atšķirību izpēti izvēlētajos debess apgabalos, kā arī oglekļa zvaigžņu telpiskā izvietojuma izpēti Galaktikā Perseja zara virzienā. Darbā veikta ar Baldones Šmita teleskopu uzņemto zvaigžņu spektrālo uzņēmumu izpēte un oglekļa zvaigžņu spektru aprārde.

Kirila Veļkija darbā ir pēfītas Jēkabpils iedzīvotāju zināšanas par Strūves parka vēsturi un izteikti priekšlikumi parka popularitātes palielināšanai, kā arī izmērīts Strūves parkā izvietotā ģeodēzisko uzņēmumu punkta ģeogrāfiskais platums un salīdzināts ar Frīdriha Georga Vilhelma Strūves iegūto rezultātu, nosakot ģeogrāfiskā platuma mērījuma novirzes.

Kaut arī šogad neviens no astronomijas darbiem netika izvirzīts tālākai atlasei par dalību Eiropas Savienības Jauno zinātnieku konkursā, tomēr iepriekšējos konkursa norises gados vairāki darbi ir tikuši izvirzīti nākamajai konkursa kārtai, kā arī tikuši prezentēti Eiropas mērogā. 2013. gadā Latvijas pārstāvēšanai kā viens no darbiem tika izvirzīts Baldones vidusskolas 11. klases skolnieces Agneses Līces zinātniskais darbs «Jauno oglekļa zvaigžņu izvietojums Galaktikā un Hercšprunga-Rasela diagrammā».

2012. gadā starptautiskajā jauno zinātnieku EXPO Briselē Latviju pārstāvēja viena no Latvijas 35. skolēnu zinātniskās konferences laureātēm, Baldones vidusskolas 12. klases skolniece Unda Kaļķe¹ ar savu pētniecisko darbu astronomijā «Sarkano zvaigžņu meklēšana Kasiopejas (*Cassiopeia*) zvaigznājā».

¹ Kaļķe U. Par sarkano zvaigžņu pēfījumiem Jauno zinātnieku EXPO 2012 Briselē. – *ZvD*, 2012, Rudens (217), 40.-41. lpp.

Latvijas skolēnu zinātniskā konference notiek jau 40 gadus. Sākumā visas nozares tika pārstāvētas kopā, taču, pieaugot darbu skaitam, radās nepieciešamība veidot atsevišķas sekcijas. Patstāvīga Astronomijas sekcija izveidojās 90. gadu vidū, un par tās vadītāju kļuva Ilgonis Vilks. Šobrīd jau vairāk nekā desmit gadus šos pienākumus pilda Kārlis Bērziņš. Žūrijas sastāvā pēdējos gados ir darbojušies arī Māris Krastiņš, Jānis Jaunbergs, Mārtiņš Keruss, Ilgmārs Eglītis, Kalvis Salmiņš, Benita Frēliha, Mārtiņš Gills un Kristīne Adgere.


Papildus tiešajai klātienē žūrijai Astronomijas sekcija kā viena no pirmajām sāka elektronisko darbu izskatīšanu, kas nozīmē, ka darbus izlasa vēl papildu žūrijas locekļi un beigās tiek ņemts vērā kopvērtējums.

Tā kā Astronomijas sekcijā darbu skaits nekad nav bijis liels (apmēram līdz desmit), tad, ņemot vērā neklātienē žūrijas darbu, bieža ir situācija, ka astronomijas žūrijā ir lielāks cilvēku skaits nekā autoru. Tas savukārt nozīmē to, ka šie darbi tiek vērtēti rūpīgi un maksimāli objektīvi. Latvijas astronomijas sabiedrība nav liela, kā rezultātā ir bijuši gadījumi, ka žūrijas locekļi ir bijuši vienlaikus kāda darba konsultanti, taču šajos gadījumos at-

tiecīgie žūrijas locekļi vienmēr ir atturējušies no pašu konsultētā darba vērtēšanas.

Astronomijas sekcijā darbus ir izstrādājuši skolēni no dažādām Latvijas vietām, taču īpaši jāizceļ Baldones vidusskola, kuras skolēni skolotājas Mārites Eglītes² vadībā darbus izpildījuši Baldones observatorijā³. Aicinām arī citus jaunos astronomijas pētniekus un viņu skolotājus darbu izpildes laikā konsultēties pie profesionāliem astronomiem!

Skolēnu zinātniski pētnieciskās darbības mērķi ir veicināt skolēnu zinātniskā pasaules uzskata attīstību, izpratni par pētniecības metodēm, kā arī iedrošināt jauniešus veidot karjeru zinātnē. Aicinām ikvienu vecāko klašu skolēnu pamēģināt veikt un izstrādāt pētniecisko darbu un varbūt nākotnē atrast savu vietu astronomijā vai citā zinātņu sfērā!

Oficiālā informācija ir pieejama šeit: <http://visc.gov.lv/vispizglitiba/szpcdarbs/info.shtml>. 

² Knohenfelde Dz. Astronomijas atgriešanās skolā. – ZvD, 2009, Pavasaris (203), 51.-53. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1437>

³ Zvejniece B., Āre A. Zinātniski pētnieciskais darbs – ceļš uz panākumiem. – ZvD, 2010/11, Zieme (210), 29.-31. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/2956>

MARUTA AVOTIŅA, AGNESE ŠUSTE

LATVIJAS 66. MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

Uzdevumi publicēti Zvaigžņotās Debess 2016. gada vasaras numurā (58.-60. lpp.). Tālāk dotie atrisinājumi nav vienīgie iespējamie (skat. [1]).

9. klase

1. uzd. Apzīmējam $xy^2=z^3$, kur z – naturāls skaitlis. Kāpinot abas puses kvadrātā, iegūstam $x^2y^4=z^6$.

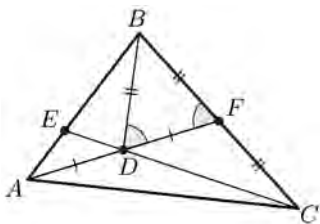
Izsakām $x^2y = \left(\frac{z^2}{y}\right)^3$. Skaitlis x^2y ir naturāls

skaitlis, tāpēc arī $\left(\frac{z^2}{y}\right)^3$ ir naturāls. Ja z^2 nedalītos ar y , tad $\frac{z^2}{y}$ varētu izteikt kā nescāsinā-

mu daļu m/n . Bet tad arī $\frac{m^3}{n^3}$ būtu nescāsinā-

ma daļa, taču tam jābūt naturālam skaitlim – pretruna. Tāpēc z^2 dalās ar y un tātad x^2y ir naturāla skaitļa kubs.

2. uzd. Trijstūris DBF ir vienādsānu ($BD=BF$ pēc dotā), tāpēc $\sphericalangle BDF=\sphericalangle BFD$ kā leņķi pie pamata malas (skat. 1. att.). Tā kā $AD=DF$ (jo D ir AF viduspunkts), $\sphericalangle ADB=\sphericalangle DFC$ (kā vienādu leņķu blakusleņķi) un $BD=FC$, tad $\triangle ADB=\triangle DFC$ pēc pazīmes mlm . Tātad $\sphericalangle BAD=\sphericalangle CDF$ kā atbilstošie leņķi vienādos trijstūros. Tā kā $\sphericalangle EDA=\sphericalangle CDF$ kā krustleņķi, tad $\sphericalangle EAD=\sphericalangle EDA$ un $\triangle AED$ ir vienādsānu trijstūris. Līdz ar to $AE=DE$ kā sānu malas vienādsānu trijstūrī.



1. att.

3. uzd. a) Jā, skaitļus tabulā var ierakstīt, piemēram, skat. 2. att., kur pelēkā krāsā norādītas skaitļu starpības.

1	8	9	7	2	8	10
-10	+	6	+	-10	+	6
11	8	3	9	12	8	4
-6	+	-10	+	-6	+	-10
5	8	13	7	6	8	14
-10	+	6	+	-10	+	6
15	8	7	9	16	8	8

2. att.

8	15	<i>a</i>	
16	<i>b</i>		
<i>c</i>			

3. att.

b) Pamatosim, ka skaitļus tabulā nevar ierakstīt tā, lai izpildās uzdevuma nosacījumi. Skaitlim 8 blakus var atrasties tikai skaitļi 1, 15 un 16. Pieņemsim, ka 1 neatrodas blakus 8. Tad skaitlim 8 ir tikai divi kaimiņi, tātad tas atrodas stūrī (skat. 3. att.).

Skaitlim 7 var atrasties blakus tikai skaitļi 14, 15, 16, tātad tas noteikti ir blakus skaitlim 15 vai 16 (sk. 3. att.), līdz ar to tas atrodas kādā

no vietām a, b, c . Tas nevar būt b vietā, jo tur tam būtu četri kaimiņi. Tas nevar atrasties a vietā, jo tur tam ir trīs kaimiņi, bet viens no skaitļiem, kas tam varētu būt blakus (skaitlis 16), tam blakus neatrodas. Līdzīgi skaitlis 7 nevar atrasties arī c vietā.

Līdz ar to esam ieguvuši, ka skaitļiem 1 un 8 jābūt blakus. Nezaudējot vispārīgumu, varam pieņemt, ka skaitļi izkārtoti tā, kā parādīts 4. att. Skaitlis x nevar būt 15, jo tad y vietā būtu jāieraksta skaitlis 8, bet tas jau ir ierakstīts tabulā. Tātad x vietā jābūt skaitlim 16, un tad vienīgā iespējamā y vērtība ir 9. Līdz ar to esam ieguvuši 5. att. parādīto skaitļu izkārtojumu.

8	x
1	y

4. att.

8	16
1	9

5. att.

Ievērojam, ka skaitlim 9 blakus rītiņās var būt ierakstīti tikai skaitļi 1, 2, 16. Tātad skaitlis 8 nav stūrī, jo tad skaitlim 9 būtu četri kaimiņi. Tieši tāpat stūrī nav arī skaitlis 9, jo tad skaitlim 8 būtu četri kaimiņi. Tātad tiem ir vēl pa vienam kaimiņam. Skaidrs, ka skaitlim 8 vēl ir kaimiņš 15, bet skaitlim 9 vēl ir kaimiņš 2. Iespējami divi gadījumi, kur attiecībā pret skaitli 8 var būt ierakstīts skaitlis 15 (skat. 6. att. un 7. att.). Neviens no šim gadījumiem nav iespējams, jo z vietā būtu jāieraksta skaitlis 9, bet t vietā – skaitlis 8.

15			
8	16	z	
1	9	2	

6. att.

	15	8	16
	t	1	9
			2

7. att.

4. uzd. Apzīmēsim $N=2016^{2016}-3$, tad dotais skaitlis ir $N/3$.

Tā kā 2016^{2016} ir pāra skaitlis, tad N ir nepāra un arī dotais skaitlis ir nepāra, tātad tas nedalās ar 2.

Ievērojam, ka 2016 dalās ar 9 , tātad $N \equiv -3 \equiv 6 \pmod{9}$. Tā kā skaitlis N dalās ar 3 , bet nedalās ar 9 , tad dotajam skaitlim nav pirmreizinātāja 3 .

No kongruences $2016 \equiv 1 \pmod{5}$ izriet, ka $N \equiv 3 \pmod{5}$, tātad dotais skaitlis nedalās ar 5 .

No kongruences $2016 \equiv 0 \pmod{7}$ izriet, ka $N \equiv 4 \pmod{7}$, tātad dotais skaitlis nedalās ar 7 .

