

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2017
VASARA

★ **HABLS jau 27 GADUS ORBĪTĀ**

- ★ **In MEMORIAM ANDREJS ALKSNIS**
- ★ **ZEMES OKEĀNI un STARPZVAIGŽŅU VIDE**
- ★ **PAVADOŅI SATURNA GREDZENOS IZRAISA VIĻŅUS**
- ★ **Kas IR KOSMISKĀ INFRASTRUKTŪRA**

★ **NASA'S MARSA VISURGĀJĒJU PROJEKTU VADĪTĀJS ATBILD ZvD**



2008. gada 1. oktobrī LU Mazajā aulā Zvaigžņotās Debess 50 gadu jubilejas svinību sveces iedez redakcijas kolēģijas locekļi (1958) Andrejs Alksnis un Ilga Daube.

Foto: S. Livdāne, LU Fotoarhīvs

Sk. Andreja Alkšņa (1928-2017) dzīvesgaitas apraksts

Vāku 1. lpp.: 1. att. Tuvu galaktiku pāris, ko novērojis Habls, lai svinētu savus 27 gadus orbītā. Spirālgalaktika **NGC 4302** (*pa kreisi*) redzama no sāniem, tā aptver ap 87 tūkstošiem gaismas gadu – nedaudz mazāk kā mūsu Piena Ceļš. Labi pamanāmās putekļu joslas iziet caur NGC 4302 galaktikas ekvatora plaknes centru, absorbēdamas un darīdamas sarkanāku mums redzamo zvaigznes gaismu, zilais uzliesmojums galaktikas kreisajā pusē uzrāda ārkārtīgi spārīgu zvaigžņu veidošanās apgabalu. Mazākais pārinieks – galaktika **NGC 4298** – tāpat putekļiem bagāta spirālgalaktika. Taču to novērojam gandrīz plakaniski un pretstatā, putekļu joslas tajā redzamas gar spirālzarēm, kas iezīmēti ar jauno zvaigžņu zilgano gaismu, un spilgtajā dzeltenīgajā serdē. Atzīmējot 27. gadadienu no Habla Kosmiskā teleskopa (*Hubble Space Telescope*) palaišanas 24.apr.1990., astronomi izmantoja leģendāro teleskopu, lai iegūtu tāda tik atšķirīgi skatāma spirālgalaktiku pāra lielisku portretu.

Attēls ir četru atsevišķu uzņēmumu mozaīka, kas iegūti ar *Hablu* starp 2017. g. 2. un 22. janvāri un *saišūti* kopā, lai sagādātu šo pārsteidzošo redzamo lauku. Divi dažādie galaktiku izstarotās gaismas veidi – redzamās un tuvās infrasarkanās – ir apvienoti, lai izveidotu vērtīgu un krāsainu attēlu. Šo starojumu uztvēra Habla Platleņķa kamera 3 (*Wide Field Camera 3*) – viens no teleskopa pašiem modernākajiem attēlveidošanas instrumentiem.

Nopelns: NASA, ESA un M. Mutchler (STScI)

Sk. *Pundure I. Habla 27. gadadienai divas mijiedarbojošās galaktikas.*

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ĶETRAS REIZES GADĀ

2017. GADA VASARA (236)



Redakcijas kolēģija:

LZA kor. loc. *Dr. bab. matb.* **A. Andžāns**
(atbild. redaktors), LZA *Dr. astron. b. c.*
Dr. phys. **A. Alksnis**, **K. Bērziņš**,
Dr. sc. comp. **M. Gills** (atb. red. vietn.),
PhD **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, 2017

SATURS

In memoriam Andrejs Alksnis

Andreja Alkšņa (1928-2017) dzīvesgaitas apraksts.....2
Līdzjūtības. Atvadu vārdi.....6
Profesora Andreja Alkšņa zinātnisko darbu saraksts.....11

Pirms 40 gadiem «Zvaigžnotajā debesī»

Saturna gredzenu spožuma noslēpumi. *J. Francmanis*
Merkura krāterim – Raiņa vārds. *E. Mūkins*
Zvaigžnotā debess 1977. gada vasarā. *Ā. Alksne*..... 14

Zinātnes rītums

Kurts Švarcs. Teleskopi paver skatu uz agrīno Visumu.... 15

Atklājumi

Kurts Švarcs. Pundurgalaktika Henize 2-10
ar masīvu melno caurumu.....23
Jānis Kuzmanis. Karstā tēma – FRB 12110225
I.P. Šovasar jubileja: LU Astronomijas institūtam
(1.VII 1997.) – 20.....28

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Juris Kalvāns. Vai Zemes okeāniem ir starpzvaigžņu
izcelsme?29
Jānis Jaunbergs. *Nekārtības* Saturna gredzenos.....33
Irena Pundure. *Habla* 27. gadadienai divas
mijiedarbojošās galaktikas.....38
I.D. Šovasar atceramies: Johanam Brocem
(12.IX 1742.) – 275.....40

Mars tuvlānā

Raitis Mīsa. Marsa pusaudzis visurgājējs *Opportunity*....41

Apspriedes un sanāksmes

Mārtiņš Sudārs. Kosmosa infrastruktūras attīstība.....44

Skolu jaunatnei

Maruta Avotiņa, *Agnese Šuste*. Latvijas 67.
matemātikas olimpiādes 3. posma uzdevumi.....50

Amatieriem

Ilgonis Vilks. Publisko observatoriju pulks paplašinās.....54
Mārtiņš Keruss. Ikgadējais astronomijas amatieru
salidojums *Starspace* observatorijā *Kaltīņos*.....56

Kosmosa tēma mākslā

Jēkabs Štrauss. Zvaigžnotais visums grafikas mākslā
(*I. turpin.*)58
J.L. Kas ir šis majors (*mīkla*)64

Hronika

Ilgmārs Eglītis. Pārskats par LU Astronomijas
institūta darbību 2016. gadā.....65
Ilgonis Vilks. Zvaigžņu nosaukumu standartizācija.....67
Juris Kauliņš. **Debess spīdekļi** 2017. gada vasarā.....73
I.P., I.D. Šovasar atceramies: *Friдрихам Canderam*
(23.VIII 1887.) – 130; *Staņislavam Vasilevskim*
(20.VII 1907.) – 110.....79

ANDREJA ALKŠŅA (1928-2017) DŽĪVESGAITAS APRAKSTS

2017. gada 11. marta vakarā 88 gadu vecumā aizsaulē devās *Zvaigžņotās Debess* redakcijas kolēģijas loceklis, LZA goda doktors *Dr. phys.* profesors Andrejs Alksnis – viens no nedaudzajiem Latvijas diplomētajiem astronomiem. Uz atvadīšanos piederīgie (dēls Māris, mazmeita Elita) aicināja 15. martā Apbedīšanas namā – krematorijā pie Valmieras Kocēnu kapiem. Dzīvesbiedre valsts emeritētā zinātniece Zenta Alksne mūžībā jau no 2011. gada 6. marta.

Andrejs Alksnis dzimis 1928. gada 15. jūlijā Valmierā skolotāju ģimenē¹. Mācījies Latvijas Valsts universitātes (LVU) Fizikas un matemātikas fakultātē astronomijas specialitātē (1947-1951), 1951./52. akad. gadā turpinājis mācības M. Lomonosova Maskavas Valsts universitātes (MVU) Mehānikas un matemātikas fakultātē un 1952. gadā beidzis MVU astronomijas specialitātē.²

Latvijas PSR ZA Fizikas institūta aspirants (1954-1957) ar piekomandējumu PSRS ZA Krimas Astrofizikas observatorijai.³

1961. gadā aizstāvējis disertāciju MVU Valsts Šternberga Astronomijas institūtā

¹ ZvD redakcijas kolēģijas aicināts, *Andrejs Alksnis* stāsta: Kā kļuvu par zvaigžņu pētnieku. – *ZvD*, 1998, Rudens (161), 30.-38. lpp.

² *Andrejs Alksnis*. LVU astronomijas studenti – 1952. gada diplomandi. – *ZvD*: 2012, *Pavasaris*, 46. lpp.; 2012, *Vasara*, 40. lpp.; 2012, *Rudens*, 34. lpp.; 2012/13, *Ziema*, 32. lpp.; 2013, *Pavasaris*, 27. lpp.; 2013, *Vasara*, 41. lpp.; 2013/14, *Ziema*, 30. lpp.

³ *Andrejs Alksnis*. Ceļi tuvi – ceļi tāli. – *ZvD*: 2015, *Pavasaris*, 37. lpp.; 2015, *Vasara*, 31. lpp.; 2015, *Rudens*, 37. lpp.; 2015/16, *Ziema*, 25. lpp.; 2016, *Pavasaris*, 46. lpp.; 2016, *Vasara*, 55. lpp.; 2016, *Rudens*, 30. lpp.; 2016/17, *Ziema*, 36. lpp.



Prof. A. Alksnis *Zvaigžņotās Debess* 40 gadu darba jubilejas svinībās 23.sept.1998. Baldones Riekstukalnā. Foto no ZvD arhīva

(ГАИШ) un ieguvis fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, 1964. gadā piešķirts vecākā zinātniskā līdzstrādnieka nosaukums astrofizikas specialitātē. 1992. gadā, pamatojoties uz aizstāvēto disertāciju “Zvaigžņlielumu, krāsu indeksu un spektra klašu noteikšana vājām zvaigznēm un starpzvaigžņu absorbcijas pētīšana Cefeja apgabalā” (krievu val.), ieguvis fizikas doktora zinātnisko grādu (*Dr. phys.*).

Darba pieredze

No 1952. gada strādājis Latvijas PSR Zinātņu akadēmijā: Fizikas institūta Astronomijas

sektorā (līdz 1958. g.), Astrofizikas laboratorijā (1958-1967), Radioastrofizikas observatorijā (1967-1997) par jaunāko zinātnisko līdzstrādnieku (līdz 1961. g.), vecāko zinātnisko līdzstrādnieku (1961-1980), Astrofizikas daļas vadītāju (1980-1991), vadošo zinātnisko līdzstrādnieku (1992-1993).

1993. gada aprīlī atklāta konkursa kārtībā ievēlēts par profesoru zvaigžņu astronomijas specialitātē LZA Radioastrofizikas observatorijā (RO) un piešķirts profesora nosaukums.

Pēc LZA RO iekļaušanas Latvijas Universitātē (LU) no 1.jūl.1997. vadošais pētnieks (zvaigžņu astronomija) LU Astronomijas institūtā (AI). Kopš 10.aug.2009. algotu darbu vairs nestrādāja.

Pedagoģiskais darbs: ap 1960. gadu lekciju cikls un praktiskie darbi "Zvaigžņu astronomija" LVU Fizikas un matemātikas fakultātes dažādu kursu studentu grupai.

Ap 2005. gadu bakalaura un maģistrantūras darbu zinātniskā vadīšana LU Fizikas un matemātikas fakultātes studentiem A. Barzdim, O. Smimovai, kas 2012. gadā ieguvuši zinātņu doktora grādu.

Zinātnisko projektu vadīšana: astrofizikas kārtējo tēmu darbu plānošanas un izpildes vadītājs LZA Radioastrofizikas observatorijā. Viņa vadībā tika pabeigts darbs tēmā "Vēlo spektra klašu milžu un pārmilžu galvenie fizi-



Viņas Pedagoģiskajā universitātē 3.okt. 2006.
Foto no media.leu.lt

kalie raksturlielumi, iekšējā uzbūve un evolūcija". Pēc tam vadījis tēmu "Oglekļa zvaigžņu un tām radniecīgo objektu nestacionaritāte", bet kopš 1983. gada – arī tēmu "Haleja komētas pozīciju novērojumi pēc Vissavienības kompleksās programmas".

Viņa darbi par oglekļa zvaigznēm un novu pētījumiem Andromedas galaktikā (M 31) ir plaši pazīstami visā pasaulē. Viņa vadībā un stingrā pārraudzībā ar Šmidta teleskopu iegūtas >22 000 tiešās un >2300 spektrālās astrofotogrāfijas, atklātas >350 oglekļa zvaigznes un 70 novas Baldones Riekstukalnā.

A. Alksņa darbs, sekmīgi vadot LZA RO Astrofizikas daļu (1980-1991), arī ir pamatā tam, ka Starptautiskā Astronomijas savienība IAU (*International Astronomical Union*) Latvijas astronomiem kopš 1996. gada ir uzticējusi Vispārējā Galaktikas oglekļa zvaigžņu kataloga GCGCS pārraudzību, kas arī pašlaik ir Baldones observatorijas darbības jomā.

Darbība profesionālajās, tostarp starptautiskajās organizācijās

- Latvijas Astronomijas biedrībā (LAB) kopš 1947. gada (ja LAB uzskata par Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas (Rīgas) nodaļas pēcteci).
- Populārzinātniskā gadalaiku izdevuma "Zvaigžņotā Debess" redakcijas kolēģijas loceklis (1958), <http://www.astr.lu.lv/zvd/>, <http://www.lu.lv/zvd/>, digitālais arhīvs <http://ejuz.lv/zvd/>.
- Starptautiskās Astronomijas savienības IAU (*International Astronomical Union*) biedrs kopš 1964. gada; bijis IAU Div. VII Commission 37 "Star Clusters & Associations" un IAU darba grupu "Liela lauka attēlošana" un "Pekulārie sarkanie milži" loceklis, 2012. gadā piedalījies Organizācijas komitejas viceprezidenta un locekļu elektroniskajās (online) vēlēšanās. Pēdējos gados G divīzijas ("Stars and Stellar physics") loceklis.
- Vadījis starptautiskās organizācijas *International Halley Watch* (1984-1986) ko-

mētas novērošanu ZA Radioastrofizikas observatorijā, piedalījies astrometriskā pavadoņa HIPPARCOS (1982-1993) un kosmiskā aparāta ULYSSES (1993) starptautisko programmu īstenošanā.