Ievērosim, ka $2016 \equiv 3 \pmod{11}$; tātad $N \equiv 3^{2016} \equiv 3 \pmod{11}$. Virkne 3^n , $n=0,1,2, \dots$, ir periodiska pēc moduļa 11 ; apskatīsim šīs virknes pirmos locekļus:

n	0	1	2	3	4	5	...
$3^n \pmod{11}$	1	3	9	5	4	1	...

Tā kā $3^5 \equiv 3^0 \equiv 1 \pmod{11}$, tad secinām, ka $3^{2016} \equiv 3^{403 \cdot 5 + 1} \equiv 3 \pmod{11}$.

Līdz ar to $N \equiv 0 \pmod{11}$, tātad gan N , gan $N/3$ dalās ar 11 . Tātad dotā skaitļa mazākais pirmreizinātājs ir 11 .

5. uzd. Pavisam ir četrus veidu gājieni: « $2 \rightarrow 0$ » (skaitlis satur 2 un meklējam nākamo skaitli, kas satur 0), « $0 \rightarrow 1$ », « $1 \rightarrow 6$ » un « $6 \rightarrow 2$ ». Turklāt šie gājieni cikliski atkārtojas tieši šādā secībā.

Lai noskaidrotu, kuri nākamie skaitļi seko virknē pēc skaitļa 2016 , nepieciešams uzzināt, pēc kāda gājiena tika sasniegts skaitlis 2016 .

Aplūkosim iespējamus gadījumus.

a) Skaitli 2016 nevar iegūt pēc gājiena « $6 \rightarrow 2$ », jo iepriekšējais virknes loceklis būtu 2006 , bet nākamais skaitlis, kas ir lielāks nekā 2006 un satur ciparu 2 , ir 2007 .

b) Skaitli 2016 nevar iegūt pēc gājiena « $2 \rightarrow 0$ », jo iepriekšējam virknes loceklim tad būtu jābūtu 2015 , bet pirms tā izdarītajam gājienam jābūtu « $6 \rightarrow 2$ », kas noved pie tās pašas pretrunas kā a) gadījumā.

c) Skaitli 2016 nevar iegūt pēc gājiena « $0 \rightarrow 1$ », jo iepriekšējam virknes loceklim būtu jābūtu 2015 , bet pirms tā izdarītajam gājienam jābūtu « $2 \rightarrow 0$ » un skaitlim 2014 . Savukārt pirms skaitļa 2014 izdarītajam gājienam jābūtu « $6 \rightarrow 2$ » un iegūstam līdzīgu pretrunu kā a) gadījumā.

d) Tātad skaitli 2016 iegūst pēc gājiena « $1 \rightarrow 6$ », un nākamie skaitļi virknē pēc gājieniem « $6 \rightarrow$ », « $2 \rightarrow 0$ », « $0 \rightarrow 1$ » un « $1 \rightarrow 6$ » ir skaitļi 2017 , 2018 , 2019 un 2026 .

10. klase

1. uzd. Apzīmējam $xy^{10} = z^{33}$, kur z – naturāls skaitlis. Kāpinot abas puses 10 . pakāpē, iegūstam $x^{10}y^{100} = z^{330}$.

Izsakām $x^{10}y = \left(\frac{z^{10}}{y^3}\right)^{33}$. Skaitlis $x^{10}y$ ir natu-

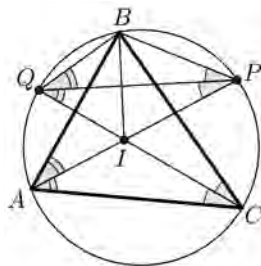
rāls skaitlis, tāpēc arī $\left(\frac{z^{10}}{y^3}\right)^{33}$ ir naturāls. Ja z^{10}

nedalītos ar y^3 , tad $\frac{z^{10}}{y^3}$ varētu izteikt kā nesa-

īsināmu daļu m/n . Bet tad arī $\frac{m^{33}}{n^{33}}$ būtu nesa-

īsināma daļa, taču tam jābūtu naturālam skaitlim – pretruna. Tāpēc z^{10} dalās ar y^3 un tātad arī $x^{10}y$ ir naturāla skaitļa 33 . pakāpe.

2. uzd. Apzīmējam $\sphericalangle BAP = \sphericalangle PAC = \alpha$ un $\sphericalangle BCQ = \sphericalangle QCA = \beta$ (skat. 8. att.). Ievilkto leņķi, kas balstās uz viena un tā paša loka, ir vienādi, tāpēc



8. att.

- $\sphericalangle BQP = \sphericalangle BAP = \alpha$ (balstās uz loka BP);
- $\sphericalangle PQC = \sphericalangle PAC = \alpha$ (balstās uz loka PC);
- $\sphericalangle BPQ = \sphericalangle BCQ = \beta$ (balstās uz loka BQ);
- $\sphericalangle QPA = \sphericalangle QCA = \beta$ (balstās uz loka QA).

Līdz ar to $\triangle QIP = \triangle QBP$ pēc pazīmes lml , jo $\sphericalangle IQP = \sphericalangle BQP = \alpha$, PQ ir kopīga mala un $\sphericalangle IPQ = \sphericalangle BPQ = \beta$.

Tāpēc $PI = PB$ kā atbilstošās malas vienādos trijstūros un $\triangle BPI$ ir vienādsānu trijstūris ar pamatu BI . Tā kā PQ ir bisektrise, kas vilkta no virsotnes leņķa, tad PQ ir arī augstums pret BI un līdz ar to $PQ \perp BI$.

3. uzd. Dotās vienādības abas puses kāpinot kvadrātā un pēc tam reizinot ar 2, iegūstam $2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4xy + 4xz + 4yz = 18$.

Pieskaitot un atņemot vienādības kreisai pusei vienu un to pašu izteiksmi un pēc tam izmantojot starpības kvadrāta formulu, iegūstam $(x-y)^2 + (x-z)^2 + (y-z)^2 + 6xy + 6xz + 6yz = 18$.

Tā kā $(x-y)^2 + (x-z)^2 + (y-z)^2 \geq 0$, tad $6xy + 6xz + 6yz \leq 18$ jeb $xy + xz + yz \leq 3$.

4. uzd. a) Nē, trīs malu garumi nevar būt pirmskaitļi. Taisnleņķa trijstūrī malu garumus a , b un c saista Pitagora teorēma $a^2 + b^2 = c^2$. Tā kā visu malu garumiem jābūt pirmskaitļiem, kas lielāki nekā 5, tad visu malu garumi ir nepāra skaitļi, tātad arī a^2 un b^2 ir nepāra skaitļi, bet divu nepāra skaitļu summa ir pāra skaitlis – pretruna ar to, ka c^2 ir nepāra skaitlis.

b) Jā, divu malu garumi var būt pirmskaitļi. Piemēram, der malu garumi 11, 60, 61, jo divi no tiem ir pirmskaitļi un tiem izpildās Pitagora teorēmas nosacījums, tas ir, $11^2 + 60^2 = 61^2$ jeb $121 + 3600 = 3721$.

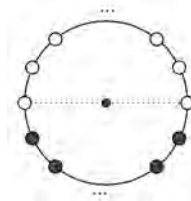
5. uzd. a) Visas regulāra 2016-stūra virsotnes atrodas uz vienas riņķa līnijas. Ievilkts leņķis ir taisns tikai tādā gadījumā, ja tas balstās uz diametra. Tātad, ja kāda diametra abi galapunkti būtu balti, tad visi pārējie punkti būtu jānokrāso melni, jo diametra galapunkti ar jebkuru trešo punktu veido taisnleņķa trijstūri. Līdz ar to katra diametra vismaz viens galapunkts ir jānokrāso melns. Tātad melnas jāno-

krāso vismaz $2016:2 = 1008$ regulārā 2016-stūra virsotnes. Ja katra diametra vienu galapunktu nokrāso melnu, tad nepaliek neviens taisnleņķa trijstūris, kuram visas virsotnes ir baltas. Tātad mazākais punktu skaits, kas jānokrāso melni, ir 1008.

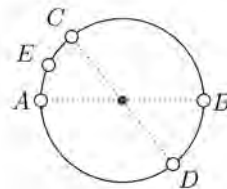
b) Ja melnas nokrāso 1007 pēc kārtas esošas virsotnes, tad no atlikušajām 1009 virsotnēm var izveidot tikai taisnleņķa vai platleņķa trijstūrus, jo katra trijstūra viens leņķis balstās uz loka, kura lielums ir vismaz 90° (skat. 9. att.).

Pierādīsim, ka mazāk virsotņu nevar nokrāso, lai izpildītos uzdevuma nosacījumi.

Pieņemsim, ka melnas nokrāsotas ne vairāk kā 1006 virsotnes, tad baltas ir palikušas vismaz 1010 virsotnes. Tā kā ir tieši 1008 diametri, kuriem abi galapunkti atrodas regulārā 2016-stūra virsotnēs, tad būs vismaz divi diametri, kuriem abi galapunkti ir balti (Dirihlē princips). Šos diametrus apzīmējam ar AB un CD (skat. 10. att.). IZvēlamies kādu punktu E , kurš ir balts (nezaudējot vispārīgumu, varam pieņemt, ka tas atrodas uz loka AC), bet tad trijstūris BDE ir šaurleņķu, jo visi trīs loki EB , BD , DE ir mazāki nekā 180° , tātad trijstūra leņķi ir mazāki nekā 90° , jo tie ir ievilktie leņķi, kas balstās uz šiem lokiem.



9. att.



10. att.

11. klase

1. uzd. Apzīmējam $xy^{433} = z^{2016}$, kur z – naturāls skaitlis. Kāpinot abas puses 433. pakāpē, iegūstam $x^{433}y^{433 \cdot 433} = z^{2016 \cdot 433}$.

Izsakām $x^{433}y = \left(\frac{z^{433}}{y^{93}}\right)^{2016}$. Skaitlis $x^{433}y$ ir

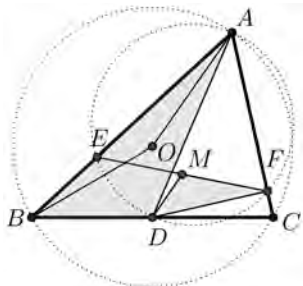
naturāls skaitlis, tāpēc arī $\left(\frac{z^{433}}{y^{93}}\right)^{2016}$ ir natu-

rāls. Ja z^{433} nedalītos ar y^{93} , tad $\frac{z^{433}}{y^{93}}$ varētu izteikt kā nesaīsināmu daļu m/n . Bet tad arī $\frac{m^{2016}}{n^{2016}}$ būtu nesaīsināma daļa, taču tam jābūt naturālam skaitlim – pretruna. Tāpēc z^{433} dalās ar y^{93} un tātad arī x^{433} ir naturāla skaitļa 2016. pakāpe.

2. uzd. Apzīmējam $\sphericalangle BAC = \alpha$, $\sphericalangle ABC = \beta$ un $\sphericalangle BCA = \gamma$.

Ievērojām, ka $\sphericalangle EAD = \sphericalangle EFD$ kā ievilkte leņķi, kas balstās uz viena un tā paša loka (skat. 11. att.).