- Eirāzijas Astronomijas biedrības EAAS (*Euro-Asian Astronomical Society*) biedrs kopš 1990. gada; piedalījies (1997) EAAS IV kongresā Maskavā; saņēma «АСТРОКУРЬЕР» – Информационное издание Международного Астрономического Общества.
- Eiropas Astronomijas biedrības EAS (*European Astronomical Society*) biedrs kopš 1991. gada, saņēma EAS Newsletter.
- Veicis sadarbību ar MVU Šternberga Astronomijas institūtu (Krievija) novu pēfījumos Andromedas galaktikā (M 31), ar Baldones Šmidta teleskopu Riekstukalnā iegūstot galaktikas M 31 uzņēmumus uz Krievijā ražotām HT-1AC platēm (1993-2005).
- IAU Pekulāro sarkano milžu darba grupas (*Working Group on Peculiar Red Giants*) uzdevumā piedalījās Galaktikas oglekļa (C) zvaigžņu apzināšanā un to pozīciju kopkataloga revīzijā un papildināšanā (*Updating and Improvement of the International General Catalogue of Cool Carbon Stars, GCCCS*) kopš 1996. gada.
- Bijis IAU 191. simpozija *Asymptotic Giant Branch Stars* ("Asimptotiskā milžu zara zvaigznes", 1998, Monpeljē, Francija) zinātniskās rīcības komitejas (SOC) loceklis.
- Saskaņā ar IAU Ģenerālo asambleju rezolūcijām (XXIV, Manchester, UK, Aug. 2000, B3: *Safeguarding the Information in Photographic Observations* un XXV, Sydney, Australia, July 2003, B1: *Public Access to Astronomical Archives*) kārtojās informācijas apmaiņu (2000-2003) starp LU AI Astrofizikas observatoriju un Krievijas Zinātņu akadēmijas (KZA) Astronomijas zinātniskās padomes 13. sekciju "Datu bāzes un informatīvais nodrošinājums"

un KZA Astronomijas institūta Astronomisko datu centru.

- Starptautiskā zinātniskā žurnāla *Baltic Astronomy*, ISSN 1392-0049, redakcijas kolēģijas loceklis kopš 2002. gada. Recenzēja žurnālam iesniegtos un galvenā redaktora piesūtītos manuskriptus.

Atzinības un citi nopelni

- 1978. g. 23. febr. piešķirta LZA Prezidija otrā prēmija par rakstu krājumu "Oglekļa zvaigžņu fotometriskie pētījumi".
- 1986. g. 6. martā – LZA Prezidija pirmā prēmija par monogrāfiju "Galaktikas oglekļa zvaigžņu īpašības" (kriev.).
- 1987. g. 10. dec. – PSRS ZA Zinātniskās padomes «Наземная оптическая астрономия» medaļa «За обнаружение новых астрономических объектов».
- 1990. g. 22. febr. – Latvijas Zinātņu akadēmijas M. Keldiša prēmija par darbu ciklu "Oglekļa zvaigžņu fotometriskā izpēte".
- 1999. g. janvārī saņēmis 1991. gada Barikāžu dalībnieka piemiņas medaļu.
- 1999. g. 25. maijā piešķirts Latvijas Zinātņu akadēmijas Goda doktora grāds astronomijā (*Dr. astron. h.c.*).



Zvaigžnotās Debess 45. gadskārtas svinībās 23.sept.2003. LU Mazajā aulā pirmās redakcijas kolēģijas locekli Andreju Alksni sveic LU prorektors prof. J. Krūmiņš (pa labi). Foto: I. Vilks



Latvijas Astronomijas biedrības balva – Jāņa Ikaunieka medaļa (autors mākslinieks LZA Goda loceklis J. Strupulis). *Foto: K. Salmiņš*

- 2002. g. 18. apr. – LU zinātņu prorektora Atzinības raksts par ilggadēju ieguldījumu žurnāla "Zvaigžņotā Debess" redakcijas kolēģijas darbā.
- 2002. g. 24. apr. – Latvijas Astronomijas biedrības Jāņa Ikaunieka medaļa par aktīvu astronomijas popularizēšanu.
- 2006. g. 1. dec. – LU rektora Atzinības raksts par ilggadēju un nevainojamu darbu astronomisko novērojumu veikšanā un vadīšanā.
- 2008. g. 8. janv. – Latvijas Zinātņu akadēmijas Artura Balklava balva zinātnes popularizēšanā par veiksmīgu un uzticīgu zinātnes popularizēšanu Latvijā (sakarā ar žurnāla "Zvaigžņotā Debess" 50 gadu jubileju).
- 2008. g. 15. jūl. – LU rektora Atzinības raksts un naudas prēmija par izturību un neatlaidību astronomijas popularizēšanā sakarā ar dzīves jubileju un Zvaigžņotās Debess 50 gadiem.



2008. gada 1. oktobrī LU Mazajā aulā LU zinātņu prorektors prof. Indriķis Muižnieks (*pa kreisi*) Latvijas Universitātes rektora Atzinības rakstu pasniedz Andrejam Alksnim par ilggadēju ieguldījumu gadalaiku izdevuma redakcijas kolēģijas darbā un sakarā ar viņa 80 dzīves un Zvaigžņotās Debess 50 gadiem.

Foto: S. Līvdāne, LU Fotoarhīvs

Publicētie darbi: autors vai līdzautors ap 200 zinātniskām publikācijām, tostarp trim monogrāfijām par oglekļa zvaigznēm, no kurām viena pēc astoņiem gadiem pēc publicēšanas krievu valodā (1983) tulkota ASV angļu valodā (1991), kas liecina par pētījumu aktualitāti un pasaules mēroga atzinību. Publikāciju vidū 13 ir starptautisko konferenču tēzes, 114 raksti publicēti starptautiskos žurnālos, 53 – vietējos zinātniskos žurnālos, 14 – zinātnisko rakstu krājumos.

Andreja Alksņa darbi joprojām tiek citēti pat vairākus gadu desmitus pēc publicēšanas [SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS) uzrāda 78 publikāciju 437 citējumus].

Vairāk nekā 400 zinātniski populāru rakstu un divu mācību metodisko līdzekļu autors/līdzautors.

Sakarā ar Valsts emeritēto zinātnieku (VEZ) padomes izsludinātajiem konkursiem 2014. gadā un 2015. gadā tika ieteikts (LU AI Zinātniskās padomes 25.III 2014. lēmums Nr. 1/3 un LU Senāta 30.III 2015. lēmums Nr. 182) valsts emeritētā zinātnieka statusa iegūšanai par ievērojamu ieguldījumu astronomijas atfīšīšanā un zinātnes popularizēšanā Latvijā.

Pēc VEZ pretendentu konkursa u. c. materiāliem sagatavojsi I. Pundure

LĪDZJŪTĪBAS ... ATVADU VĀRDI ...

No Lietuvas:

Condolences
Dear colleagues,

We are deeply saddened by the news of Andrejs passing. Please accept our sincere condolences to Latvian astronomers and Andrejs family.

Andrejs Alksnis was a great astronomer holding and advancing the best traditions of stellar astronomy. His works on late-type stars, especially on carbon and variable stars, are known everywhere in the world. We would like to emphasize his great input into the establishment of close cooperation between astronomers of our countries.

Many years we have actively collaborated in editing our common "Baltic Astronomy" journal. He was the first who started to apply the Baldone Schmidt telescope for Vilnius photometry. We will truly miss him.

With sympathy,
On behalf of Vilnius University and Moletai Observatory astronomers,

Vytautas Straizys

No Igaunijas:

Dear colleagues,

We are all so sorry to hear the news about the demise of professor Andrejs Alksnis.

We – the Estonian colleagues – will always remember him as a good neighbour and as a big friend, even despite of the fact that we have not met lately as often as we have wished.

Please kindly pass our condolences to his family and friends.
We will not forget him.

On behalf of the Estonian astronomers,

Tõnu Viik

No Krievijas Zinātņu akadēmijas Astronomijas institūta:

Dear Colleagues,

It is very sorrowful to know about decease of our close colleague Prof. Andrejs Alksnis.

His many years work on study of nova and carbon stars are well known in our country and astronomical world.

Let us to express our deep condolence to our Latvian colleagues

Olga Dlužnevskaya, Alexander Tutukov



Vilnius Pedagogical University
3.oct.2006. J. Zdanavičiaus disertacijos opone...

Foto no media.leu.lt

**No Lomonosova Maskavas Valsts universitātes
Šternberga Astronomijas institūta:**

Dear Colleagues,

Sternberg Astronomical Institute mourns the passing of Prof. Andrejs Alksnis, our great friend and collaborator, and expresses deep condolences to his relatives.

Sincerely yours,

A. M. Cherepashchuk, Academician
Director of the Sternberg Astronomical Institute

No Ukrainas:

Condolences
Dear colleagues!

Accept our sincere condolences concerning the death of PhD. Prof. Andrejs Alksnis.

We knew A. Alksnis as a famous researcher of the cool (carbon) stars. In this field our Observatory was working too.

We deeply regret the death of A. Alksnis.

Blessed memory of this man!

Astronomical Observatory of Odessa National University



Foto no ZvD, 2013/14, 35. lpp.

Maskavas Sarkanajā Presnā
vecā GAIŠ'a pagalmā pie 15 collu
refraktora torņa 1998. gadā.



Saņēmu ziņu par Andreja Alkšņa aiziešanu zvaigžņotās tālēs. Ar Andreju iepazīnos jau sen, varēja būt 1970. gadu beigās. Viņa vārds man bija pazīstams kā populārzinātnisku rakstu autors, ar viņu pamazām uzņēmu personīgus sakarus laikmetā, kad tādi starp Baltijas jūras abiem krastiem vēl nebija plašāk atfistīti. Pa pastu apmainījāmies ar publikācijām, galvenokārt astronomiska satura vēstulēm, kādreiz iznāca tikties Latvijā, dažreiz tikāmies konferencēs citviet. Vienmēr Andrejs deva iespaidu par profesionālu un intelektuāli nosvērtu cilvēku, kurš spēja caurskatīt laikmeta īpatnības un aptvert pasaules būtību, kā arī zvaigžņu pasauli ārpus tās.

ESO, Eiropas Dienvidu observatorijā, Santjago, Čīlē, 2017.g. 14.III

Dainis Draviņš

Lund Observatory
Zviedrijā

13. martā no Latvijas saņēmu rūgto sēru ziņu. Tādā brīdī atmiņā nāk seni un ne tik seni notikumi un tikšanās. Pēdējais e-pasts 2016. gada 20. jūlijā, kurā Andrejs raksta: "Esmu Valmierā, darbojos dārzā un šo to derīgu izdaru arī ZvD labā." Kā parasti, viņš ir lietišķs un darbīgs.

Tas bija tālajā 1974. gada rudenī, kad es, LVU 5. kursa students, nonācu Andreja vadītajā RAO Astrofizikas daļā ar piešķirto rakstāmgaldū šmidta teleskopa paviljonā dažu soļu attālumā no Andreja darba vietas. Mācoties, strādājot un nodibinot ģimenes dzīvi, pagāja četri gadi. Gaiši, kā jau jaunī-

bā. Mums, šmitiešiem, bija paraža pagrabstāvā sapulcēties uz tējas pauzi. Andreja klātbūtnē to nu nevarēja atļauties. Ražīgā Šmidta teleskopa novērojumu apstrāde ar novecojušām mēriekārtām bija ļoti darbietilpīga. Ne katram, tai skaitā arī man, bija iekšējais dzinulis un motivācija veltīt neskaitāmas stundas monotonam rutīnas darbam. Uzskatu, ka tas, ko izdevās paveikt, ir patiešām varoņdarbs. No tā laika atmiņā palikuši pāris gadījumi, kad Andrejs īstajā brīdī it kā nejauši deva padomu, kā rīkoties.

Vairākus gadus vēlāk atsāku strādāt Baldonē jau kā pilntiesīgs zinātnieks, un tad attiecības ar Andreju kļuva sirsnīgi koleģiālas. Mums ir kāds pusducis kopēju zinātnisko rakstu, pārsvarā par jaunatklātajām oglekļa zvaigznēm. Varbūt šodien C-zvaigžņu tematika nav pati populārākā, taču domāju, ka agrāk vai vēlāk tās atkal būs "modē" kaut vai tāpēc, ka ogleklis ir viens no dzīvības pamatelementiem. Andreja ieguldījums šo zvaigžņu pētniecībā ir milzīgs. Ilgtermiņa mainīguma novērojumi ir pat unikāli, nekad nezaudēs savu vērtību. Viena no tām – *DY Persei* – ir prototīps jaundai maiņzvaigžņu klasei!

Līdzībās runājot, Andrejs ir kā dižens ozols Latvijas astronomijas birzī. Ir vai nav Aizsaule, to mēs nekad neuzzināsim. Šeit paliek izdarītais un mūsu atmiņas.

Pateicībā par draudzību daudzu gadu garumā,

Imants un Vera

Imants Platais,
Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, United States

Skumja diena...

Alkšņa kungu es vienmēr atcerēšos ar dziļu cieņu un sirsnīgu pateicību.

Man paveicās, ka savus pirmos soļus zinātnē nācies spert tieši Alkšņa kunga uzraudzībā. Viņš man iemācīja vissvarīgāko zinātnieku darbā: ir jābūt atbildīgam par katru savu vārdu, teikto vai rakstīto. Viņš bija ne tikai lielisks skolotājs, bet arī sirsnīgs cilvēks: viņš tiešām mācēja uzmundrināt un iedvesmot darbam, gan ar labu vārdu, gan ar savu paraugu.

Izcili inteliģents un godprātīgs, unikāli strādājošs un sava mūža darbam uzticīgs cilvēks; priekš manis viņš vienmēr būs īsta zinātnieka paraugs. Lai vieglas smiltis.

Diemžēl nevarēšu piedalīties aizvadīšanā, jo atrodos ārzemēs.

Ar cieņu un līdzjūtību,

Oļesja

Oļesja Smirnova
Gemini North Observatory (United States)

Andrejs Alksnis ir Riekstkalna observatorijas pamatlicējs, kā tiešā, tā pārnestā nozīmē.

Astronome **Ilga Daube**, Valsts emeritētā zinātniece (2006)

Andrejs Alksnis bija no tās zinātnieku plejādes, kura apzinājās savu vietu Latvijas garīgā mantojuma veidošanā. Neatkarīgi no varu un politikas pārmaiņām. Andrejs saprata, ka fundamentāli zinātniskie atklājumi veidojas no ikdienišķiem kāpieniem, kas veido stabilu pamatu cilvēka garīgajā attīstībā.

Andrejs arī apzinājās zinātnieka saikni ar sabiedrību, tāpēc balstīja *Zvaigžņotās Debess* izdošanu.

Radioastronome **Natālija Cimahoviča**, Valsts emeritētā zinātniece (2006)

1996. gada maijā Antaljā (Turcija) notika Starptautiskās Astronomijas Savienības IAU simpozījs IAU 177: *The Carbon Star Phenomenon* (Oglekļa zvaigznes fenomēns), visaugstākā līmeņa astronomu sanāksme. Tieši oglekļa zvaigznes bija Latvijas ZA Radioastrofizikas observatorijas astronomu galvenais pētījumu objekts. Simpozījs, kurā no Radioastrofizikas observatorijas tika uzaicināts arī referents (*Invited Speaker* L. Začs), parādīja, ka Latvijas auksto zvaigžņu pētnieki strādā labā, starptautiskiem standartiem atbilstošā līmenī un var godam reprezentēt savu valsti visaugstākā līmeņa pasākumos.

Latvijas astronomu tradicionālā tematika, kuras stūrakmeņi un pamatus (pasaules klases instruments no 1966. gada) ielika Jānis Ikaunieks, – novērojumu dienests vairāku desmitu gadu garumā, novērojumu apstrāde, publikācijas, tostarp monogrāfijas – bija Andreja Alksņa darbības joma. Tās rezultātā ir atstāts iespaidīgs tiešs un spektrālo fotogrāfisko novērojumu zinātniskais mantojums Baldones observatorijā.

Taču astronoma Andreja Alksņa zaudējums “Zvaigžņotajai Debesij” var būt liktenīgs. Viņš rūpējās ne tikai par “ZvD” saturu (*Zinātnes ritums, Jaunumi, Atklājumi, Apspriedes un sanāksmes, Zinātnieks un viņa darbs, Atskatoties pagātnē* u. c. sadaļas), bet bija arī neapstrīdama autoritāte astronomijas terminoloģijā latviešu valodā.



1.okt.2008. LU Mazajā aulā par *Zvaigžņotās debess* – populārzinātniska gadalaiku izdevuma pirmsākumiem stāsta LZA *Dr. astron.h.c.* Andrejs Alksnis, redakcijas kolēģijā visus 50 gadus.

Foto: S. Līvdāne, LU Fotoarhīvs

Irena Pundure, “ZvD” atb. sekretāre (1988)



Ekrāna tvērums no Skype sarunas 2016. g. 7. jūlijā, apspriežot Rudens'2016 laidieni “ZvD” redakcijas kolēģijas sēdē.
No M. Gilla datora

Man personīgi pirmā sastapšanās ar Andreju Alksni bija neklātienē skolas gadu no *Zvaigžņotās Debesis* lappusēm. Biju ievērojis vairāku ZvD autoru uzvārdus, tajā skaitā Andreju Alksni. Tobīd nedomāju, ka kādu no izdevuma autoriem satikšu klātienē, kur nu vēl to, ka kādā brīdī kopā strādāsim pie šī gadalaiku izdevuma tapšanas.

Ja aplūkotu pēdējo gadu ZvD redakcijas sēžu protokolus, tad Andreju droši varētu ierindot visregulārāko sēžu dalībnieku grupā. Tomēr interesantākais ir tas, ka pēdējos piecus gadus tas notika attālināti – ar Skype interneta servisa

starpniecību. Laikā, kad viņš bija pārcēlies dzīvot no Riekstukalna uz Valmieru, viņš sēžu dēļ brauca uz Rīgu. Kādā brīdī, kad Andrejs teica, ka kļūst par grūtu izbraukāt uz Rīgu, viņš piekrita pamēģināt piedalīties attālināti caur Skype, un tā arī mēs turpinājām sazināties. Pēdējo reizi tas bija 2016. gada vasarā.

Ja diskutējām par kādu rakstu, tas vienmēr bija detalizēti un neatlaidīgi. Astronomiski nekorrektas lietas tika ātri izķertas. Dažreiz man bija iespēja redzēt, kā arī citas lietas viņš darīja ar lielu aizrautību. Viens piemērs: kad 2014. gadā Valmierā notika astronomijas seminārs Ērgļa Omega, Andrejs piedalījās šajā pasākumā ar referātu. Apbrīnojama bija viņa spēja ne tikai ieinteresēt dažāda vecuma klausītājus ar stāstījumu par astronomijas popularizēšanas vēsturi Latvijā, bet arī iesaistīt klātesošos neplānotā papildu aktivitātē – viegli lietainos apstākļos doties nelielā pastaigā pa Valmieras Valsts ģimnāzijas apkārtni, tajā skaitā uz Centra kapiem, lai aplūko-
tu ievērojamu valmieriešu atdusas vietas.

Vēl kāda lieta, par ko jāpateicas Andrejam, bija astronomijas latvisko terminu kopšana. Nereti, apspriežot rakstus redakcijas kolēģijā, izdzirdējām priekšlikumu, kā vienu vai otru lietu pateikt latviskiem vārdiem – un tiešām tā sanāca labāk.

Pēdējos gados vairākos turpinājumos publicēto profesionālo gaitu stāstījumu "Ceļi tuvi – ceļi tāli" varam uzskatīt par Andreja noslēdzošo misiju. Līdz ar rakstu sērijas noslēgumu drīz vien noslēdzās arī autora dzīves ceļš.

Mārtiņš Gills, "ZvD" redakcijas kolēģija (1997),
atb. redaktora vietnieks (2008)

Andrejs Alksnis palicis manā atmiņā kā cilvēks ar lielām darba spējām un skrupulozu precizitāti jebkuru problēmu risinājumos, kā arī nenogurdināms pat rūfīnas pētījumu veikšanā. Piemēram, lielu zinātniskā darba daļu aizņēma oglekļa zvaigžņu spožuma izmaiņu rakstura noskaidrošana. Neskaitāmu spožuma līkņu analīze plus ļoti skrupulozs darbs, kas no malas daudziem, sevišķi jauniešiem speciālistiem, likās neinteresants un "nevērīgs". Taču arī šis rūfīnas dabas pētījums precīza un centīga pētnieka rokās nesa spožu atklājumu: tika izdalīta jauna tipa mainīgzvaigžņu grupa (*DY Per*), kuru tagad jau atzīst pasaules mērogā.

Andreju var raksturot kā patiesu astronomijas pētījumu entuziastu, to visspilgtāk raksturo ieraksti Baldones Šmidta teleskopa novērojumu žurnālā, kuriem pat nav vajadzīgi sīkāki komentāri: 1970./1971. gadu mijas nakts kopā ar vieszinātniekiem no Pulkovas observatorijas, novērojumu ekspozīcija Nr. 2 sāka 23^h13^m, beigta 23^h43^m; nākamā ekspozīcija šai Jaungada nakī pēc pusnakts sāka 01^h58^m un beigta 02^h18^m.

Tādu zinātnieku, kāds bija Andrejs Alksnis, darbs ir apbrīnas vērts un var kalpot par paraugu katram pētniekam.

Ilgmārs Eglītis, Baldones observatorijā novēro kopš 1972. gada



Andrejs Alksnis improvizētas ekskursijas laikā vasaras seminārā Ērgļa Omega. Valmiera, 2014. gada 9. augusts.

Foto: M. Gills

ПРОФЕСОРА АНДРЕЈА АЛКШНА ЗИНĀТНИСКО ДАРБУ САРАКСТS

Monogrāfijas

1. Алксне З., **Алкснис А.**, Дзервитис У. «Характеристики углеродных звезд Галактики». – Рига: Zinātne, 1983. – 252 с. 1983ccsg.book.....A – 11 citēj. (1987-2006)
2. **Алкснис А.**, Алксне З. «Углеродные звезды в области Лебеда». – Рига: Zinātne, 1988. – 269 с. 1988cscf.book.....A – 6 citēj. (1993-2013)
3. Alksne Z.K., **Alksnis A.K.**, Dzervitis U.K. “Properties of Galactic Carbon Stars”. Translated by Ch.A.Gallant. – Malabar, Florida: Orbit Book Company, 1991. – 170 p. 1991pcsg.book.....A – 25 citēj. (1993-2016)
4. **Alksnis A.**, Balklavs A., Dzervitis U., Eglitis I., Paupers O., Pundure I. General Catalog of Galactic Carbon Stars by C.B.Stephenson. Third edition. – Baltic Astronomy, 2001, vol. 10, No. 1/2, p. 1-318. ISSN 1392-0049 2001Bal-tA..10....1A – 83 citēj. (2002-2017) GCGCS elektroniskā versija Strasbūras (Francija) CDS mājas lapā: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/cats/cats.html>. Kataloga identifikators: **CGCS,III/227**. 2001yCat.3227....0A – 8 citēj. (2002-2016)

Publikācijas [no http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html u. c. avotiem]

1952 – 1959

5. **Алкснис, А.**; Мичулис, А. О пространственном движении трех звезд главной последовательности. – Астрон. Журнал, 1952, т. 29, с. 215-218.
6. **Алкснис, А.** GM Cygni. – Бюллетень АН СССР «Переменные звезды», 1952, т. 8, с. 310-311.
7. **Alksnis, A.** Spatial Distribution and a Few Statistics on Eclipsing Variables. – Peremennye Zvezdy, 1954, Vol. 10, p. 141-151.
8. **Алкснис, А.** Пространственное распределение и некоторые статистические зависимости затменных переменных звезд. – Переменные звезды, 1955, т.10, с. 141-151.
9. **Алкснис, А.** Затменная переменная BD +37°435. – Астрон. Цирк., 1958, № 194, с. 25.
10. **Алкснис, А.** Межзвездное поглощение света в области с центром $\alpha = 21^{\text{h}}24^{\text{m}}$, $\delta = +58^{\circ}.5$ в созвездии Цефея. – Известия АН Латв. ССР, 1958, № 9, с. 87-96.
11. **Алкснис, А.** Определение плотности и массы темного облака в области Цефея и эмиссионной туманности IC 1396. – Известия АН Латв. ССР, 1958, № 11, с. 127-128.
12. **Алкснис, А.** Определение звездных величин, показателей цвета и спектральных классов звезд в области с центром $\alpha_{1950} = 21^{\text{h}}24^{\text{m}}$, $\delta_{1950} = +58^{\circ}.5$. – Труды Астрофиз. лаборат. АН Латв. ССР, 1958, т. 7, с. 33-97.
13. **Алкснис, А.**; Алксне, З. Наблюдения покрытия Регула Венерой. – Астрон. Циркуляр, 1959, № 204, с. 3.

1961 – 1970

14. **Alksnis, A.** Distribution of the stars in Cepheus region. – Trudy Astrofiz. Lab. Riga, Vol. 8, p. 11-24 (1961).
15. **Alksnis, A.** The Eclipsing Variable DS Andromedae. – Peremennye Zvezdy, 1961, Vol. 13, p. 300-302.
16. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. The Color Indices of 25 Variable Stars of C and S Spectral Types. – Perem. Zvezdy, 1962, Vol. 14, p. 208-213.
17. **Alksnis, A.**; Daube, I. Photometric Observations of RW Aurigae. – Peremennye Zvezdy, 1964, Vol. 15, p. 194-196.
18. **Alksnis, A.K.**; Sharov, A.S. Nova in Andromeda nebula (M31). – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1969, No. 507, p. 1.
19. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Two novae in the Andromeda nebula (M31). – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1969, No. 514, p. 1-2.
20. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** On the frequency of nova outbursts in the Andromeda nebula. – Astronomicheskii Tsirkulyar; 1969, Vol. 517, p. 4.
21. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. New carbon variable stars. – Astron. Tsirkulyar, 1969, No. 538, p. 7-8.
22. Alksne, Z.; **Alksnis, A.** On the Variability of the Carbon Stars CIT 5 and CIT 13. – Information Bulletin on Variable Stars, 1970, No. 489, 1-2.
23. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** New novae in the Andromeda nebula. – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1970, No. 560, p. 1-3.
24. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. New variable carbon stars. II. – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1970, No. 577, p. 7-8.