Tā kā $\sphericalangle BOA = 2\sphericalangle BCA$ un $\triangle BOA$ ir vienādsānu ($AO = OB$), tad iegūstam $\sphericalangle OAB = (180^\circ - \sphericalangle BOA) : 2 = 90^\circ - \sphericalangle BCA = 90^\circ - \gamma$. Tā kā AD ir riņķa līnijas diametrs, tad $\sphericalangle AFD = 90^\circ$. No trijstūra DFC iegūstam, ka $\sphericalangle FDC = 90^\circ - \gamma$. Tā kā $\sphericalangle ADC$ ir trijstūra ABD ārējais leņķis, tad $\sphericalangle ADC = \sphericalangle DAB + \sphericalangle DBA$. Ievērojām, ka $\sphericalangle ADC = \sphericalangle ADM + \sphericalangle MDF + \sphericalangle FDC$ un $\sphericalangle DAB + \sphericalangle DBA = \sphericalangle DAO + \sphericalangle OAB + \beta$. Tā kā $\sphericalangle ADM = \sphericalangle DAO$ (kā iekšējie šķērsleņķi pie paralēlām taisnēm DM un AO) un $\sphericalangle FDC = \sphericalangle OAB = 90^\circ - \gamma$, tad $\sphericalangle MDF = \beta$. Tātad $\sphericalangle ABD = \sphericalangle MDF$. Līdz ar to $\triangle ABD \sim \triangle FDM$ pēc pazīmes II.



11. att.

3. uzd. Izmantojot vienādību

$$\frac{1}{k(k+1)} = \frac{1}{k} - \frac{1}{k+1},$$

pārrakstām dotās vienādības labās puses izteiksmi

$$\begin{aligned} & \frac{1}{x(x+1)} + \frac{1}{(x+1)(x+2)} + \dots + \frac{1}{y(y+1)} = \\ & = \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} + \frac{1}{x+1} - \frac{1}{x+2} + \dots \\ & + \frac{1}{y} - \frac{1}{y+1} = \frac{1}{x} - \frac{1}{y+1}. \end{aligned}$$

Tātad katrai n vērtībai nepieciešams at-
rast atbilstošo x un $y+1$ vērtību. No vienādības $\frac{1}{n} = \frac{1}{x} - \frac{1}{y+1}$ izsakot x , iegūstam $x = \frac{n(y+1)}{y+1+n}$. IZvēloties $y+1 = (n-1)n$, iegūstam, ka $x = n-1$. Līdz ar to

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{y+1} = \frac{1}{n-1} - \frac{1}{(n-1)n} = \frac{n-1}{(n-1)n} = \frac{1}{n}.$$

Tā kā $n > 1$, tad $y+1 > x$ jeb $y > x$, un prasītais ir pierādīts visām naturālām n vērtībām.

4. uzd. Pavisam ir četrus veidu gājieni: «2→0» (skaitlis satur 2 un meklējam nākamo skaitli, kas satur 0), «0→1», «1→6» un «6→2». Ievērojām, ka neviens gājiena neļauj pārlēkt no skaitļa N uz skaitli, kas ir lielāks nekā $N+10$.

Virknē pēc izdarīta gājiena «1→6» būs kāds no skaitļiem 1906, 1916, 1926 vai 1936.

Aplūkosim, kāda ir tālākā skaitļu virkne katrā no gadījumiem:

$$1906 \xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1912 \xrightarrow{2 \rightarrow 0} 1920 \xrightarrow{0 \rightarrow 1} 1921 \xrightarrow{1 \rightarrow 6} 1926$$

$$\xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1927 \xrightarrow{2 \rightarrow 0} 1930 \xrightarrow{0 \rightarrow 1} 1931 \xrightarrow{1 \rightarrow 6} 1936;$$

$$1916 \xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1920 \xrightarrow{2 \rightarrow 0} 1930 \xrightarrow{0 \rightarrow 1} 1931 \xrightarrow{1 \rightarrow 6} 1936.$$

Kā redzams, visos gadījumos virknē pēc gājiena «1→6» ir skaitlis 1936.

Tātad, turpinot virkni, iegūsim

$$1936 \xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1942 \xrightarrow{2 \rightarrow 0} 1950 \xrightarrow{0 \rightarrow 1} 1951 \xrightarrow{1 \rightarrow 6} 1956$$

$$\xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1962 \xrightarrow{2 \rightarrow 0} 1970 \xrightarrow{0 \rightarrow 1} 1971$$

$$\xrightarrow{1 \rightarrow 6} 1976 \xrightarrow{6 \rightarrow 2} 1982 \xrightarrow{2 \rightarrow 0}$$

4. uzd. Ievērojām, ka
 $f(a) = a^2 + 3a + 2 = (a+1)(a+2)$.

Ja a ir nepāra, tad der vērtības $b=c=(a+1)/2$, jo tad
 $g(b;c) = g(b;b) = 4b^2 + 2b = 2b(2b+1) = (a+1)(a+2) = f(a)$.

Ja a ir pāra, tad der vērtības $b=a/2+2$ un $c=a/2$, jo tad $g(c+2;c) = 4c^2 + 6c + 2 = (2c+1)(2c+2) = (a+1)(a+2) = f(a)$.

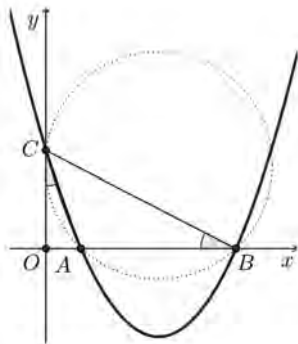
5. uzd. Visām riņķa līnijām ir kopīgs punkts $(0;1)$. Pierādīsim to.

Kvadrātvienādojuma $x^2 + px + q = 0$ saknes apzīmējam ar x_1 un x_2 . Ar A un B apzīmējam parabolas krustpunktus ar x asi, ar C – parabolas krustpunktu ar y asi: $A(x_1;0)$, $B(x_2;0)$ un $C(0;q)$. Apskatīsim divus iespējamus gadījumus.

1. Ja riņķa līnijai ar y asi ir tikai viens krustpunkts, tas ir, tā pieskaras y asij (skat. 15. att.), tad $\triangle COA \sim \triangle BOC$ pēc pazīmes II, jo $\angle COB$ – kopīgs un $\angle OCA = \angle OBC = \sphericalangle AC/2$. Tad

$$\frac{OA}{OC} = \frac{OC}{OB} \Rightarrow x_1 x_2 = q^2.$$

Pēc Vjeta teorēmas $x_1 x_2 = q$, tāpēc $q = q^2$. Tā kā C nesakrīt ar O (jo tad parabolai ar asīm būtu tikai divi krustpunkti), tad vienīgā iespēja, ka $q=1$. Tātad šīs riņķa līnijas iet caur punktu $(0;1)$.

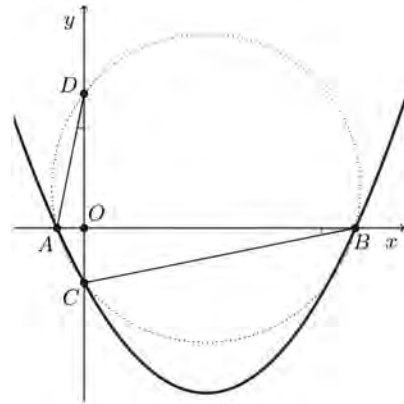


15. att.

2. Ja riņķa līnijai ar y asi ir divi krustpunkti, tad otru krustpunktu ar y asi apzīmējam ar D .

Ja $q \in (-\infty; 0) \cup (0; 1)$, tad $\triangle AOD \sim \triangle COB$ pēc pazīmes II, jo $\angle DOA = \angle BOC = 90^\circ$ un $\angle ADC = \angle ABC$ kā ievilktie leņķi, kas balstās uz viena un tā paša loka (skat. 16. att.). Tāpēc

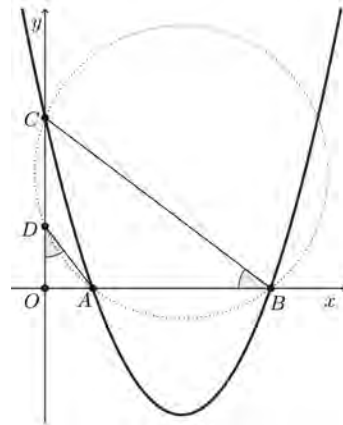
$$\frac{AO}{OC} = \frac{OD}{OB} \Rightarrow OD = \frac{x_1 x_2}{q} = \frac{q}{q} = 1.$$



16. att.

Ja $q > 1$, tad $\triangle AOD \sim \triangle COB$ pēc pazīmes II, jo $\angle DOA = \angle BOC = 90^\circ$ un $\angle ADO = 180^\circ - \angle CDA = \angle CBA$ pēc blakusleņķu īpašības un īpašības, ka ievilkta četrstūra pretējo leņķu summa ir 180° (skat. 17. att.). Tāpēc

$$\frac{AO}{OC} = \frac{OD}{OB} \Rightarrow OD = \frac{x_1 x_2}{q} = \frac{q}{q} = 1.$$



17. att.

Tā kā punkts D nevar būt $(0; -1)$, jo tad iegūst ieliektu četrstūri, kuram nevar apvilkt riņķa līniju, tad šīs riņķa līnijas iet caur punktu $(0; 1)$.

Līdz ar to visām šādām riņķa līnijām ir kopīgs punkts $(0; 1)$.

Skolēnu rezultāti

Par katru uzdevumu olimpiādē var iegūt 0-10 punktus.

1. tabula. Skolēnu vidējais iegūtais punktu skaits katrā uzdevumā.

Klase	1. uzd.	2. uzd.	3. uzd.	4. uzd.	5. uzd.
9.	2,4	3,9	6,0	1,2	1,4
10.	0,8	4,4	0,9	4,7	2,3
11.	1,9	2,2	2,1	2,1	3,0
12.	1,8	4,5	4,1	3,0	1,9

2. tabula. Skolēnu skaits, kas ieguvuši 10 punktus.

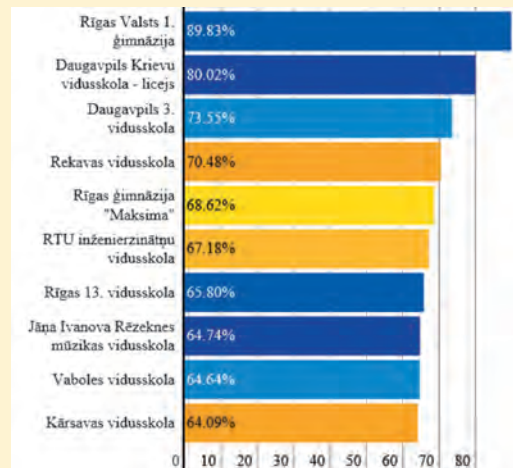
Klase	1. uzd.	2. uzd.	3. uzd.	4. uzd.	5. uzd.
9.	1	17	1	3	6
10.	0	28	5	12	0
11.	3	3	3	2	4
12.	7	13	16	13	5

Atsauces

1. <http://nms.lu.lv/uzdevumu-arhivs/latvijas-olimpiades/>

ĪSUMĀ: Skolas ar labākajiem matemātikas eksāmena rezultātiem 2015./2016. mācību gadā.

Centralizētajā matemātikas eksāmenā 12. klases skolēniem šogad vidēji izdevies sasniegt tikai 36,2% rezultātu, liecina Valsts izglītības satura centra (VISC) apkopotā informācija (8.jūl.2016. www.delfi.lv). Starp 10 skolām ar labākajiem matemātikas eksāmena rezultātiem četras ir Rīgas un sešas no Latgales, kuru vidū divas lauku – Rekas (70,48%) un Vaboles (64,64%) – vidusskolas.



Avots: VISC

DELFI

Rekas vidusskolas 12. klase: aktīvi sportisti, labi dziedātāji un dejojāji, daži absolvējuši arī mūzikas un mākslas skolu, vairāk nekā puse klases ieguvusi autovadītāja tiesības. Klases audzinātāja (vidū) Klavdija Ivļeva.

No 5.jūl.2016. Ziemeļlatgales laikraksta Vaduguns Nr. 51 (8845)
I. P.