25. **Alksnis, A.K.**; Sharov, A.S. New flare star in SVS 1729. – *Astron. Tsirkulyar*, 1970, No. 600, p. 7.
- 1971 – 1980**
26. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** On a Possible Nova at Great Distance from the Centre of M31. – *Inform. Bull. on Variable Stars*, 1971, 517, 1-2.
27. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** New variable star of RR Lyrae type SVS 1732. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1971, No. 616, p. 6-7.
28. **Alksnis, A.** V1057 Cygni. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1971, No. 635, p. 4-5.
29. Alksne, Z.; **Alksnis, A.** New variable carbon stars. III. – *Astron. Tsirk.*, 1972, No. 670, p. 7-8.
30. **Alksnis, A.**; Duncans, L. Nova Cephei 1971. – *Astron. Tsirkulyar*, 1972, No. 681, p. 4-6.
31. **Alksnis, A.K.**; Sharov, A.S. On the novae S 10735 and S 10753 in the region of the Andromeda nebula. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1972, No. 692, p. 7-8.
32. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Possible new flare star SVS 1753. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1972, No. 694, p. 8.
33. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Possible eruptive stars in the region of M31 which need to be confirmed. – *Astron. Tsirk.*, 1973, No. 750, p. 7-8.
34. **Alksnis, A.** On two variable stars – probable members of the open cluster NGC 7128. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1973, No. 761, p. 7-8.
35. **Alksnis, A.**; Duncans, L. Oj 287. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1973, No. 763, p. 7-8.
36. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. New carbon variable stars. IV. – *Astron. Tsirk.*, 1973, No. 769, p. 3-4.
37. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. Is the source OH 75.7+0.5 associated with the star V439 Cyg? – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1973, No. 794, p. 7-8.
38. Sharov, A. S.; **Alksnis, A.K.** Novae in the Andromeda nebula in 1972. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1973, No. 799, p. 3-4.
39. **Alksnis, A.K.**; Sharov, A.S. New flare star SVS 1989. – *Astron. Tsirk.*, 1973, No. 800, p. 8.
40. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. On the Character of Light Variations of the Infrared Carbon Star CIT 6. – *Inform. Bull. on Variable Stars*, 1973, 812, 1-3.
41. **Alksnis, A.**; Bogdanovic, A. Photographic photometry of stars in the region of open cluster NGC 6871 in the Vilnius photometric system. Part II. – *Vilnius Astronomijos Observatorijos Biuletenis*, 1973, Vol. 37, p. 3-34.
42. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Daube, I. Photographic photometry of carbon stars. – *Tr. Radioastrofiz. Obs.*, Riga, 1973, Vol. 15, p. 7-113.
43. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Daube, I. Photographic photometry of 12 red stars. – *Tr. Radioastrofiz. Obs.*, Riga, 1973, Vol. 15, p. 115-130.
44. **Alksnis, A.** The Schmidt telescope of the Radioastrophysical Observatory of the Academy of Sciences of the Latvian SSR and its suitability for stellar photometry. – *Tr. Radioastrofiz. Obs.*, Riga, 1973, Vol. 15, p. 149-164.
45. **Alksnis, A.** Investigation of the quality of the optics of the Schmidt telescope of the Radioastrophysical Observatory of the Academy of Sciences of the Latvian SSR by the scattering diagram method. – *Tr. Radioastrofiz. Obs.*, Riga, 1973, Vol. 15, p. 165-170.
46. **Alksnis, A.K.** Red giants. – *Priroda*, 1973, No. 7, p. 61-75.
47. **Alksnis, A.** Investigation of carbon stars in the Radioastrophysical Observatory of the Academy of Sciences of the Latvian SSR. – *Perem. Zvezdy, Byull.*, 1974, T. 19, p. 529-531.
48. **Alksnis, A.** Variability of infrared carbon stars. – *ISRS*, 1974, 1, p. 44-62.
49. **Alksnis, A.K.**; Khozov, G.V. Brightness and polarization variability of the infrared carbon star CIT 6. – *Soviet Astron. Lett.*, Vol. 1, p. 144-145 (1975). 1975SvAL....1..144A – 4 citēj. (1982-2003)
50. **Alksnis, A.** Investigations of Cool Carbon Stars in the Radioastrophysical Observatory of the Academy of Sciences of the Latvian SSR. – *Perem. Zvezdy*, 1975, Vol. 19, p. 529-531.
51. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Comparison stars for five variable infrared carbon stars. – *Investigations of Sun and Red Stars*, 1975, 3, p. 35-46.
52. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. On fluctuations in optical radiation of the carbon star RW LMi (CIT 6). – *Invest. of Sun and Red Stars*, 1975, 3, p. 47-55.
53. **Alksnis, A.**; Duncans, L. Preliminary experience in measuring stellar magnitudes with a new experimental version of an irisdiaphragm photometer based on the plate measuring device "Ascorecord". – *Investigations of Sun and Red Stars*, 1975, 3, p. 56-59.
54. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Observations of some novae in M31 discovered by Rosino. – *Astronomicheskii Tsirkulyar*, 1975, No. 869, p. 3-4.

55. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Novae in M31 in 1973. – Astron. Tsirk., 1975, No. 869, p. 4-6.
56. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. New variable stars of spectral type C in the 90 galactic longitude zone. – Astronomicheskii Tsirkulyar, No. 870, p. 6-7, with a correction, 1975, No. 891, p. 8.
57. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. Errata: "New variable carbon stars. IV" [Astron. Tsirk., No. 769, p. 3-4 (1972)]. – Astron. Tsirk., 1975, No. 872, p. 8.
58. Sharov, A.S.; **Alksnis, A.K.** Two new variables in the region of M31. – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1975, No. 873, p. 3-4.
59. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. An Extreme Reddening of the Carbon Star RW LMi = CIT 6. – Information Bulletin on Variable Stars, 1976, No. 1220, 1-4. 1976IBVS.1220....1A – 2 citēj. (1979-1980)
60. **Alksnis, A.** On light fluctuations in RM LMi – a long-period variable carbon star. – Multiple periodic variable stars (Budapest: Akadémiai Kiadó), 1976, p. 101-103.
61. Alksne, Z.; **Alksnis, A.**; Ozolina, V. Photographic photometry of six C-type stars. – Investig. of the Sun and Red Stars, 1976, 4, p. 12-30.
62. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Observations of the carbon star RW LMi (CIT 6) in 1974/75. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1976, 5, p. 5-14.
63. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Ozolina, V.; Eglitis, I. New carbon stars in the zone centered at the galactic longitude $l = 94$ and $l = 178$. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1976, 5, p. 15-22. 1976ISKZ....5...15A – 3 citēj. (1987-2001)
64. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. Photometric Properties of Carbon Stars in the Galactic Latitude Zone Centered $l = 90$ DEG. – TRUDY RADIOASTROF. OBS. AKAD.NAUK.LATV., 1977, V. 16, p. 98.
65. **Alksnis, A.**; Alksne, Z. Photometric properties of carbon stars in the galactic latitude zone centered at $l = 90$. – Photometric investigations of carbon stars, 1977, p. 7-99 = Radioastrofiz. Obs., Tr. 16.
66. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Some photometric properties of the infrared carbon star RW LMi (CIT 6). – Photometric investigations of carbon stars, 1977, p. 157-172 = Radioastrofiz. Obs., Tr. 16.
67. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Some Photometric Characteristics of the Infrared Carbon Star Rw-Leonis = CIT6. – TRUDY RADIOASTROF. OBS. AKAD.NAUK.LATV., 1977, V. 16, p. 172.
68. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Ozolina, V. New carbon stars in the zone of galactic latitude $b = -7$. – Investig. of the Sun and Red Stars, 1977, 6, p. 55-67. 1977ISKZ....6...55A – 3 citēj. (1987-2001)
69. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Photographic photometry of IK Tau (NML Tau). – Investigations of the Sun and Red Stars, 1977, 6, p. 68-75.
70. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Observations of the carbon star RW LMi (CIT 6) in 1975/76. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1977, 7, p. 5-10.
71. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Platais, I. Carbon stars near open clusters at galactic latitude 4.5 <. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1977, 7, p. 11-16.
72. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. RW LMi = CIT6 in the state of extreme reddening. – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1977, No. 939, p. 5-6.
73. **Alksnis, A.**; Alksne, Z.; Ozolina, V.; Platais, I. New carbon stars in the zone centered at galactic latitude $b = +7$. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1978, 8, p. 5-25. 1978ISKZ....8...5A – 4 citēj. (1987-2001)
74. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Light variations of the carbon stars RW LMi = CIT 6 during the 1976/77 observing season. – Investigations of the Sun and Red Stars, 1978, 8, p. 26-31.
75. **Alksnis, A.** Study of open clusters suspected of containing carbon stars. – Star clusters, 1979, p. 106-112.
76. Alksne, Z.; **Alksnis, A.** On the variability of the carbon star BC 56. – Investigations of the Sun and Red Stars, 10, 1979, p. 5-12.
77. Alksne, Z.; **Alksnis, A.** New Variable Carbon Stars in the Zone $l = 94$ DEGREES. – Astronomicheskii Tsirkulyar, 1979, No. 1082, 6-7.
78. **Alksnis, A.**; Sharov, A.S. On the 1978 August Peculiar Nova in M31. – Information Bulletin on Variable Stars, 1980, No. 1775, 1-2. 1980IBVS.1775....1A – 1 citēj. (1981)
79. Alksne, Z.; **Alksnis, A.** Variability of Cool Carbon Stars Situated Near or in Intermediate-Age Open Clusters. – Information Bulletin on Variable Stars, 1980, No. 1831, 1-4.
80. **Alksnis, A.** Carbon stars with very large infrared colour indices. – Investigations of the sun and red stars. 11, 1980, p. 5-17.
81. **Alksnis, A.**; Eglitis, I. Further observations of the carbon star RW LMi (CIT 6) in the years 1977/78. – ISRS, 11, 1980, p. 18-26.

(Turpmāk par 1981.-2009. gadiem)

PIRMS 40 GADIEM ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ



SATURNA GREDZENU SPOŽUMA NOSLĒPUMI

1921. gadā zviedru astronoms E. Šonbergs, balstoties uz 1913.-1918. gada novērojumiem, atklāja Saturna gredzenu asimetriju. Spožuma starpība starp austrumu un rietumu gredzenu daļām nebija liela, taču sasniedza 0,039 zvaigžņu lielumu. Akadēmiķis V. Fesenkovs 1926.-1928. gadā apstiprināja šo faktu. Bet pēc datiem, kurus deva 1947.-1957. gada novērojumi, sistemātiska spožuma starpība netika konstatēta. Izmantojot citu astronomu agrākos pētījumus, izdevās konstatēt, ka spožuma asimetrija nemainās vienmērīgi, bet pēkšņi, sasniedzot dažreiz 10 un pat vairāk procentu, turklāt uz ļoti neilgu laiku (apmēram gadu). Lai izskaidrotu šo parādību, tika izvirzīta hipotēze par kādu lielāku ķermeņu sadursmēm ar daļiņām, no kurām sastāv gredzeni. Tas arī varot izskaidrot parādības pēkšņumu.

Pagaidām diezgan nesaprotami ir arī nesenie Saturna A gredzena spožuma novērojumi. Pēdējo gadu infrasarkanās spektroskopijas un radio novērojumu rezultāti deva iespēju izpētīt gredzena ķīmisko sastāvu un noteikt to ķermeņu izmērus, kas veido gredzenu. Tie acīmredzot ir apaļi veidojumi ar diametru, mazāku par 10 cm, un sastāv galvenokārt no ūdens ledu. Tomēr paši pēdējie gredzena spožuma novērojumi padarīja šo ainu sarežģītāku un vēl mazāk saprotamu. Pašlaik vēl nav teorijas, kas varētu izskaidrot Saturna A gredzena asimetriju, var pateikt vienīgi to, ka aina īstenībā ir daudz sarežģītāka, nekā uzskatīja vēl pavisam nesen.

(Saīsināti pēc J. Francmaņa raksta 18.-19. lpp.)

MERKURA KRĀTERIM – RAIŅA VĀRDS

Šā gadu desmita vidū Merkurs kļuva par ceturto – pēc Zemes, Mēness un Marsa – Saules sistēmas lielo ķermeni, kura virsmu izdevies iepazīt līdz visai sīkām detaļām: trijos planētas pārlidojumos (29.III un 21.IX 1974., 16.III 1975.) amerikāņu kosmiskais aparāts "Mariner-10" uzņēma pilnībā vienu Merkura puslodi ar izšķiršanas spēju ap 1 km un atsevišķus nelielus rajonus – ar aptuveni desmitkārt augstāku. Veidojot pēc iegūtajiem attēliem pirmo īsti ticamo Merkura karti, nācās risināt arī jautājumu, kā nosaukt jaunus veidojumus – pirmā kārtā daudzus krāterus. Starptautiskā Astronomu savienība nolēma, ka Merkura krāteri jānosauc pasaulslaveno rakstnieku, dzejnieku, komponistu, gleznotāju, tēlnieku, arhitektu vārdos. Saskaņā ar padomju astronomu priekšlikumu kāds Merkura krāteris ar diametru 85 km nosaukts izcilā latviešu dzejnieka Raiņa vārdā; tā koordinātes – 5°N, 96°W.

(Saīsināti pēc E. Mūkina raksta 23.-24. lpp.)

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1977. GADA VASARĀ

Lodveida zvaigžņu kopa M 13 Herkulesa zvaigznājā saista uzmanību arī ar to, ka 16.nov.1974. tās virzienā tika noraidīts 1679 zīmes garš vēstījums civilizācijām, kas, iespējams, apdzīvo kādu no kopas planētu sistēmām. Vēstījums sākas ar skaitļu rindu no 1 līdz 10 divnieku sistēmā un ķīmisko elementu ūdeņraža, oglekļa, slāpekļa, skābekļa un fosfora atomskaitļiem. Nākamajās rindās dots ģenētisko informāciju saturošās DNS molekulas sastāvs un dubultspirāles shēma, kā arī cilvēka shematisks attēls, Saules sistēma ar Sauli un deviņām lielajām planētām un izvirzītu Zemi no planētu rindas. Pārraidīšanai tika izmantots lielais Aresibo (Puertoriko) radioteleskops, kura diametrs ir 300 m. Vēstījums tiks automātiski atkārtots katru reizi, kad radioteleskops nebūs aizņemts ar kārtējo novērošanas programmu.

Drīzu atbildi uz šo vēstuli gaidīt nevaram: tā sasniegs adresātu pēc 24 000 gadu. Mūsu mērķis ir tikai paziņot citām civilizācijām (ja tādas ir) par savu esamību. Aresibo eksperiments ir pirmais aktīvais mēģinājums ārpuszemes sakaru meklējumos.

(Saīsināti pēc Ā. Alksnes raksta 59.-63. lpp.)

KURTS ŠVARCS

TELESKOPI PAVĒR SKATU UZ AGRĪNO VISUMU

1. Cik dziļi mēs varam novērot Visumu?

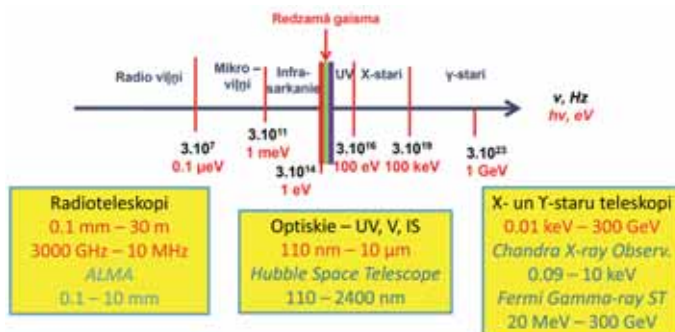
Visuma izmērus atklāja tikai divdesmitā gadsimta divdesmitajos gados, kad Edvīns Habls precizēja attālumu līdz Andromedas Miglājam (ZvD, 2014, Vasara (224), 5.-6. lpp.). Astronomija sākās jau pirms 5000 gadiem, un senie astronomi planētu un zvaigžņu novērojumus izmantoja kalendāriem. Ar adaptētu aci (jūtība ap desmit gaismas kvantu) var novērot tikai ap 6000 Piena Ceļa zvaigžņu un tikai trīs tuvākās galaktikas – Andromedas Miglāju (2,5 miljoni gaismas gadu no Zemes), Lielo Magelāna Mākonī (160 000 gg) un Mazo Magelāna Mākonī (200 000 gg). Galileja tālskats (1609. gads) un pirmie spoguļu teleskopi (Nūtona tipa – 1668. g.; Kasegrēna – 1672. g.) pavēra ceļu modernai astronomijai.

Franču astronoma Šarla Mesjē katalogs (pirmais izdevums aptvēra 45 astronomiskos objektus) ar 103 miglājiem un zvaigžņu kopām publicēts 1784. gadā. Andromedas Miglāja (M 31) atklāšanu Šarls Mesjē pierakstīja slavenam astronomam Viljamam Heršelam, nezinot, ka Persijas astronoms As-Sufi (*Abd ar-Rahman as-Sufi*, 903-986) Andromedas Miglāju novērojis jau 964. gadā, aprakstot to kā "nelielu mākonī". Tikai 20. gadsimtā, kad Edvīns Habls noteica Andromedas Miglāja izmērus un attālumu no Zemes, astronomi starpzvaigžņu miglājus no galaktikām varēja atšķirt, un no Mesjē katalogā iekļautiem miglājiem tikai 40 bija galaktikas.

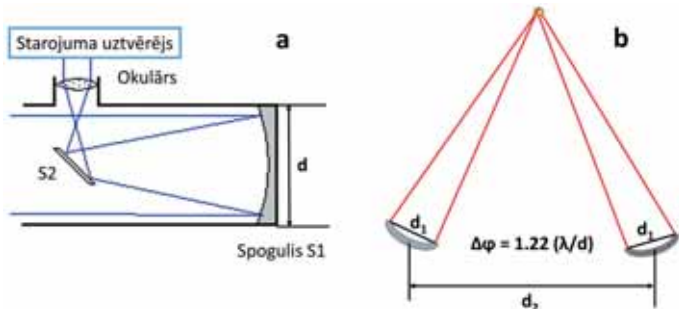
Astronomiskie novērojumi līdz 20. gadsimtam pamatā bija Piena

Ceļa galaktika ar simtiem miljardu zvaigžņu. Galaktiku novērojumus sekmēja lielle optiskie teleskopi un būtiski ietekmēja radio teleskopi. Radikālu lūzumu deva orbitālie kosmiskie teleskopi, kuri apgāja Zemes atmosfēru, kas absorbē ultravioletos un rentgenstarus. Orbitālie teleskopi sāka novērojumus pagājušā gadsimta 70. gados, turklāt vislielāko ieguldījumu ir devis Habla kosmiskais teleskops *HST* (*Hubble Space Telescope*; sk. *Pundure 1*, Habla kosmiskajam teleskopam – 25. – ZvD, 2015, Pavasaris (227), 20.-21. lpp.).

Šodien astronomijā izmanto elektromagnētisko starojumu no radioviļņiem līdz rentgena un gamma stariem (1. att.). Pirmie teleskopi 17. gadsimtā bija spoguļu teleskopi (2. att. a). Divdesmitā gadsimta radioteleskopi ne tikai paplašināja elektromagnētisko viļņu diapazonu, bet ieviesa astronomijā radioin-



1. att. Astronomiskie teleskopi uztver elektromagnētisko starojumu no radioviļņiem līdz rentgena un gamma stariem. Ar sarkanu tekstu atzīmēts viļņu garuma vai kvantu enerģijas diapazons; zilais teksts attiecas uz konkrētiem teleskopiem. UV – ultravioletais, V – redzamais (*visual*), IS – infrasarkanais starojums.



2. att. **a** – optiskā teleskopa shēma: S_1 – galvenais spogulis, d – spoguļa diametrs, S_2 – palīgspegulis, kas gaismu projicē uz starojuma uztvērēju; **b** – radioteleskopu interferometra shēma ar diviem spoguljiem un antenām, kas palielina sistēmas apertūru, t.i., attālumu starp radiointerferometriskajā sistēmā saslēgtajiem radioteleskopiem ($d_2 \gg d_1$) un uzlabo sistēmas izšķiršanas spēju $\Delta\varphi$.

ferometrus ar diviem vai vairākiem radioteleskopiem (2. att. **b**). Izmantojot attālināti novietotas radioteleskopu antenas, palielinās sistēmas apertūra ($d_2 \gg d_1$, 2. att. **b**), kas būtiski uzlabo radiointerferometra leņķisko izšķirtspēju $\Delta\varphi$.

Optiskiem un radioteleskopiem kā visiem instrumentiem ir ierobežota izšķirtspēja. Instrumentu izšķirtspēju nosaka starojuma (gaisma, radioviļņi u.c.) difrakcija – gaismas noliekšanās. Difrakcija notiek uz lēcas, spoguļa vai radioantenas atvēruma (apertūra, 2. att. **b**). Leņķisko izšķiršanu nosaka mazākais leņķis ($\Delta\varphi$) starp diviem objekta punktiem, kurus instruments var izšķirt. Ja leņķis starp diviem punktiem ir mazāks par $\Delta\varphi$, punkti attēlā saplūst. Cilvēka acs piecu metru attālumā var izšķirt divus punktus, starp kuriem attālums ir

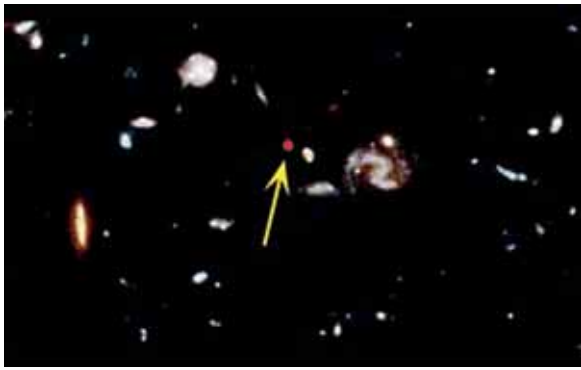
1,5 mm. Tas atbilst leņķiskās izšķiršanas spējai viena loka minūte ($1'$). Leņķi $\Delta\varphi$ nosaka pēc formulas $\Delta\varphi = 1,22 (\lambda/d)$, kur λ ir viļņa garums un d – sistēmas apertūra (2. att. **b**). Šo kritēriju (Releja kritērijs) 1879. gadā formulēja angļu zinātnieks Džons Struts, lords Relejs (John W. Strutt, Lord Rayleigh, 1842-1919, Nobela prēmija fizikā 1904. gadā).

Teleskopu izšķirtspēja ierobežo astronomiskos novērojumus. Pie dotā leņķa $\Delta\varphi$ teleskopa lineārā izšķiršana Δl (attālums starp diviem attēla

punktiem) ir atkarīga no attāluma (l) līdz objektam (zvaigznei, miglājam, galaktikai). Pie dotā lieluma $\Delta\varphi$ lineārā izšķirtspēja $\Delta l = l\Delta\varphi$. Tas nozīmē, ka Δl lielums pieaug ar attālumu līdz objektam. Teleskops nedod informāciju par astronomiskā objekta (zvaigznes, miglāja, galaktikas) struktūru, kas ir mazāka par Δl . Moderno optisko teleskopu leņķiskā izšķirtspēja $\Delta\varphi \approx 0,1''$ (atbilst $4,848 \times 10^{-7}$ rad), kas ir tuva teorētiskajai robežai pēc Releja kritērija. Tabulā dotas Δl vērtības *HST* teleskopam atkarībā no objekta attāluma. *HST* ir atklājis Visuma noslēpumus līdz tālām galaktikām, kas radušās dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena (attālums $l \approx 13$ miljardi gaismas gadu). Pie šāda attāluma teleskopa izšķirtspēja Δl ir daži tūkstoši gaismas gadu (3. att. tas atbilst sarkanā punkta lielumam virs bulti-

Tabula. **Izšķirtspēja un objektu attālums ar *HST*** ($\lambda = 633 \text{ nm}$, $\Delta\varphi = 0,1''$) [1]

Objekts	Attālums, l (km, gg)	Lineārā izšķiršana Δl (km, gg)
Mēness	384 404 km	0,07 km = 70 m
Saule	$149,6 \times 10^6$ km	27,2 km
Plutons	$\sim 5,9 \times 10^9$ km	1072 km
Centaura Alfa	4,3 gg	$7,400 \times 10^6$ km
Lielais Magelāna Mākonis	160 000 gg	0,030 gg
Andromedas Miglājs	$2,5 \times 10^6$ gg	0,455 gg
Galaktika <i>Centaurus A</i> jeb <i>NGC 5128</i>	$12,4 \times 10^6$ gg	2,18 gg
Berenikes Matu (<i>Coma</i>) galaktiku kopa	310×10^6 gg	56 gg
Habla ultra dziļā lauka novērojumi	$\sim 13 \times 10^9$ gg	2400 gg



3. att. Ar Habla kosmisko teleskopu HST uzņemts tālo galaktiku attēls 1995. gadā. Attēlā galaktikas redzamas kā izplūduši punkti. HST optisko sistēmu un kameras vairākkārt uzlaboja. Sarkanais punkts virs dzeltenās bulītiņas raksturo HST lineāro izšķiršanas spēju tāliem objektiem (daži tūkstoši gaismas gadu) [1].

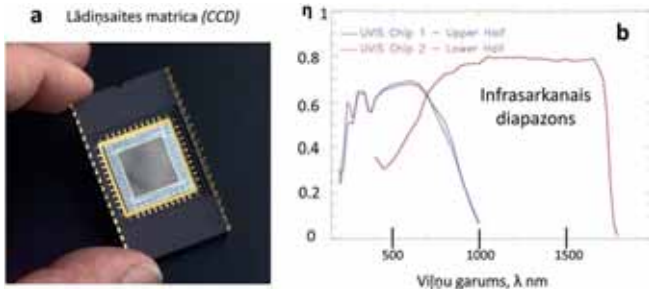
ņas)! [1] Virszemes optisko teleskopu izšķiršanas spēja atļauj novērot atsevišķas zvaigznes tikai Piena Ceļam tuvākajās galaktikās.

Tālo objektu novērošana ar teleskopiem saistās ar vājām starojuma plūsmām (radioviļņi, gaisma, rentgen-, gamma stari), kas prasa izmantot maksimāli jutīgus starojuma uztvērējus. Optiskiem teleskopiem izmanto fotoelektronu pavairotājus un lādiņsaites matricas CCD (angl. Charge-Coupled Device). Fotoelektronu pavairotājos primāros

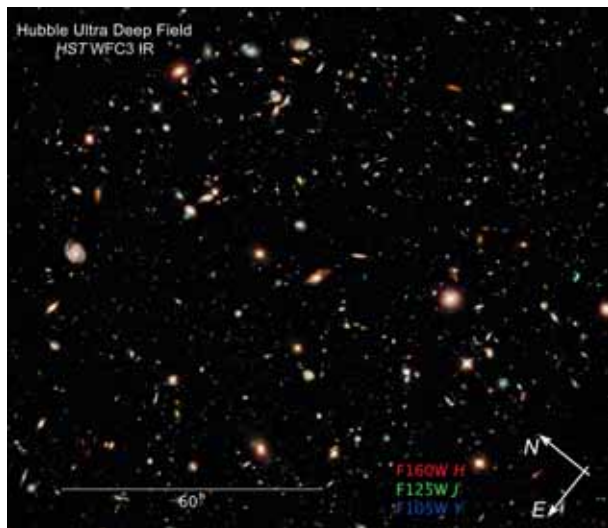
fotoelektronus vairākkārt pavairo elektriskā laukā, iegūstot miljonkārtīgu pastiprinājumu. Lādiņsaites matricās CCD izmanto fotovadītspēju (iekšējo fotoefektu) fotodiožu matricā ar miljoniem elementu (līdzīgi kā tranzistoru matricās datoros, angl. – chip). CCD uztvērējus plaši izmanto arī digitālās fotokamerās, kas ir gandrīz katra lasītāja kabatā. Habla kosmiskā teleskopa HST platleņķa un planetogrāfiskās kameras WFPC3 (Wide Field and Planetary Camera 3) CCD uztvērējs parādīts 4. att. a. Starojuma uztvērējā izmanto Si vai HgCdTe fotodiodes ar augstu kvantu iznākumu η (4. att. b). CCD uztvērējs pastiprina primāro fotoefektu un dod iespēju iegūt augsti kvalitatīvus attēlus.