AGNESE ZALCMANE

BRAUCIENS UZ PILNU SAULES APTUMSUMU SULAVESI SALĀ

Sekojo t pilnājiem Saules aptumsumiem pa pēdām, aptumsuma braucēju komanda šā gada pavasarī devās uz Sulavesi salu Indonēzijā. Pilnais aptumsums šoreiz bija novērojams vairākās Indonēzijas salās, un no tām Sulavesi austrumu apgabals tika izraudzīts kā vieta ar vismazāko iespējamo nokrišņu varbūtību.

Drusku citādi nekā iepriekš, kad aptumsuma brauciens vispirms tika lielos vilcienos izplānots un aprēķinātas izmaksas, pirms tajā piedalīties tika aicināti cilvēki, šoreiz cilvēki pieteicās paši, kad bija vien zināmi aptuvenie datumi un vieta. Dažu nedēļu laikā pēc atgriešanās no iepriekšējā Saules aptumsuma novērojumiem Svalbārā* bija pieteikušies jau veseli desmit cilvēki uz tobrīd astoņām vietām, bet vēlāk komanda tika paplašināta līdz 12, lai ērti savietotos trīs vieglajās automašīnās.

Lielākā daļa ceļotāju savu piedzīvojumu sāka Rīgā šā gada 28. februārī un caur Milānu un Stambulu nokļuva Indonēzijas galvaspilsētā Džakartā. Uzkavēšanās turpceļā tur bija vien pāris stundas lidostā, jo drīz vien vietējā lidkompānija visus nogādāja Sulavesi salas lielākajā pilsētā Makasarā. Tajā ceļotāji ieradās nakts vidū un, kopā ar koferiem saspiedušies divos privātos taksometros, devās uz viesnīcu izgulēties. Jāpiezīmē gan, ka zviedrs Anderss grupai pievienojās nākamajā

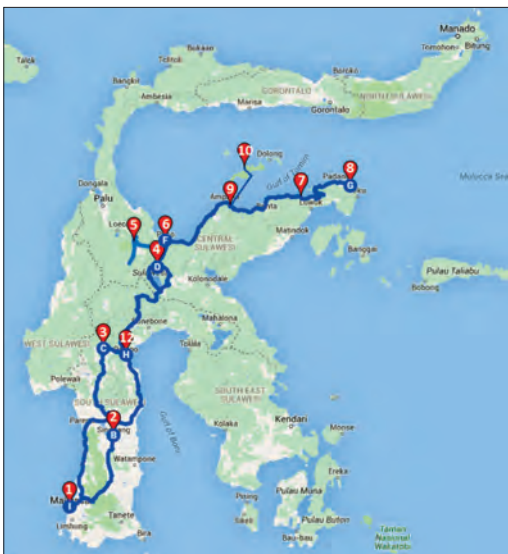
* Zalcmāne A. Pēc pilnā Saules aptumsuma uz tālajiem ziemeļiem. – ZvD, 2015, Vasara (228), 46.-52. lpp.



Logo autore Lāsma Strazdiņa



Sulavesi atrašanās vieta attiecībā pret Latviju.



Mūsu maršruts pa salu: kartē 11 skatīt ar 4 – tās ir nakšņošanas vietas. Aptumsumu skatījāmiens nr. 8.



Esam kļuvuši miljonāri.

Foto: Normunds Riekstiņš

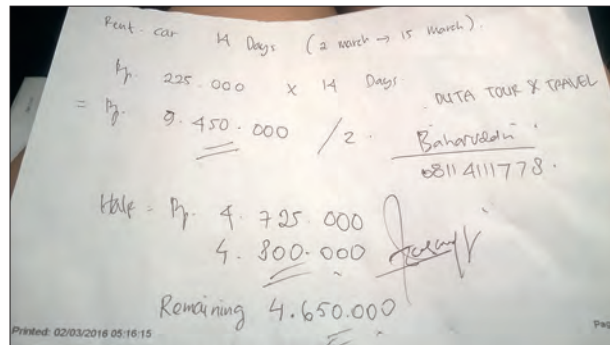
nakstī, līdz ar to jāspiežas bija tikai 11 cilvēku sastāvā. Taču tāpat tas šajā valstī nav nekas īpašs, jo daudzas automašīnas apriktas ar trim papildu sēdvietām, bagāžas nodaļiņumam atstājot minimālu vietu.

Pirmās dienas galvenie uzdevumi bija satikties ar auto īres īpašnieku, kā arī samainīt līdzpaņemto naudu uz Indonēzijas rūpijām. Un tad atlikušajā laikā varētu apskatīt kādas interesantas vietas Makasarā. Abi uzdevumi tika izpildīti veiksmīgi, taču pavadītais laiks katrā vietā bija tieši pretējs tam, ko varētu iedomāties. Auto īres kompānijā, kuras birojs atradās kādas privātmājas brīvajā istabā, tika žigli sarunāts, ka visas trīs automašīnas nākamajā rītā mūs gaidīs viesnīcas stāvvietā. Savukārt bankā viena ļoti bagāta cilvēka apkalpošana aizņēma vairāk nekā stundu. Nē, ne jau stundu bija jāgaida līdz apkalpošanai, bet gan stundu aizņēma naudas skaitīšana, pārskaitīšana, paskaitīšana, sakārtošana, saskaitīšana, apskatīšana, pierakstīšana un visas citas lietas, kas nepieciešamas, mainot naudu parastā Indonēzijas bankā. Pēc vai-

rāk nekā 80 miljonu Indonēzijas rūpiju iegūšanas tika atzīts, ka mainīt naudu visiem kopā un pēc tam sadalīt katram pēc ieguldījuma bez desmitreizējas eiro pārskaitīšanas un apskatīšanas ir bijusi pareizā taktika. Šajā dienā katrs grupas dalībnieks kļuva par miljonāru – visnotaļ interesanta pieredze.

Viens no nedaudzajiem Makasaras apskates objektiem ir Roterdamas forts – šo vietu kādreiz pārvaldījuši holandieši. Staigājot pa fortu, tika satikts kāds vietējais angļu valodas skolotājs, kas pieteicās nākamajā rītā mūs aizvest uz koka kuģu ostu 10 min brauciena attālumā no viesnīcas, kuru šajā dienā viesnīcas darbiniecei nebija izdevies atrast, lai mums parādītu. Vakarā daži mazāk nogurušie noīrēja rīkšas un devās apskatīt pilsētas naktsdzīvi promenādē pie jūras. Šeit arī pirmo reizi saskārāmies ar savu zvaigžņu statusu – baltie cilvēki šeit ir retums, un vietējie ļoti vēlas ar tādiem retumiem fotografēties.

Nākamajā dienā, 2. martā, indonēziešu skolotājs bija klāt, trīs īres auto arī bija klāt, un pēc ātras uzskribelēta līguma parakstīšanas uz samērā tīras pus-A4 lapas, kas kādreiz bija bijusi printerī, devāmies aplūkot kuģus. Mūsu skolotājs sarunāja, ka varam ne tikai aplūkot, bet arī pakāpelēt un ielūkoties kapteiņa kajītē. Tad devāmies uz veikalu iegādāties vietējās sim kartes un pārtikas krājumus dažām pirmajām dienām, tad uz benzīntanku sapildīt degvielu, un ap pēcpusdienu varējām sākt stāvēt sastrēgumā, lai nokļūtu ārpus pilsētas.



Auto īres līgums. Foto: Agnese Zalcmāne

Kā vēlāk izrādījās, sastrēguma iemesls bija ceļa remonts vietā, kur divi no pilsētas ārā vedoši ceļi saplūst vienā. Pēc dažu stundu ripināšanās un vietējās satiksmes, īpaši mopēdu un mazo motociklu, iepazīšanas tikām ārā, un pret vakaru varējām izbaudīt vietējo kalnu serpenfīnus. Diemžēl bija jau par vēlu, lai ķertu skaistos skatus ar acīm, kur nu vēl ar fotoaparātu, taču tik daudz paspējam ieraudzīt, lai spētu novērtēt, ka skaisti. Pēc vairāku elektronisko karšu salikšanas kopā izdevās atrast arī sarunāto viesnīcu šīs dienas galamērķa pilsētā Senggang.

Jau ar pirmo dienu bijām iekavējušies par vairākām stundām no plāna, līdz ar to pēcpusdienas izbrauciens ar laivām tika pārcelts uz nākamās dienas agru rītu. Un to noteikti nevar nožēlot, jo visa rosība, kas upes krastos notiek pirms astoņiem, ir piedzīvošanas vērtā. Dažas ģimenes mazgājas, citas gatavo brokastis, sievietes, sasēdušas blakus mošejai, mazgā veļu – upes krasti ir visu galveno notikumu centrā šai laikā. Pa ceļam apskatot dažnedažādus putnus, drīz nokļūstam ezerā, kur ļaudis dzīvo uz pāļiem saceltās dēļu būdās. Te viss notiek uz ūdens – tiek zvejotas zivis, gatavots ēdiens, mazgātas drēbes un izmantotas labieciņas aiz neliela aizsietņa. Uzzinām, ka cilvēki, kas šeit joprojām dzīvo, saņem subsīdijas, lai uzturētu šīs vēsturiskās tradīcijas.

Pēc izkāpšanas no laivām turpinām ceļu uz ziemeļiem, līdz nokļūstam Tana Toradja apgabalā (sk. vāku 4. lpp.). Šeit nokļūstam arī nelielā lietus mākonī, bet tas šai vietai pat piestāv, jo tā ir ļoti zaļa, var pat teikt – vietām apaugusi ar džungļiem. Un tajās vietās, kur nav džungļu, ir vietējā stila mājiņas vai appludināti rīsu lauki. Šejienes mājas izskatās pēc laivām, savukārt pati tauta ir pazīstama ar savām mirušo apbedīšanas tradīcijām. Šeit bēres ir vissvarīgākais notikums cilvēka mūžā. Lai mirušo godam aizvadītu aizsaulē, tām gatavojas pat vairākus gadus ilgi, un mirušo tikmēr saglabā lielajai dienai ar īpašiem paņēmienu. Turklāt zemē neviens aprakts netiek – mirušos apbedī klintīs izcirstās alās,



Rīta darbi pie mošejas. Foto: Imants Zaķis



Māja uz pāļiem Tempe ezerā.

Foto: Andra Reinholde



Kapi klintīs (foto: A. Zalcmāne)
un mirušo koka lelles (foto: I. Zaķis).



kuru priekšā pēc tam uzstāda koka figūriņas, kas izgremtas un apgērbtas tā, lai atgādinātu mirušo.

Apskatījuši dažas kapenes, dodamies uz naktsmītņi. Pa to laiku sīkās smidzināšanas vietā uznāk kārtīgs lietus, kas mūsu pāris kilometrus garo ceļu augšup pa ūdens izgrauzta ceļu padara ap 2 stundas ilgu. Toties nākamajā rītā saullēktu sagaidām virs mākoņiem un skati uz rīsu laukiem lejā ir pasakaini skaisti. Iepriekšējā vakara trakais brauciens sevi ir attaisnojis.