5. att. parādīts vistālāko galaktiku attēls, uzņemts infrasarkanajā diapazonā ar Habla kosmiskā teleskopa platleņķa kameru WFC3 (ekspozīcija 48 stundas). Attēls iegūts NASA Habla ultra dziļā lauka HUDF (Hubble Ultra Deep Field) un ārkārtēji dziļā lauka XDF (Hubble eXtreme Deep Field) programmas ietvaros, kas sākās 2003. gada septembrī. Šajā periodā veikti unikāli novērojumi nelielā 3x3 loka minūšu apgabalā dienvidu puslodes Krāsns zvaigznāja virzienā. Izvēlēta apgabalā novēroja vairākus tūkstošus galaktiku ar dažādu sarkano nobīdi (z), turklāt tālākās galaktikas (sarkanie punkti) atrodas ap 13 miljardu gaismas gadu attālumā no Zemes. Šajā debess sfēras apgabalā ir maz spožu zvaigžņu, kas ar savu starojumu varētu traucēt ilgstošus novērojumus [3]. Šīs tālās galaktikas ir astronomu uzmanības centrā, izmantojot papildu novērojumus ar rentgena un radio teleskopiem.

Radioastronomija sāka attīstīties un radioteleskopi tika konstruēti tikai pagājušā gadsimta otrajā pusē. Pirmos radioviļņus no Piena Ceļa galaktikas 1931. gadā uztvēra amerikāņu fiziķis un radioinženieris Karls Janskis (Karl Guthe Jansky, 1905-1950). Tomēr pagāja vairāk nekā divi gadu desmiti, līdz radioteleskopi tika plaši izmantoti astronomiskos



4. att. a – HST platleņķa un planetogrāfiskās kameras WFPC3 lādiņsaites matrica CCD – Si matricas ar 800x800 fotodiožu elementiem (angl. pixel) ar 2,46 Mbyt informācijas kapacitāti. b – UVIS Chip 1 un UVIS Chip 2 CCD kvantu iznākums (η) atkarībā no viļņu garuma (λ) kamerā WFPC3: Si – UV, V; HgCdTe – IS diapazonā [2].



5. att. Vistālāko galaktiku attēls uzņemts ar Habla kosmiskā teleskopa platleņķa kameru WFC3 infrasarkanajā diapazonā NASA programmas ietvaros. Attēls aptver nelielu debess sfēras apgabalu ($2' \times 2'$) dienvidu puslodē. Šajā apgabalā (Habla ultra dziļais lauks HUDF) novēroja vairākus tūkstošus galaktiku. Ekspozīcija ilga līdz 48 stundām. Infrasarkanā attēla (atsevišķi punkti) pārveidošana redzamajā: sarkanā krāsā atbilst $\lambda=1,6 \mu\text{m}$, zaļā – $\lambda=1,25 \mu\text{m}$ un zilā – $\lambda=1,05 \mu\text{m}$ viļņu garumam. Leņķiskais mērogs $60''$ atbilst $3,75 \times 10^6$ gaismas gadiem [3, 4].

novērojumos. Šodien desmitiem radioobservatoriju sistemātiski novēro radioviļņu avotus Visumā (zvaigznes, pārnovas, starpzvaigžņu un starpgalaktiku miglājus, radiogalaktikas, kvazārus). Radioteleskops¹ ir sarežģīta iekārta, kas sastāv no paraboliska metāla spoguļa, kas fokusē radioviļņus uz antenu ar radioviļņu uztvērēju. Radioteleskopos uztver radioviļņus diapazonā no 10 MHz līdz 3000 GHz (viļņu garums λ no 0,1 mm līdz 30 m). Antenās un uztvērējos izmanto visus radiotehnikas sasniegumus, ieskaitot radioviļņu attēlu pārveidošanu redzamajos. Šodien labāko radioteleskopu jutība ir 10^{-6} Jy, lielāka nekā labākajiem optiskajiem teleskopiem (mērvienība "Jy" – janskis² – nosaukta radioastronomijas aizsācēja K. Janska vārdā, $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W/m}^2\text{Hz}$). Radioteleskopu leņķisko izšķirtspēju nosaka pēc Releja kritērija. Pie esošām spo-

guļu apertūrām ($\sim 10 \text{ m}$) un viļņu garuma $\lambda = 0,1 \text{ mm}$ leņķiskā izšķiršana $\Delta\phi = 2,5''$ lielākā viļņu garuma dēļ ir sliktāka nekā optiskiem teleskopiem. Izmantojot radiointerferometrus³ ar lielām apertūrām⁴, $\Delta\phi$ var būtiski uzlabot. Lielākajai pasaules radioobservatorijai ALMA Atakamas tuksnesī Čīlē 5000 m augstumā ir radioteleskopu sistēma ar 66 antenām⁵ (12 m un 7 m diametra šķīvjiem) un radiointerferometru ar apertūru līdz 16 km. ALMA radiointerferometra leņķiskā izšķiršanas spēja ir $\Delta\phi = 0,01''$ – desmit reizes labāka par HST. Nesen ALMA ieguva unikālu zvaigznes HL Tauri attēlu, padarot redzamu jaunās zvaigznes apkārtnes struktūru (6. att.). HL Tauri zvaigznes attēls ir labākais līdz šim iegūtais Piena Ceļa tālās zvaigznes attēls.

2. Tālās galaktikas un Visuma evolūcija

Galaktiku struktūra un evolūcija ir modernās astronomijas uzmanības centrā. Šīs problēmas risinājumu apgrūtina Visuma vecums (~ 13 miljardi gadu) un lielie izmēri. Pēc NASA teorētiskiem novērtējumiem Visumā ir ap diviem triljoniem (2×10^{12}) galaktiku, no kurām vislabāk izpētīts ir mūsu Piena Ceļš. Beidzamo gadu desmitu novērojumi par zvaigžņu rašanos un evolūciju atklāja galvenos procesus

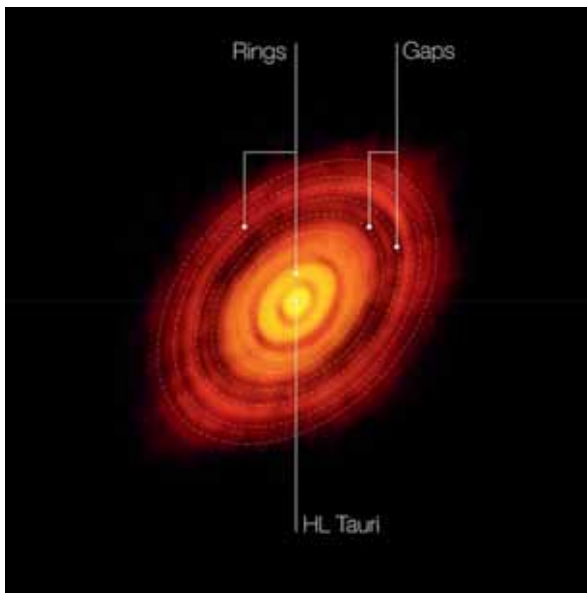
¹ Sk. Balklavs A. Kas ir radioteleskops? – ZvD, 1966, Pavasaris (31), 35.-41. lpp.

² janskis – elektromagnētiskā starojuma plūsmas blīvuma mērvienība. Vairāk sk. Balklavs A. Interesants ārpusgalaktiska objekta novērojums ar kosmisko radiointerferometru. – ZvD, 2001, Vasara (172), 13. lpp.

³ Sk. Balklavs A. Kas tas ir – radiointerferometrs? – ZvD, 1966, Rudens (33), 31.-38. lpp.

⁴ Radiointerferometra gadījumā apertūra – attālums starp radiointerferometriskajā sistēmā saslēgtajiem jeb apvienotajiem radioteleskopiem. Vairāk sk. Balklavs A. HALCA – solis kosmiskajā radiointerferometrijā. – ZvD, 2001, Vasara (172), 17. lpp.

⁵ Sk. Alksnis A. Atakamas Lielais milimetru/submilimetru viļņu režģis ALMA nu ir pilnā sastāvā. – ZvD, 2013/14, Ziema (222), 7. lpp.



6. att. Protoplanetārais disks ap zvaigzni *HL Tauri* Vērša zvaigznājā 450 gg attālumā no Zemes. Attēls uzņemts ar ALMA režģi Atakamas tuknesī Čīlē (bāzes garums 15 km, leņķiskā izšķiršana pie $\lambda = 2,9$ mm $\Delta\varphi = 0,075''$ un pie $\lambda = 0,87$ mm $\Delta\varphi = 0,025''$); attēla lielums $1,8'' \times 1,8''$. Attēla centrā ir *HL Tauri* zvaigzne, kuras vecums ir mazāks par vienu miljonu gadu. Zvaigzni apņem karstie puteņi un gāzu mākoņu gredzeni (*Rings*); norādītas iespējamās planētu veidošanās spraugas (*Gaps*). Lineārā izšķiršanas spēja pie $\lambda = 0,87$ mm ir $\Delta l = 3,5$ a.v. (1 a.v. = $149,6 \times 10^6$ km) [5].

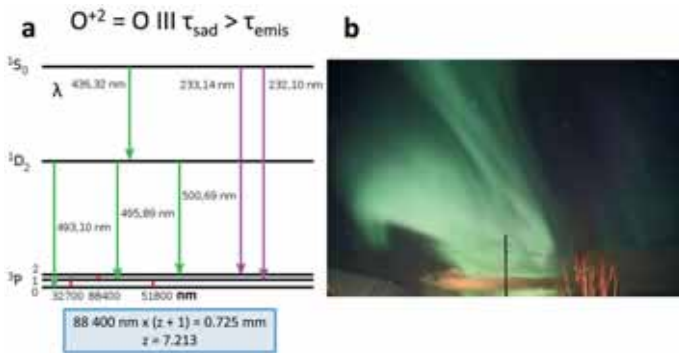
arī pašās galaktikās un deva iespēju veidot šo procesu datoru modeļus. Pirmās zvaigznes radās no ūdeņraža mākoņiem dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena. Šo zvaigžņu termiskās kodolsintēzes reakcijas nodrošināja zvaigžņu starojumu un smagāko elementu kodolu sintēzi (C, O, Ne, Si u.c.). Zvaigžņu starojums arī jonizēja starpzvaigžņu gāzes atomus (rejonizācija), kas noveda pie jauna necaurspīdīgā Visuma perioda, kas, domājams, izbeidzās ap miljardu gadu pēc Lielā Sprādziena (7. att.). Tālākā evolūcijā sekoja gan zvaigžņu sabrukšana, gan nākamo zvaigžņu paaudžu veidošanās, gan arī pašu galaktiku gravitācijas mijiedarbība, saplūstot



7. att. Vienkāršota Visuma evolūcijas shēma: pēc Lielā Sprādziena radās pirmie ūdeņraža un hēlija atomi un Visums kļuva caurspīdīgs elektromagnētiskajam starojumam; pirmo zvaigžņu starojums atkal jonizēja atomus (rejonizācija), un Visums uz zināmu laiku kļuva necaurspīdīgs. Šos procesus astronomi novēro dažāda vecuma galaktikās.

un veidojot lielākas galaktikas un galaktiku kopas (ZvD, 2015, Rudens (229), 3.-9. lpp.).

Piena Ceļa un tuvāko galaktiku novērojumi atklāja arī galaktiku morfoloģiju. Lielākajai daļai galaktiku centrā ir masīvs melnais caurums, kuru netieši var nojaust pēc elektromagnētiskā starojuma no radioviļņiem līdz rentgenstariem (ZvD, 2015/16, Ziemā (230), 3.-9. lpp.). Ūdeņraža miglāji kā zvaigžņu rašanās apgabali ir sadalīti nevienmērīgi (galaktikas centrā, diskā, spirālēs). Arī elektromagnētisko viļņu starojums ir ar dažādu topogrāfiju. Jaunās zvaigznes ar augstu temperatūru izstaro vairāk ultravioleto un rentgenstaru nekā sarkanie milži. Arī starpzvaigžņu miglāji ir ar dažādu starojumu. Miglāji ar jonizēto ūdeņradi (protoni un elektroni) izstaro plašu spektru ultravioletajā un redzamajā diapazonā. Neitrālais ūdeņradis izstaro 21 cm radioviļņus. Jonizētais skābeklis izstaro aizliegtās pārejas redzamajā, infrasarkanajā un radioviļņu diapazonā (8. att.).



8. att. a – Jonizētā skābekļa aizliegtās pārejas: zaļā krāsā atbilst redzamā spektra diapazonam, violetā – ultravioletam un sarkanā infrasarkanam un radioviļņu diapazonam. Aizliegtās pārejas var novērot augstā retinājumā (atomu koncentrācijai jābūt mazākai par 10^8 cm^{-3}), pie kura vidējais atomu sadursmju periods (τ_{sad}) ir lielāks par ierosināto atomu dzīves laiku (τ_{emis}). b – Jonizētā skābekļa aizliegtās pārejas – zaļo emisiju var novērot polārblāzmā augstos retinātos atmosfēras slāņos [6].

Tālo galaktiku novērošanu apgrūtina arī elektromagnētiskā starojuma absorbcija pašā galaktikā un arī ceļā uz Zemi. Orbitālie teleskopi apiet absorbciju Zemes atmosfērā, un teleskopi kalnos dažus tūkstošus metru virs jūras līmeņa arī atvieglo novērojumus. Beidzamos gados izmanto *HST* iegūtos tālo galaktiku attēlus, kurus tālāk analizē ar moderniem radioteleskopiem, kuru uztvērēju jutība pret radioviļņiem un leņķiskā izšķirtspēja ir ievērojami lielāka par *HST*. Būtiska radioviļņu priekšrocība ir to mazākā Releja izkliede uz starpzvaigžņu vides molekulām vai kosmiskiem putekļiem, kuras intensitāte ir apgriezti proporcionāla viļņa garuma ceturtajai pakāpei ($1/\lambda^4$).

Galaktikas struktūru iespējams novērtēt tikai pēc dažādo elektromagnētisko viļņu topogrāfijas, kas ir jo grūtāk, jo tālāk galaktika atrodas no Zemes. Galaktikas aktivitāti zvaigžņu rašanās procesos var novērtēt pēc galaktikas starjaudas plūsmas (angl. – *luminosity* (W), *flux* (W/m^2)) vai pēc molekulārā ūdeņraža koncentrācijas. Zvaigžņu rašanās ātrums jaunās galaktikās ir lielāks, un pēc vairākiem miljardiem gadu tas sasniedz maksimumu, un tālākā galaktikas evolūcijā aktivitāte at-

kal kļūst mazāka. Viss šis sarežģītais process atspoguļojas arī ūdeņraža koncentrācijā. Ja viss ūdeņradis no starpzvaigžņu vides pārgājis zvaigznēs, galaktika kļūst neaktīva zvaigžņu veidošanā.

3. Tālās galaktikas rejonizācijas epohā

Ar *HST* pēdējos desmit gados novērotas galaktikas līdz ~13 miljrd. gg attālumam un atklāti vairāki tūkstoši galaktiku, no kurām tikai nedaudzas ir detalizēti analizētas. Šādi pētījumi ir nepieciešami, lai izprastu galaktiku un Visuma evolūciju. Vienu no šādiem pētījumiem par galaktiku *SX-DF-NB1006-2* Valzivs zvaigznājā ($z = 7,213$) ap 13 miljardu gaismas gadu attālumā veic starptautiskā astrono-

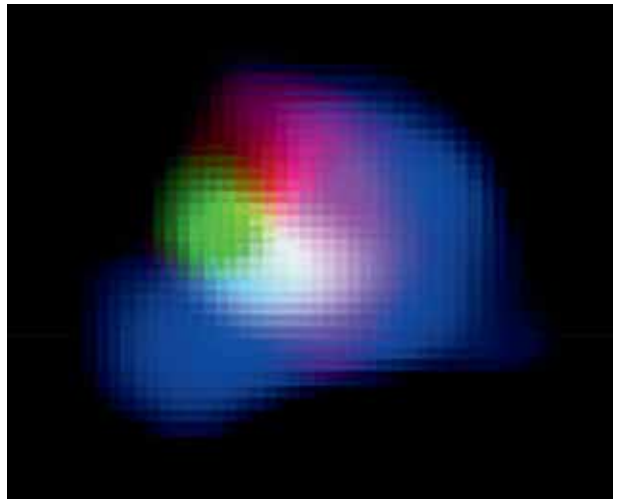
mu grupa no Japānas, Zviedrijas, Anglijas sadarbībā ar Eiropas Dienvidobservatoriju *ESO* (*European Southern Observatory*) profesora *Akio Inoue* (Osaka universitāte, Japāna) vadībā, izmantojot novērojumus ar *ESO's ALMA* mm/submm režģi Atakamas tuknesī (Čīle), Japānas Nacionālās astronomiskās observatorijas Subaru optisko teleskopu Havajās un Apvienotās Karalistes infrasarkanā teleskopu *UKIRT* Maunakea observatorijā. Triju teleskopu novērojumi aptvēra elektromagnētisko starojumu no UV līdz radioviļņiem ar lielu leņķisko izšķirtspēju un augstu uztvērēju jutību. Projekta mērķis ir novērot pirmo galaktiku veidošanos un struktūru dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena. Svarīgs process turklāt ir gāzes atomu rejonizācija, kas Visumu uz laiku padarīja necaurspīdīgu (7. att.). Tādēļ astronomi kvantitatīvi analizēja galaktikas starojuma blīvumu un jaudu dažādos spektra diapazonos, ūdeņraža un jonizēto atomu ($O III$, $C II$) koncentrāciju miglājos un to izvietojumu. Šādi kompleksi pētījumi ir iespējami, pateicoties dažādiem teleskopiem un to augstai leņķiskai izšķirtspējai un uztvērēju jutībai.

Starptautiskā astronomu grupa savos novērojumos izmantoja starojumu, kam Visums ir caurspīdīgs, – milimetru un submilimetru radioviļņus (aizliegtā pāreja O III ar $\lambda = 88 \mu\text{m}$ ALMA, 8. att.) un ūdeņraža spektrālo līniju Ly α (Laimana sērijas emisija ar $\lambda = 122 \text{ nm}$, ZvD, 2013/14, Ziema (222), 2.-6. lpp.). Tā kā Visums izplešas paātrināti, uztvertā starojuma viļņu garums palielinās līdz $\lambda_n = \lambda (z + 1)$, kas jonizētam skābeklim ($\lambda = 88 \mu\text{m}$) pie $z = 7,213$ atbilst 0,72 mm (ZvD, 2014, Vasara (224), 3.-11. lpp.). Radioviļņi 0,72 mm atbilst ALMA radioteleskopu jutības diapazonam. Pašreizējā radioteleskopu jutība atļauj reģistrēt $\lambda = 88 \mu\text{m}$ radioviļņus no vēl tālākām galaktikām ar $z \approx 8$ (novērtējums) [6]!

Izmērītā jonizētā skābekļa (O III = O⁻²) koncentrācija SXDF-NB1006-2 galaktikā izrādījās desmit reizes mazāka nekā Saulei. Šis rezultāts labi sakrīt ar jaunās galaktikas modeli (vecums ap 800 miljoniem gadu). Lai rastos jonizēts skābeklis O⁻², vajag sintezēt skābekļa kodolus (atomus) zvaigžņu kodolu reakcijās. Bez tam ir nepieciešams jauno zvaigžņu starojums, kas jonizē neitrālos atomus (rejonizācija, 7. att.). Viss tas prasa laiku, un atklājēji bija pārsteigti par šo interesanto rezultātu, kas raksturo procesus agrīnās galaktikās [7].

Ar ALMA režģi izmērija arī C II (vienreiz jonizēto oglekļa atomu C⁺) koncentrāciju (starojums ar $\lambda = 158 \mu\text{m}$), kas bija divreiz mazāka par skābekļa jonu koncentrāciju. Ūdeņraža atomu koncentrāciju noteica pēc Laimana sērijas emisijas. Pēc Doplera efekta (ZvD, 2014, Vasara (224), 3.-11. lpp.) novērtēja atomu kustības ātrumu ($v = 110 \pm 30 \text{ km/s}$), kas liecina par lielu ūdeņraža atomu koncentrāciju galaktikas miglājos.

No radioteleskopa mērījumiem par oglekļa jonu C II (158 μm) starojumu varēja novērtēt galaktikas SXDF-NB1006-2 summāro starjaudu L šais viļņu diapazonos (L (88 μm) $\approx 3,8 \times 10^{35} \text{ W}$ un L (158 μm) $\approx 3 \times 10^{35} \text{ W}$). Starjaudu infrasarkanā spektra daļā novērtēja pēc UKIRT teleskopa mērījumiem L (IS) $\approx 2,9 \times 10^{37} \text{ W}$. Galaktiku starjaudu var novērtēt tikai tu-



9. att. Tālās galaktikas SXDF-NB1006-2 Valzivs zvaigznājā (12,91 mljrd. gg no Zemes, $z = 7,213$) kompleksais attēls: *zaļā krāsa* atbilst jonizētā skābekļa starojumam O III (radioviļņi $\lambda = 88 \mu\text{m}$, ALMA režģis Atakamas tuksnesī Čīlē), *zilā krāsa* – jonizētā ūdeņraža starojumam (Japānas NAO Subaru teleskops Maunakea observatorijā Havajās [6]) un *sarkanā krāsa* – infrasarkanajam starojumam (Apvienotās Karalistes infrasarkanais teleskops UKIRT, Maunakea). ALMA (*zaļā krāsa*) aptver apgabalu ar vienu leņķa sekundi (1''), kas atbilst lineāriem izmēriem ap 63 000 gaismas gadu [7].

vināti. Iegūtie dati ir tuvi Piena Ceļam un tam tuvākajām galaktikām, un tas ir svarīgs rezultāts tālo galaktiku evolūcijas pētījumos.

Astronomu grupa arī salīdzināja triju teleskopu sintezēto attēlu (9. att.). Jonizētā skābekļa attēls (*zaļā krāsa*) atbilst jauno zvaigžņu rašanās apgabalam, kuru starojums ierosina O III jonu emisiju. Šis apgabals ir mazāks par neitrālo ūdeņraža apgabalu (*zilā krāsa*), kas atbilst ūdeņraža miglājiem. Pēc galaktikas SXDF-NB1006-2 novērojumiem 80% ūdeņraža atomu ir neitrāli, kas atbilst jaunai galaktikai, kura radās dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena.

Profesora Akio Inoue astronomu grupa pirmo reizi detalizēti analizēja tālo galaktiku SXDF-NB1006-2, kas paver jaunu skatu uz agrīno Visumu. Pirmo reizi izdevās arī ieskafties

rejonizācijas epohā, kas sākās ar pirmajām galaktikām un tālākā evolūcijas procesā izbeidzās (7. att.). Galaktiku evolūcijā ir vēl daudz balto plankumu. Eiropas Kosmosa aģentūras ESA orbitālā observatorija *Planck* noteica Visuma vecumu kā $13,81 \pm 0,06$ miljardus gadu. Galaktikas *SXDF-NB1006-2* vecums ar $z = 7,213$ ir 12,9 miljardi gadu. Saules un Zemes vecums ir ~4,6 miljardi gadu. Vecākās Piena Ceļa galaktikas zvaigznes *BD+17°3248* (Herkulesa zvaigznājā) vecums ir $13,8 \pm 4$ miljardi gadu [8]. No tā izriet, ka Piena Ceļa galaktikas zvaigzņu sākums ir salīdzināms ar agrīno galaktiku *SXDF-NB1006-2*.

Beidzamo gadu desmitu novērojumi atseveda galaktiku mijiedarbību, kas izpaužas gan atsevišķu galaktiku saplūšanā, gan galaktiku kopu veidošanā [9]. Lai šo mijiedarbību labāk izprastu, tiek veikta datormodelēšana, kas palīdz izprast un interpretēt sarežģītos procesus galaktikās [10].

4. Cilvēks un Visums

Kvantu mehānika un relativitātes teorija divdesmitajā un divdesmit pirmajā gadsimtā radikāli mainīja mūsu priekšstatus par apkārtējo pasauli. Zinātnes un tehnikas progress, divi pasaules kari un globalizācija simt gadu periodā būtiski izmainīja cilvēku sabiedrību. No senām civilizācijām līdz atomenerģijas un datoru laikmetam pagāja pieci gadu tūkstoši, un mūsu domājošais sencis – *Homo sapiens* – savas gaitas sāka pirms simts tūkstošiem gadu. Tie ir laika intervāli, kas nav salīdzināmi ar Visuma mērogu! Astronomi ar saviem teleskopiem sasnieguši galaktikas, kas radušās pirms trīspadsmit miljardiem gadu. Astronomi šais galaktikās atrada skābekli, kas ir viens no elementiem dzīvības attīstībai. Mēs no dzīvības evolūcijas uz Zemes zinām, ka no pirmajiem viensūnu organismiem līdz *Homo sapiens* pagāja ap četri miljardi gadu (mērogs jau tuvāks zvaigznēm!). Bet mēs nezinām, vai *Homo sapiens* eksistē uz citām planētām un vai cilvēce varēs pārvarēt kosmiskos attālumus un sazināties ar tiem. Ameriķaņu vēstur-

nieks profesors Karls Bekers (*Carl L. Becker*, 1873-1945) cilvēka lomu Visumā asprātīgi raksturoja ar vārdiem: "*Cilvēks būtībā ir tā Visuma daļa, kas uzdod jautājumu.*" Šodien uz daļu jautājumu ir arī atbildes.

Papildu literatūra

- [1] http://astro.goblack.de/Theorie/t_hubble.htm
- [2] *Kimble, Randy A.* Calibration Status and Results for Wide Field Camera 3. – The 2005 HST Calibration Workshop, Space Telescope Science Institute, 2005.
- [3] File: Hubble-ultra-deep-field-20091208-WFC3-IR-full.jpg, 9 December 2009.
- [4] June 3, 2014. NASA RELEASE 14-151: Hubble Team Unveils Most Colorful View of Universe Captured by Space Telescope.
- [5] *Brogan, C. L. et al.* The 2014 ALMA Long Baseline Campaign: First Results from High Angular Resolution Observations toward the HL Tau Region. – *Astrophysical Journal Letters*, **808**, L3, 2015.
- [6] *Imanishi M., Saito Y.* Subaru Adaptive-optics High-spatial-resolution Infrared K- and L'-band Imaging Search for Deeply Buried Dual AGNs in Merging Galaxies. – *Astrophys. J.*, **780**, N1, 2014.
- [7] *Akio K. Inoue et al.* Detection of an oxygen emission line from a high redshift galaxy in the reionization epoch. – *Science*, **352**, 1559-1562, 2016.
- [8] *Cowan, J. J. et al.* The Chemical Composition and Age of the Metal-poor Halo Star BD +17°3248. – *The Astrophysical Journal*, **572**, N2, 861-879, 2002.
- [9] *Sil'chenko, O. K.; Afanasiev, V. L.* Central regions of the early-type galaxies in the NGC 3169 group. – *Astronomy Letters*, **32**, Iss. 8, 534-544, 2006.
- [10] *Wang, Long; Spurzem, Rainer et al.* The DRAGON simulations: globular cluster evolution with a million stars. – *MNRAS*, **458**, Iss. 2, 1450-1465, 2016. D

KURTS ŠVARCS

PUNDURGALAKTIKA HENIZE 2-10 AR MAŠĪVU MELNO CAURUMU

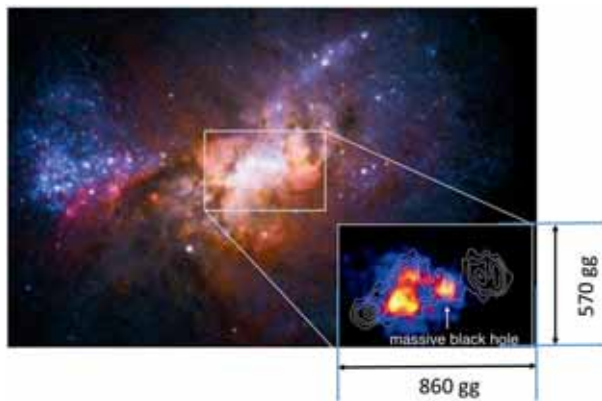
Galaktikas ir Visuma struktūras pamatelementi, un šie objekti ir astronomu uzmanības centrā. Galaktiku veidus pagājušajā gadsimtā aprakstīja slavenais amerikāņu astronoms Edvīns Habls (ZvD, 2015, Rudens (229), 5.-6. lpp.), kaut gan beidzamo gadu novērojumi parāda, ka stingru robežu starp atsevišķiem galaktiku veidiem* novilkt ir grūti. Izņēmums ir pundurgalaktikas, kurās ir tikai daži miljardi zvaigžņu un kuru spožums ir ap simts reizēm mazāks par Piena Ceļa galaktikas spožumu. Pundurgalaktikām ir svarīga loma Visuma evolūcijā.