Rīsu lauki no kalna virsotnes. Foto: Ilgonis Vilks

Diena ir karsta, tāpēc, ieraugot kalnu strautiņu, nolemjam piestāt un atsvaidzināties. Atsvaidzināšanās izvēršas pafīkamāka un ilgāka, nekā sākumā domāts, – pat atsevišķas sievietes un vīrieši mazgāšanās tūres aiz aizslīetņa, jo iepriekšējā naktsmītņē šāda veida ērtības bija ļoti ierobežotas. Šī ir braukāšanas pa serpentiņiem diena. Kaut arī ceļi pafīkami pārsteidz ar asfaltu, pa ceļu ar vienu joslu katrā virzienā, kur līkums seko līkumam, tāpat lielu ātrumu attīstīt nav iespējams. Daži no mums, kuriem sanācis vairāk pasēdēt pie stūres līdz šim, to gan dara veiklāk, nekā varētu domāt, ņemot vērā, ka braukšana notiek pa ceļa pretējo pusi nekā Latvijā. Jau tumsiņā dabūjam izbaidīt arī ceļu remonta sagatavotos ierobežojumus, un naktsmītņē Tentenas pilsētā nonākam jau kārtīgā nakfī. Kaut arī noskatītajā viesnīcā brīvas ir tikai

dīvas trīsviefigas istabas, saimnieki atrod pietiekami daudz papildu matraču, lai mīksta gulēšana sanāktu visiem. Papildus ilgā kalnu ceļa pieveikšanai esam sasnieguši vēl kādu mērķi – nonākuši pilnā aptumsuma joslā. Tajā būsīm visas dienas, līdz pat pašam aptumsumam, taču, lai izvairītos no mākoņiem, cenšimies nokļūt pēc iespējas vairāk salas austrumu pusē.

Nākamais apskates objekts pēc plāna – Lore Lindu dabas parks, kas pazīstams ar vēsturiskām akmens statujām – megalītiem, dīvainiem putniem maleo, kas olas nevis perē paši, bet izmanto dabisko enerģiju, piemēram, vulkāniskus iežus vai saules sakarsētas pludmales smiltis, kā arī vieniem no mazākajiem primātiem – tarsijiem. Tomēr parkā nav tik viegli tikt – pa ceļam jāapstājas pie četriem armijas posteņiem. Izrādās, ka šajā reģionā manīti nemierīgi grupējumi, un armija tos cenšas notvert. Tomēr tik bīstama, lai parkā mūs neielastu, situācija nav, un parka platība arī ir pietiekami liela, lai nebūtu nepieciešams visus no tā izraidīt – tas ir vairāk nekā 2 reizes lielāks nekā mūsu Gaujas Nacionālais parks. Tā vietā, lai mūs lieki uztrauktu, armijnieki cenšas uzņemt pēc iespējas daudz fotoattēlu ar mums – jo tālāk salas vidienē, jo lielāks retums ir baltais cilvēks. Smejamies, ka vakarā viņi salīdzina savas ar telefonu uz-



Skolēni apstāj Andru pa ceļam uz aptumsuma vietu. Foto: Imants Zakis

ņemtās bildes un lielās ar to, kuram izdevies stāvēt tuvāk kādam baltajam.

Lai tiktu parkā, atkal jāpieveic serpenfīnu serpenfīni. Daba kalna apakšā, vidū un augšā atšķiras tā, it kā būtu iebraukuši pilnīgi citā klimata joslā. Apmēram pret vidu jūtamies kā džungļos, kuros palmas stiepas debesīs, bet zem tām visu zaļu padara dažādu citu koku un krūmu biezoknis. Nokļūstot augšā, 1700 m virs jūras līmeņa, daba atgādina visu, tikai ne to, ko esam iedomājušies no Indonēzijas. Augstas kalnu pļavas, maz koku – Šveice? Kanāda? Vakarā tiekam līdz ezeram, kur domāts kopā ar parka darbinieku meklēt tarsijus. Diemžēl izrādās, ka pie šī ezera mazie zvērēni nav manīti, līdz ar to parka darbinieks var vien mūs izvest paklausīties vakara džungļu skaņās. Dažas cikādes kopā ar citiem vietējiem kukaiņiem ir sarīkojušas īstu zāgētavu...

Nākamajā dienā mums veicas labāk nekā iepriekšējā, un megalīti atrodas diezgan viegli. Daži no tiem ir lielas akmens mucas, daži plakani kā soli ar iedobēm, bet viens atgādina cilvēku. Liekas, ka kādreiz te ir bijusi nozīmīga cilvēku apmetne. Noskaidrots, ka megalīti, kuru šajā parkā ir kopumā ap 400, veidoti aptuveni laika posmā starp 3000. gadu pirms mūsu ēras un 1300. gadu mūsu ērā.

Pa ceļam ārā no parka var manīt, cik šeit jocīgi laikapstākļi. Spēcīgs lietus līst trijās dažādās vietās mums riņķī, bet pašiem sauss. Pēc kāda laika gan lietus mākonī iebraucam arī mēs, bet tikpat žigli no tā tiekam arī ārā. Vēl nedaudz fotografēšanās ar mūsu pazīstamajiem armijniekiem, līdz vakarā nokļūstam Poso pilsētā.

Poso ir pilsēta pie jūras jeb pareizāk – rīca. Laukā ir kārtīga vasara, un visi esam noilgojušies pēc peldes, tāpēc dodamies izbaudīt ūdeņu vilinājumu pirmajā iespējamā vietā. Sākumā vienkārši jūsmojam par silto ūdeni, līdz dažs iedomājas, ka varētu izmēģināt līdzpaņemt snorkelēšanas ekipējumu. Un tad izrādās, ka tepat zem mums ir koraļļu rīfs, un var ieraudzīt arī daudz dažādu zivtiņu. Šajā



Eiropas ainava pa ceļam uz Lore Lindu parku.
Foto: Agnese Zalcmāne



Andra pie megalīta Lore Lindu parkā.
Foto: Ilgonis Vilks

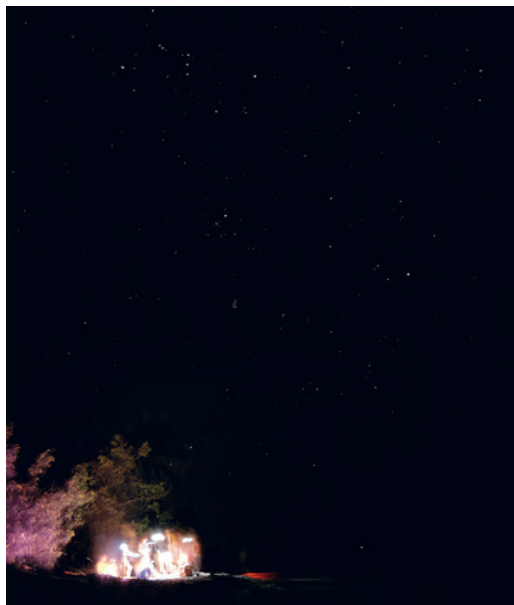
līcī koraļļu rīfs stiepas gandrīz visā tā dienvidu daļas garumā, katrā nākamajā peldēšanās reizē ieraugām arvien jauna veida koraļļus, zivis un arī pa kādai koši zilai jūras zvaigznei. Vakarā uzzinām arī, kā zvaigzne ir indonēziski, – *bintang* – jo tā sauc arī vienu no vietējām



Veldzēšanās Salodik ūdenskritumā.

Foto: Imants Zaķis

alus šķirnēm. Savukārt vakara pastaiga atnes jaunu nosaukumu Lielā Lāča zvaigznājam – Lielā Ķipja zvaigznājs! Tas tādēļ, ka ķipītis šajā valstī ir galvenais mazgāšanās rīks. Tādas rietumnieciskas lietas kā duša vai noraujams klozetpods eksistē tikai vistūristiskākajās vietās. Pārējās, un tādu ir vairums, ūdens pade-



Nometne zem šķība Oriona.

Foto: Rūdolfs Druva

ve poda noraušanai vai sevis nomazgāšanai tiek organizēta ar ķipīti – un pēc trešās nakts tādos apstākļos mums tas jau sāk likties pilnīgi normāli.

Cejamies, kā jau parasti, agri un ap pulksten deviņiem esam nokļuvuši līdz ūdenskritumam, kurā, daudz nedomājot, kāpjām iekšā atveldzēties. Pēc siltā gaisa un arī siltās peldes jūrā iepriekšējā dienā ūdens liekas ļoti auksts, taču vienlaikus arī ļoti patīkams. Ap ūdenskritumu izveidota atpūtas vieta, kas diemžēl nav kopta, kaut arī ienākšana teritorijā ir maksas. Maksā nav liela, īpaši pēc Eiropas cenām, taču izskatās, ka sakopšanai tā nav tikusi jau vairākus gadus.

Sekojoj galvenajam ceļam, bijām nobraukusi nost no līča krasta, bet drīz vien pie tā atgriezāmies un, braucot lejup no kalna, izbaudām skaistos skatus – zilo jūru, zaļās palmās un kalnus pretējā krastā. Jo tālāk projām no lielajām pilsētām braucam, jo vairākās vietās ceļš ir izskalots. Neskatoties uz to, tiekam līdz šīs dienas galamērķim – burvīgai baltu smilšu pludmalei netālu no zemesraga galējā austrumu punkta, tieši uz pilnā aptumsuma viduslīnijas. Iekārtojam apmetnes vietu pludmalē – cits gulēs zem moskītu tīkla, cits teltī, cits zem klajas debess, – ar izskalotajiem kokiem kā malku sakuram ugunsuru un vēlamies, lai nākamais rīts uzaustu bez mākoņiem.

Kaut arī nakts ir mākoņaina un Skorpiona zvaigznāju tā arī neizdodas ieraudzīt, **9. marta** rīts uzaust skaidrs. Aptumsuma daļējā fāze sākas 7:30 pēc vietējā laika, un pilnajai fāzei jāiestājas 8:42. Vērojām debesis, Sauli caur aptumsuma brillītēm, vienlaikus vācam nost apmetni. Ap 8:15 pamalē sāk vilkties mākoņi un mūsu aptumsums kļūst apdraudēts. Par laimi, pirmais mākonis Saulei pārslid pāri pietiekami laicīgi, lai visa pilnā fāze tiktu izbaudīta bez mākoņiem. Kā vienmēr, pilno Saules aptumsumu nav iespējams aprakstīt. Tas ir brīnišķīgs, burvīgs, varbūt pat ar maģisku pieskārienu. Beilija krelles un Dimanta gredzena (sk. vāku 3. lpp.) efekts vērojami vien pāris sekundes, taču ir neizsakāmi krāšņi.



Saules pustumēšanās daļējā aptumsuma laikā.
Foto: Rūdolfs Druva

Kopā ar mums aptumsumu vēro pāris ļoti kautrīgu vietējo pieaugušo, kurus vēlāk nomaina pāris tikpat kautrīgi puikas. Mums par lielu prieku, pēc aptumsuma viņi uzkāpj katrs savā palmā, izmantojot tikai rokas un kājas, un nomet lejā ap 10 prāvu kokosriekstu. Turpat uz vietas tos arī atveram un gardu muti iztukšojam pirms došanās atpakaļceļā. Būtu labi šodien veikt pēc iespējas garāku ceļa gabalu, lai mazāks atliktu nākamajam rītam, kad jāpaspēj noķert prāmi uz *Togian* salām.

Pēc aptuveni pusceļa veikšanas saplīst viena no automašīnām. Ar nākamā ciema veikalā iegādātu striķi to aizvelkam līdz lielākam ciemam, kur sagaidām pirms pāris dienām iepazītu vietējo no šā reģiona. Pēc garām sarunām un apspriedēm ar citiem vietējiem, kas ielgst līdz melnai tumsai, nolēmjam, ka auto atstāsim šeit ar lielāko daļu mantu, bet paši izmantosim mūsu mašīnas papildkrēslus, lai saspīestos divās un uz salām dotos visi. Auto tiks saremontēts, kamēr esam salās, un to uz viesnīcu netālu no prāmja piestātnes atvedīs vietējie draugi. Atstājam arī naudu remontam un turam iekškus, lai risks ar naudu, auto un mantām atmaksātos. Pēc tam seko vairākas stundas ilgs un grūts nakts brauciens pa piekrastes līkumainajiem ce-



Pilnais aptumsums 8:44 pēc vietējā laika, ekspozīcija 1/6 sekundes. Fotoaparāts Canon EOS DIGITAL REBEL XTi, uz statīva.

Fotogrāfs Imants Zaķis

ļiem. Ar pirmo gaismiņu sasniedzam prāmja piestātni un dodamies gulēt, kur nu kurais prātis iekārtoties.

Uz prāmja varam turpināt gulēt, jo brauciens ilgst aptuveni piecas stundas un iepriekšējās nakts miega bads liek sevi manīt. Apkārtne mainās ļoti lēni, paiet mūžība, līdz no apvēršņa pazūd krasts un parādās salas.

Prāmja galapunktā *Vakai* mūs sagaida krievu sieviete Irina, kurai šajās salās pieder sava pludmale ar viesu mājiņām – vēl tikai pusstundas brauciens ar nelielām laiviņām



Atpūtas mājiņa *Togian* salās.

Foto: Imants Zaķis



Snorkelēšana Togian salās. Foto: Ilgonis Vilks



Fotoluminiscējošais planktons.

Foto: Ilgonis Vilks



Barakuda pusdienām.

Foto: Normunds Riekstiņš



Saulriets Togian salās.

Foto: Agnese Zalcmane

pa 6 cilvēkiem katrā, un esam klāt paradīzes stūrītī ar palmām, smiltīm un šūpuļfīkliem.

Šeit dzīvojam un atpūšamies trīs dienas – braucam ekskursijās snorkelēt un papildēt ezerā starp mizumdaudz medūzām, ēdam vietējās zivis, tostarp barakudu, vakaros priecājamies par spīdošo planktonu pludmalē. Mobilā interneta pārklājuma šeit nav, vietām ir zona telefonam, elektrība katru dienu tiek ieslēgta uz četrām stundām, un saldūdens priekš mazgāšanās (ar ķipīti) katram tiek pa 10 l dienā. Taču viss ir jauki un saulriets burvīgs!
(Nobeigums nākamajā numurā)

MERKURA TRANZĪTA VĒROJUMI RĪGĀ

Latvijas Astronomijas biedrība (LAB) Merkura tranzīta dienā – 2016. gada 9. maijā turpināja iepriekš iesākto tradīciju – veikt publiskus astronomisko parādību demonstrējumus Daugavmalā laukumā pie Swedbank ēkas. Šī vieta ir pateicīga novērojumiem – tuvu Rīgas centram un minimāli aizsegts skats uz debesīm. Iepriekš LAB biedri un citi astronomijas interešenti šeit ir novērojuši divus Saules aptumsumus un Venēras tranzītu.

Merkura tranzīta novērojumi notika sešu stundu garumā, un laika apstākļi ne uz mirkli nesabojāja astronomisko novērojumu prieku. Dienas garumā apmeklētāji nepārtraukti mainījās, un kopumā demonstrējumus apmeklēja daži simti cilvēku. Pamata tehnisko nodrošinājumu sagādāja mobilā observatorija. Novērojumus vadīja Aivis Meijers, Niks Nikolajevs un Mārtiņš Gills.

M. G.





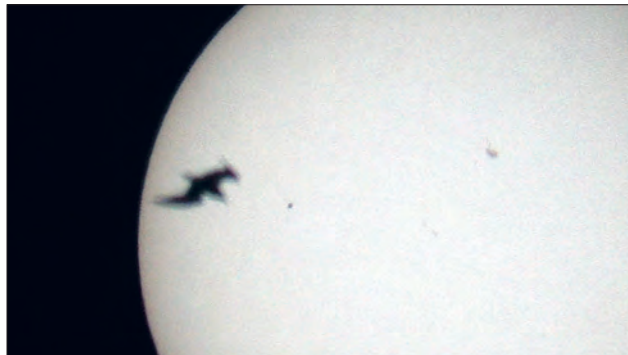
9.V 2016. 16:07

Visi foto: R. Misa



Bija klāt 9. maijs. Astronomijas entuziastiem nozīmīgs datums – diena, kad Rīgā varēja vērot Merkuru uz Saules diska visu pēcpusdienu (līdz Saules rietam). Laikapstākļi jau vairākas dienas šādiem vērojumiem bija ideāli, un izņēmums nebija arī 9. maijs. Laiks ir izteikti va-
saīgs, un mākoņu gandrīz nav.

Ap 14:00 pie Swedbank ēkas Ķīpsalā sāk pulcēties interesenti, jo tieši šeit, pie *Torņu skai-
tītāja* skulptūras notiks organizēti Merkura tran-
zīta novērojumi no plkst. 14:11. Apmeklētāju
rīcībā ir teleskops, Saules teleskops ar īpašu
filtru Saules vērojumiem un arī teleskops, kas
nodrošina iespēju tranzītu vērot projekcijā.



Kadrs no video (*pa labi*), kad Merkuram un Saules plankumu grupai piebiedrojās kaija.

Ar nolūku uzņemt kādu attēlu un Canon atbalstu Canon PowerShot SX60 HS izskatā klāt esmu arī es. Viss izdodas lieliski, gan uzņemt attēlus un video (*skat. te: <http://bit.ly/merkurs2>*), gan arī satikt domubiedrus.

Raitis Misa

DEBESS SPĪDEKĻI 2016. GADA RUDENĪ

Šogad **rudens ekvinokcijas** brīdis būs **22. septembrī** plkst. 17^h21^m. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎) un sāksies **astronomiskais rudens**. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt ziemas saulgrieži 2016. g. būs 21. decembrī plkst. 12^h44^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika **uz joslas laiku** notiks naktī no 29. uz 30. oktobri.

Rudens Latvijā skaidrs laiks ir diezgan reti. Tomēr tajās reizēs, kad tas ir, zvaigžņotā debess atstāj diezgan lielu iespaidu, sevišķi tad, ja zvaigznes var vērot laukos, kur netraucē elektriskais apgaismojums. Ogļmelnajās debesīs tad ir redzami praktiski visi iespējamie spīdekļi, Piena Ceļa joslu ieskaitot. Tāpēc viegli var rasties izjūtas par Visuma bezgalību un mūžību. Ne velti rudens ir laiks, kas pats par sevi vedina uz filozofiskām un garīgām pārdomām.

Rudens debesīs visvairāk izceļas Pegaža un Andromedas kvadrāts. Tāpēc tieši šos zvaigznājus var uzskatīt par raksturīgākajiem rudens zvaigznājiem, lai arī tajos nav spožāku zvaigžņu par +2^m lielumu. Arī Auna, Trijstūra, Zivju, Valzivs, Mazā Zirga un Ūdensvīra zvaigznājā nav spožu zvaigžņu. Vienīgi Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts ir pirmā lieluma zvaigzne. Tomēr tā pie mums pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°).

Andromedas zvaigznājā atrodas slave-nais Andromedas miglājs (M 31). To iespējams saskatīt pat ar neapbruņotu aci. Līdzīgs miglājs (galaktika) M 33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu

kopā M 2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga M 15 – Pegaza zvaigznājā.

Rudens otrajā pusē pēc pusnakts labi redzami kļūst skaistie ziemas zvaigznāji – Orions, Vērsis, Dvīņi, Vedējs, Lielais Suns, Mazais Suns.

Saules šķietamais ceļš 2016. gada rudenī kopā ar planētām parādīs *1. attēlā*.

PLANĒTAS

29. septembrī **Merkurs** nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (18°). Tāpēc septembra beigās un apmēram līdz 10. oktobrim tas būs diezgan labi redzams rītos, neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs –0^m,7.

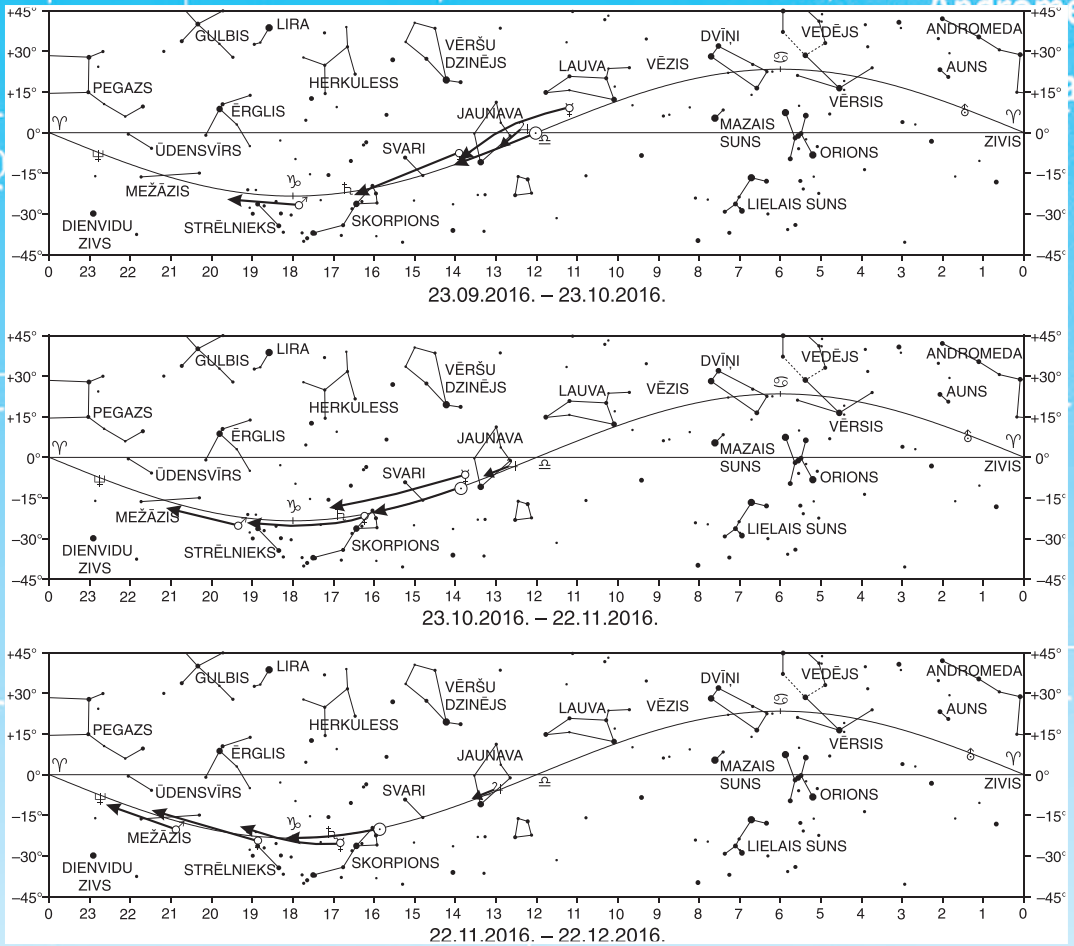
Oktobra otrajā pusē Merkura elongācija samazināsies un tas vairs nebūs novērojams. 27. oktobrī Merkurs nonāks augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc arī oktobra beigās un novembra pirmajā pusē tas nebūs redzams.

10. decembrī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (21°). Tomēr tā novērošana decembra vakaros tik un tā būs ievērojami apgrūtināta – Merkurs rietēs drīz pēc Saules rieta.

29. septembrī plkst. 13^h Mēness paies garām 1,2° uz leju, 31. oktobrī plkst. 0^h 3° uz augšu un 1. decembrī plkst. 3^h 5° uz augšu no Merkura.

Rudens pirmajā pusē **Venēra** nebūs novērojama, lai arī tās austrumu elongācija būs visai liela.

Tikai sākot apmēram ar 10. novembri, to varēs novērot vakaros, drīz pēc Saules rieta, ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tās spožums šajā laikā būs –4^m,0.



1. att. Eklīptika un planētas 2016. gada rudenī.

Arī decembrī tās novērošanas apstākļi būs līdzīgi kā iepriekš. Vienīgi redzamais spožums būs nedaudz palielinājies ($-4^m,3$) un pieaugs arī redzamības ilgums vakaros un augstums virs horizonta.

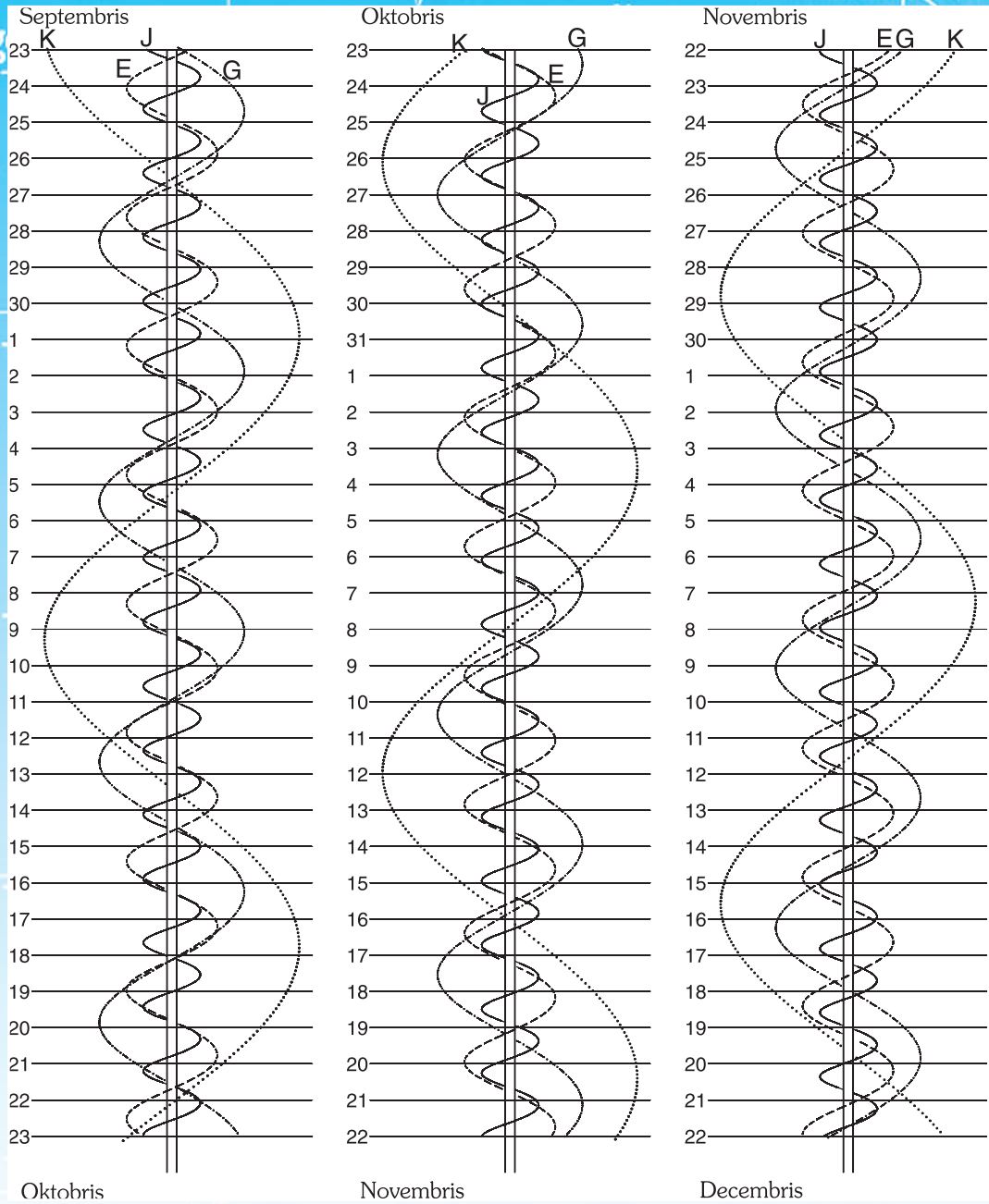
3. oktobrī plkst. 23^h Mēness paies garām 4° uz augšu, 3. novembrī plkst. 4^h 5° uz augšu un 3. decembrī plkst. 12^h 5° uz augšu no Venēras.

Rudens sākumā un līdz 8. novembrim **Mars** atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. Šajā

laikā tas būs novērojams vakaros ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums oktobra sākumā būs $+0^m,1$.

Novembrī un decembra pirmajā pusē **Mars** atradīsies Mežāža zvaigznājā. Spožums samazināsies, toties pieaugs deklinācija. Tāpēc tā redzamības apstākļi pat nedaudz uzlabosies – pieaugs redzamības ilgums pēc Saules rieta un augstums virs horizonta.

Sākot ar decembra vidu, **Mars** būs meklējams Ūdensvīra zvaigznājā. Pašas rudens beigās tas jau būs redzams vairāk nekā pie-



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

casstundas pēc Saules rieta. Vienīgi spožums samazināsies līdz $+0^m,8$.

8. oktobrī plkst. 14^h Mēness paies garām 6° uz augšu, 6. novembrī plkst. 11^h 4° uz augšu un 5. decembrī plkst. 10^h 2° uz augšu no Marsa.

26. septembrī **Jupiters** būs konjunktijā ar Sauli. Tāpēc septembra beigās un oktobra sākumā tam būs maza elongācija un tas nebūs redzams.

Apmēram ap oktobra vidu tas kļūs novērojams rītos, īsu brīdi pirms Saules lēkta kā $-1^m,7$ spožuma spīdekļa.

Jupitera novērošanas apstākļi visu laiku uzlabosies. Novembrī tā redzamības intervāls no rītiem jau būs vairākas stundas. Savukārt decembrī, rudens beigās, tas būs novērojams jau nakts otrajā pusē. Tā redzamais spožums šajā laikā sasniegs $-1^m,9$ un leņķiskais diametrs $35''$.

Visu šo laiku tas atradīsies Jaunavas zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2016. g. rudenī parādāta 2. attēlā.

30. septembrī plkst. 20^h Mēness aizklās Jupiteru, atrodoties zem horizonta, 28. oktobrī plkst. 12^h $0,5^\circ$ uz augšu un 25. novembrī plkst. 5^h 1° uz augšu no Jupitera.

Pašā rudens sākumā un oktobrī **Saturns** vēl būs nedaudz novērojams īsu brīdi pēc Saules rieta zem pie horizonta dienvidrie-

3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

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

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

1 – 19. decembris 13^h.

tumu pusē. Sākot ar novembri, tas praktiski nebūs novērojams, jo rietēs drīz pēc Saules. 10. decembrī Saturns būs konjunktijā ar Sauli. Tāpēc arī decembrī tas nebūs redzams.

Visu šo laiku Saturns atradīsies Čūsksneša zvaigznājā.

6. oktobrī plkst. 11^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 2. novembrī plkst. 22^h 3° uz augšu un 30. novembrī plkst. 10^h 3° uz augšu no Saturna.

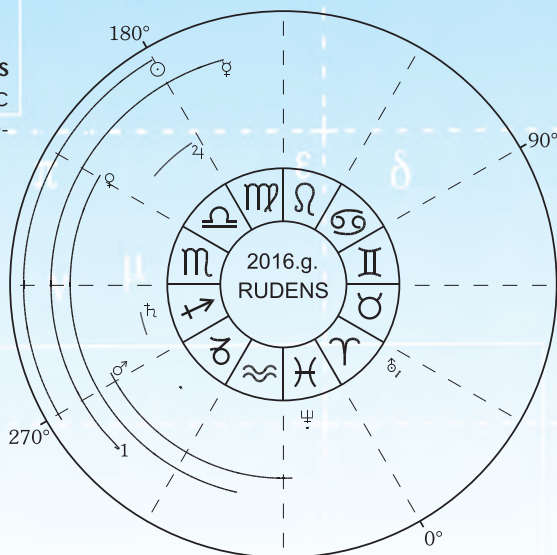
Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs ļabi novērojams praktiski visu nakti, jo 15. oktobrī atradīsies opozīcijā. Tā spožums šajā laikā būs $+5^m,7$.

Novembrī un decembra pirmajā pusē tas būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Pašās rudens beigās to varēs redzēt nakts pirmajā pusē.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Zivju zvaigznājā. Tā atrašanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

16. oktobrī plkst. 6^h Mēness paies garām 3° uz leju, 12. novembrī plkst. 14^h 3° uz leju un 9. decembrī plkst. 23^h 3° uz leju no Urāna.

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



MAZĀS PLANĒTAS

2016. g. rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs trīs mazās planētas – Cerera (1), Vesta (4) un Melpomene (18).

Cerera:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
23.09.	2 ^h 23 ^m	+0°30'	2,021	2,897	7,9
3.10.	2 17	-0 10	1,954	2,891	7,7
13.10.	2 09	-0 47	1,913	2,884	7,5
23.10.	2 01	-1 19	1,900	2,878	7,4
2.11.	1 52	-1 38	1,915	2,872	7,6
12.11.	1 44	-1 43	1,957	2,865	7,7
22.11.	1 37	-1 31	2,024	2,858	7,9
2.12.	1 33	-1 03	2,112	2,851	8,1
12.12.	1 31	-0 20	2,217	2,844	8,3
22.12.	1 31	+0 36	2,335	2,837	8,4

Vesta:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
23.09.	7 ^h 34 ^m	+20°09'	2,760	2,562	8,3
3.10.	7 47	+19 49	2,631	2,560	8,2
13.10.	7 59	+19 29	2,498	2,556	8,1
23.10.	8 10	+19 13	2,363	2,553	8,0
2.11.	8 19	+19 02	2,226	2,549	7,8
12.11.	8 26	+18 58	2,092	2,544	7,7
22.11.	8 30	+19 05	1,962	2,539	7,5
2.12.	8 32	+19 24	1,842	2,534	7,3
12.12.	8 31	+19 56	1,734	2,529	7,1
22.12.	8 26	+20 42	1,644	2,523	6,9

Melpomene:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
23.09.	2 ^h 34 ^m	-0°34'	0,894	1,793	8,4
3.10.	2 33	-2 37	0,855	1,793	8,2
13.10.	2 29	-4 38	0,833	1,796	8,0
23.10.	2 22	-6 21	0,831	1,800	8,0
2.11.	2 14	-7 31	0,850	1,807	8,1
12.11.	2 08	-7 59	0,889	1,815	8,3
22.11.	2 03	-7 45	0,945	1,825	8,6
2.12.	2 02	-6 54	1,017	1,837	8,8
12.12.	2 04	-5 33	1,103	1,851	9,1

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 17. oktobrī plkst. 3^h; 14. novembrī plkst. 13^h; 13. decembrī plkst. 1^h.

Apogejā: 4. oktobrī plkst. 13^h; 31. oktobrī plkst. 21^h; 27. novembrī plkst. 22^h.

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

- 23. septembrī 11^h34^m Vēzi (♋)
- 25. septembrī 16^h49^m Lauvā (♌)
- 28. septembrī 0^h44^m Jaunavā (♍)
- 30. septembrī 10^h53^m Svaros (♎)
- 2. oktobrī 22^h44^m Skorpionā (♏)
- 5. oktobrī 11^h27^m Strēlniekā (♐)
- 7. oktobrī 23^h41^m Mežāzī (♑)
- 10. oktobrī 9^h34^m Ūdensvirā (♒)
- 12. oktobrī 15^h44^m Zivīs (♓)
- 14. oktobrī 18^h09^m Aunā (♈)
- 16. oktobrī 18^h06^m Vērsī (♉)
- 18. oktobrī 17^h31^m Dvīņos (♊)
- 20. oktobrī 18^h29^m Vēzi
- 22. oktobrī 22^h35^m Lauvā
- 25. oktobrī 6^h17^m Jaunavā
- 27. oktobrī 16^h52^m Svaros
- 30. oktobrī 4^h02^m Skorpionā
- 1. novembrī 16^h44^m Strēlniekā
- 4. novembrī 5^h06^m Mežāzī
- 6. novembrī 15^h56^m Ūdensvirā
- 8. novembrī 23^h46^m Zivīs
- 11. novembrī 3^h46^m Aunā
- 13. novembrī 4^h25^m Vērsī
- 15. novembrī 3^h24^m Dvīņos
- 17. novembrī 2^h58^m Vēzi

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs. Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 1. oktobrī 3^h11^m; 30. oktobrī 19^h38^m; 29. novembrī 14^h18^m.
- Pirmais ceturksnis: 9. oktobrī 7^h33^m; 7. novembrī 21^h51^m; 7. decembrī 11^h03^m.
- Pilns Mēness: 16. oktobrī 7^h23^m; 14. novembrī 15^h52^m; 14. decembrī 2^h05^m.
- Pēdējais ceturksnis: 23. septembrī 12^h56^m; 22. oktobrī 22^h14^m; 21. novembrī 10^h33^m; 21. decembrī 3^h56^m.

19. novembrī 5^h15^m Lauvā

21. novembrī 11^h35^m Jaunavā

23. novembrī 21^h43^m Svaros

26. novembrī 10^h02^m Skorpionā

28. novembrī 22^h47^m Strēlniekā

1. decembrī 10^h53^m Mežāzī

3. decembrī 21^h45^m Ūdensvirā

6. decembrī 6^h32^m Zivīs

8. decembrī 12^h16^m Aunā

10. decembrī 14^h42^m Vērsī

12. decembrī 14^h42^m Dvīņos

14. decembrī 14^h10^m Vēzi

16. decembrī 15^h16^m Lauvā

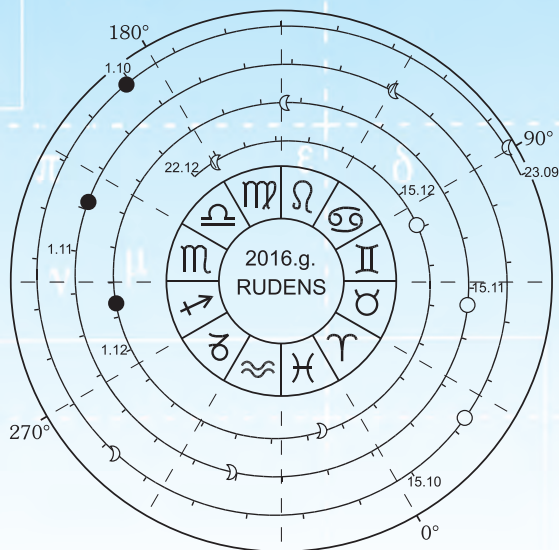
18. decembrī 19^h53^m Jaunavā

21. decembrī 4^h40^m Svaros

METEORI

1. **Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim. Maksimums 2016. gadā gaidāms 8. oktobrī. Plūsmas ir mainīga, un tās intensitāti ir grūti prognozēt.

2. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2016. gadā gaidāms 21. oktobrī, kad stundas laikā var būt novērojami apmēram 15 meteori.



Mēness aizklāj spožākās zvaigznes:

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
19.10.2016.	γ Tau	3 ^m ,7	2 ^h 38 ^m	3 ^h 45 ^m	47° – 49°	88%
19.10.2016.	θ_1 Tau	3 ^m ,8	6 ^h 59 ^m	8 ^h 01 ^m	37° – 30°	87%
19.10.2016.	θ_2 Tau	3 ^m ,4	7 ^h 00 ^m	8 ^h 02 ^m	37° – 29°	87%
24.11.2016.	η Vir	3 ^m ,9	6 ^h 22 ^m	7 ^h 11 ^m	27° – 30°	23%
13.12.2016.	γ Tau	3 ^m ,7	0 ^h 11 ^m	1 ^h 15 ^m	48° – 43°	98%
13.12.2016.	θ_1 Tau	3 ^m ,8	4 ^h 11 ^m	5 ^h 06 ^m	23° – 16°	98%
13.12.2016.	θ_2 Tau	3 ^m ,4	4 ^h 16 ^m	5 ^h 05 ^m	23° – 16°	98%

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

3. **Leonīdas.** Šis plūsmas aktivitātes periods ir no 6. līdz 30. novembrim. 2016. g. maksimums gaidāms 17. novembrī. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru intensitāti – vairāk nekā 15 meteori stundā.

4. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām un stabilākajām plūsmām. Tās meteori novērojami laikā no 4. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā. 🦉

ŠORUDEN ATCERAMIES ✨ JUBILEJA ✨ ŠORUDEN ATCERAMIES ✨ JUBILEJA ✨ ŠORUDEN ATCERAMIES

90 gadi – 1926. g. 6. decembrī Rīgā dzimusi **Natālija Cimahoviča**, LZA Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādniece (1955-1982), Saules fizikas speciāliste. Pēfijusi Saules radiouzliesmojumu un ģeofizikālo procesu sakaīrbu. Daudzu zinātnisku publikāciju un populārzinātnisku rakstu autore, ZvD redakcijas kolēģijas locekle (1964-1993). Valsts emeritētā zinātniece (2006).

70 gadi – 1946. g. 4. oktobrī Rundālē dzimis **Vladislavs Locāns**, LZA Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieks (1971-1989). Fiz.-mat. zin. kand. disertāciju aizstāvējis (1980) PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūtā (sk. *Balklavs A.* Jauns papildinājums zinātnieku saimei. – ZvD, 1982, Vasara (96), 43.-47. lpp.). Teorētiski pēfijis Saules aktivitātes svārstību procesus Saules plazmā.

Pirms **110 gadiem – 1906. g. 28. septembrī** Ribinskā dzimis **Viktors Freijs**, latviešu ģeodēzists, profesors (1974). Viens no Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļas dibinātājiem. Miris 1999. g.

Pirms **80 gadiem – 1936. g. 9. novembrī** Ilūkstes apr. Dvietes pag. dzimis **Kazimirs Lapuška**, latviešu astronoms, LU Astronomiskās observatorijas līdzstrādnieks (1961), *Dr.phys.* (1968), LU Astronomijas institūta (1997) vad. pēfnieks, starptautiski pazīstams eksperts ZMP novērošanas jautājumos. Miris 2013. g. 26. maijā, apglabāts Ogres kapos. Sk. ZvD: *Kipere Z.* Kā novēroja Zemes mākslīgos pavadoņus agrāk un tagad. – 2004, Vasara (184), 24.-32. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1373>

I. D.

CONTENTS

“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO A.Balklavs. In the Nuclei of Galaxies – White or Black Holes? (*abridged*). I.Šmēlds. Is Earth and Asteroid Collision Expected? (*abridged*). E.Mūkins. Probes «Helios» in Orbit Close to the Sun (*abridged*). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** K.Schwartz. Neutron Stars and Magnetic Fields of Galaxies. **DISCOVERIES** A.Zariņš. FU Orionis Phenomenon of Variable Stars. I.Pundure. Hubble Space Telescope Better than Ever after Final Servicing Mission. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** J.Jaunbergs. A New Arrival in the Jovian System. **“ENERGIJA un PASAULE” VISITS “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS”** J.Stradiņš. Our Academy of Sciences – 70. **FLASHBACK** J.Dambītis, A.Cibuļis. First Computers in Latvia. A.Alksnis. Short Trips and Faraway Journeys (*6th continuation*). **For SCHOOL YOUTH** M.Krastiņš. Latvia’s 44th Open Astronomy Olympiad for Secondary School Students. K.Adgere, K.Bērziņš. 40th Scientific Conference of Latvian Secondary School Students. M.Avotiņa, A.Šuste. Solutions of Third Round Problems of 66th Latvian State Mathematical Olympiad. **For AMATEURS** A.Zalcmane. Trip to Sulawesi to See Total Solar Eclipse. M.Gills, R.Misa. Mercury Transit Observations in Riga. J.Kauliņš. **ASTRONOMICAL PHENOMENA** in the Autumn of 2016.
Supplement: **Astronomical Calendar 2017** (*compiled by J.Kauliņš*)

СОДЕРЖАНИЕ (№ 233, Осень, 2016)

В «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД В ядрах галактик – белые или чёрные дыры? (по статье А.Балклавса). Ожидается ли столкновение Земли и астероида? (по статье И.Шмелдса). «Helios»-ы вблизи Солнца (по статье Э.Мукинса). **ПОСТУП НАУКИ** К.Шварц. Нейтронные звёзды и магнитное поле галактик. **ОТКРЫТИЯ** А.Зариньш. Феномен переменных звёзд типа FU Orionis. И.Пундуре. После последнего техобслуживания телескоп Хаббл стал лучше, чем когда либо. **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Я.Яунбергс. Новый гость в системе Юпитера. **«ENERGIJA un PASAULE» в ГОСТЯХ у «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS»** Я.Страдиньш. Нашей Академии наук – 70. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ в ПРОШЛОЕ** Я.Дамбитис, А.Цибулис. Первые компьютеры в Латвии. А.Алкснис. Пути близкие, пути далёкие (*6-ое продолжение*). **Для ШКОЛЬНОЙ МОЛОДЁЖИ** М.Крастиньш. 44-я Латвийская открытая олимпиада по астрономии для школьников. К.Адгере, К.Берзиньш. 40-я Латвийская научная конференция школьников. М.Авотиня, А.Шустэ. Решения задач 66-й Латвийской олимпиады по математике. **ЛЮБИТЕЛЯМ** А.Залцмане. Поездка для наблюдения полного Солнечного затмения на остров Сулавеси. М.Гиллс, Р.Миса. Наблюдения транзита Меркурия в Риге. Ю.Каулиньш. **НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА** осенью 2016 года.
Приложение: **Астрономический календарь 2017** (*составитель Ю.Каулиньш*)

THE STARRY SKY, No. 233, AUTUMN 2016
Compiled by Irena Pundure
“Mācību grāmata”, Rīga, 2016
In Latvian

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



Dimanta gredzens! 8:45 pēc vietējā laika, ekspozīcija 1/100 sekundes.
Fotoaparāts *Canon EOS DIGITAL REBEL XT*, uz statīva.

Fotogrāfs Imants Zaķis

Aptumsuma vērotāji 5 minūtes pirms pilnās fāzes no kreisās: Dace, Ilgonis, Andra, Gunita, Vitolds, Anderss, Kārlis, Agnese, Rūdolfs, Ināra, Imants, Normunds.

Ilgoņa Vilka fotoaparāts

Sk. *Zalcmane A.* Brauciens uz pilnu Saules aptumsumu Sulavesi salā.





Ciematš Toradja apgabalā.

Foto: Rūdolfs Druva

Sk. Zalcmāne A. Brauciens uz pilnu Saules aptumšumu Sulavesi salā.

ISSN 0135-129X



Cena 3,00 €

Vāku 1. lpp.:

Zondes *Juno* ielešana orbītā ap Jupiteru 2016. gada 5. jūlijā māksli-
nieka skatījumā.

NASA/JPL/SwRI zīmējums

Sk. *Jaunbergs J.* Jauns viesis Jupitera sistēmā.