Pirmās pundurgalaktikas pagājušā gadsimta trīsdesmito gadu beigās novēroja amerikāņu astronoms Hārlovs Šeplijs (*Harlow Shapley*, 1885-1972) [1]. Teleskopu attīstība uz Zemes un orbitālie teleskopi pierādīja, ka pundurgalaktikas ir dominējošās Visumā – to ir ap desmit reizi vairāk nekā pārējo galaktiku. Viena no neparastām pundurgalaktikām ir *Hen 2-10*.

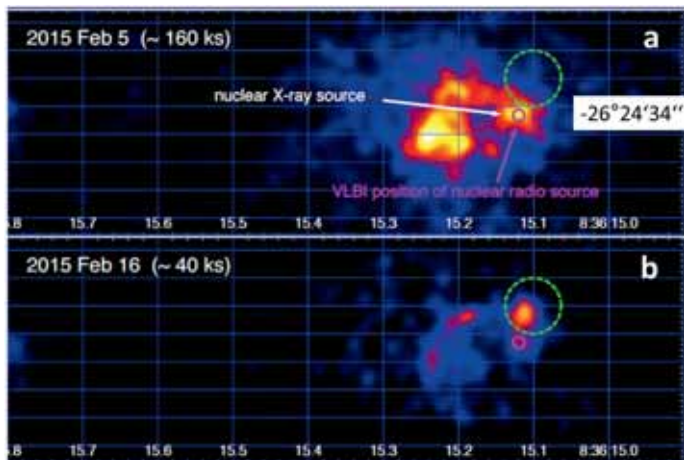
Pundurgalaktiku *Hen 2-10* (zināmu arī kā *He 2-10* un *Henize 2-10*) ar dažādiem teleskopiem novēroja jau pagājušā gadsimta deviņdesmitajos gados. Franču astronoms M. Sauvage ar Kanādas-Francijas-Havajas teleskopu, izmantojot infrasarkanos filtrus 10 μm un 11,65 μm starojumam (šie viļņu diapazoni atbilst Zemes atmosfēras caurlaidības "logam"), novēroja aktīvo jauno zvaigžņu un neitrālā ūdeņraža miglāju (*HII*) starojumu [2].

* Sk. Alksne Z., Alksnis A. Habla galaktiku klasifikācijas sistēma novecojusi. – ZvD, 2000/01, Zieme (170), 5.-13. lpp.

Pundurgalaktika *Hen 2-10* ar diametru ~3000 gg atrodas dienvidu puslodes Kompasa zvaigznājā 34,2 miljonus gaismas gadu no Zemes (1. att.). Tās masa atbilst ~10¹⁰ Saules masām, un pēc jauno zvaigžņu starojuma to nosauca par zilo kompakto pundurgalaktiku (angl. – *blue compact dwarf galaxy*). Pēc šiem novērojumiem sekoja daudzi citi, starp kuriem īpaši nozīmīgi bija Nacionālās optiskās observatorijas (Arizona, ASV) grupas veiktie starptautiskie pētījumi Dr. Amy Reines vadībā [3, 4]. Šī grupa pundurgalaktiku *Hen 2-10* novēroja daudzus gadus, izmantojot Habla kosmisko teleskopu *HST*, infrasarkanos un radioteleskopus. Jau 2011. gadā Amy Reines



1. att. Pundurgalaktika *Henize 2-10* dienvidu puslodes Kompasa zvaigznājā 34,2 milj. gg attālumā no Zemes (masa ~10¹⁰ M_☉, diametrs ~3000 gg), uzņemta ar *HST*. Iespraudums – attēls X-staros ar *Chandra* teleskopa 44 stundu ekspozīciju (dzeltenā/sarkanā krāsa), baltās kontūras – VLA interferometra radiosignāli [4].



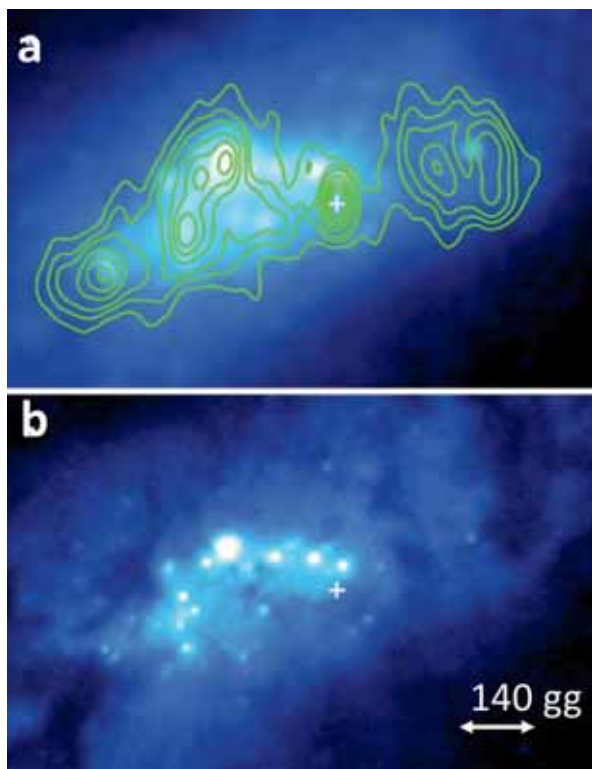
2. att. Pundurgalaktikas Henize 2-10 novērojumi ar *Chandra* teleskopu: **a** – 44 stundu ekspozīcija 0,3-7,0 keV diapazonā parāda plašu rentgenstaru apgabalu ar spēcīgu rentgenstaru avotu galaktikas kodolā (*baltā bultīņā*), kas sakrīt ar galaktikas kodola radioviļņu avotu (*violetā bultīņā*); **b** – 11 stundu ekspozīcija 0,3-7,0 keV diapazonā parāda otru jaunu spēcīgu rentgenstaru avotu (*zaļais aplis*), kas ir atklāts 2015. gadā un ir ārpus galaktikas kodola. Uz *horizontālās* ass atlikta rektascensija un uz *vertikālās* ass dota starojumu avota (masīvā melnā cauruma) deklinācija [4].

sadarbībā ar Francijas un Kanādas observatoriju Havajā galaktikas centrā novēroja masīvu melno caurumu ar masu $\sim 3 \times 10^6 M_{\odot}$ ($M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30}$ kg ir Saules masa) [3]. Tik liels melnais caurums līdz šim pundurgalaktikās nebija novērots. Piena Ceļa galaktikai, kura ir ap 50 reižu lielāka par *Hen 2-10*, centrālā melnā cauruma masa ir tikai 4 reizes lielāka. Melnais caurums pundurgalaktikas centrā rada spēcīgu rentgen- un radioviļņu starojumu (2. un 3. att.).

Izmantojot NASA Čandras (*Chandra*) orbitālo rentgenstaru teleskopu ar līdz 44 stundām ilgu ekspozīciju un ļoti lielā režģa VLA (*Very Large Array*) radioteleskopus (ASV), Amy Reines grupa detalizēti analizēja pundurgalaktikas rentgenstaru un radioviļņu avotus. Gan rentgenstaru, gan radioviļņu starojums novērots plašā galaktikas apgabalā (1. att.). Tas raksturo gan melnā cauruma aktīvi-

tāti, gan arī jauno zvaigžņu un starpzvaigžņu plazmas (mīglāju) starojumu ārpus galaktikas centra. Novērojumi precizēja melnā cauruma koordinātas un apstiprināja, ka centrālā rentgenstaru avota pozīcija sakrīt ar centrālo radioviļņu avotu, pierādot to saiti ar centrālo melno caurumu (2. att. **a**) [3].

Tālākie Čandras rentgenstaru observatorijas novērojumi atklāja otru spēcīgu rentgenstaru avotu ārpus galaktikas centra (*zaļais aplis* 2. att.).



3. att. Zvaigžņu kopas pundurgalaktikā *Henize 2-10*. **a** – galaktikas centrālais apgabals infrasarkanajā diapazonā; + ir galaktikas aktīvais kodols; *zaļās kontūras* raksturo radioviļņu starojumu. **b** – palielināts centrālā apgabala attēls 0,8 μm diapazonā; + ir galaktikas aktīvā kodola pozīcija [3].

Ar Čandras teleskopu novērtēja arī galaktikas rentgenstaru jaudu $\sim 10^{31}$ W (*luminosity*) [4].

Amy Reines grupa novēroja arī zvaigžņu kopas ārpus galaktikas 0,8 μ m infrasarkanajā un radioviļņu diapazonā (3. att.). Radioviļņu starojuma topogrāfija aptver plašākus galaktikas apgabalus nekā zvaigžņu kopas (*zajās kontūrīnijas* 3. att. a). Radioviļņu starojuma avoti galaktikā atšķiras no zvaigžņu starojuma. Nākamajā 3. att. b redzams palielināts zvaigžņu starojums 0,8 μ m diapazonā ap galaktikas centru (*atzīmēts ar +*). Centrālā rentgenstaru un radioviļņu avota pozīcijas sakrīt un atšķiras no spēcīgā rentgenstaru avota perifērijā (2. att.). Pēc zvaigžņu rašanās ātruma un jauno zvaigžņu starojuma intensitātes galaktika Hen 2-10 pieskaitāma pie aktīvām tā saucamajām zvaigžņu veidošanās uzliesmojuma (*starburst*) galaktikām. Interesants ir novērojums par rentgenstarojuma intensitātes izmaiņām ar periodu ap 9 stundas. Iespējams izskaidrojums varētu būt akrecijas procesi melnajā caurumā aktīvo galaktiku centros (ZvD, 2015/16, Ziema (230), 3.-9. lpp.).

Katrs galaktiku novērojums atklāj mirkli Visuma evolūcijā. Lai izprastu šo sarežģīto procesu, jāanalizē daudzi mirkli un daudzas ga-

laktikas dažādos attālumos no Zemes. Šajā kolektīvajā izziņas procesā pundurgalaktikām ir īpaša loma gan kā pirmajām zvaigžņu kopām agrīnajā Visumā, gan kā struktūras elementiem lielo galaktiku un galaktiku kopu veidošanā. Pundurgalaktika Hen 2-10 saista uzmanību ar ļoti masīvo melno caurumu, spēcīgiem rentgenstaru un radioviļņu avotiem un jaunām aktīvām zvaigznēm.

Literatūra

- [1] Shapley, Harlow. Two Stellar Systems of a New Kind. – *Nature*, **142** (1938), p. 715-716.
- [2] Sauvage, M. et al. 10 μ m imaging and HI observations of the Blue Compact Dwarf galaxy He 2-10. – *Astron. Astrophysics*, **325** (1997), p. 98-108.
- [3] Reines, Amy E. et al. An actively accreting massive black hole in the dwarf starburst galaxy Henize 2-10. – *Nature*, **470** (2011), p. 66-68.
- [4] Reines, Amy E. et al. Deep Chandra Observations of the Compact Starburst Galaxy Henize 2-10: X-Rays from the Massive Black Hole. – arXiv:1610.01598v1 [astro-ph.HE] 5 oct 2016.D

JĀNIS KUZMANIS

KARSTĀ TĒMA – FRB 121102

Īpašu vietu astronomijā ieņem dažādu uzliesmojumu pētījumi, tas ir, kosmisko objektu strauju izmaiņu reģistrācija radio-, optiskajā un rentgena/gamma starojuma diapazonā. Jau senatnē, kad vienīgais novērošanas rīks bija acis, ļaudis pievērsa uzmanību gadījumiem, kad debesīs pēkšņi parādījās jaunas zvaigznes – objekti, ko mūsdienās pazīstam ar pārnovu jeb supernovu nosaukumu¹. Supernovas ar modernajiem teleskopiem visai bieži

pamana citās galaktikās, tās var uzskatīt par gana labi iepazītiem astronomiskajiem objektiem.

Nākamie tika atklāti kosmiskie gamma staru uzliesmojumi. Atklājums faktiski bija blakusprodukts PSRS un ASV bruņošanās sacensībai, kad pavadonos uzstādītās iekārtas, kas bija paredzētas kodolizmēģinājumu reģistrācijai, 1967. gadā konstatēja gamma staru uzliesmojumu signālus pienākam no atklātā kosmosa. Mūsdienās rentgena un gamma staru teleskopi ir daudzu kosmisko aparātu aprikojumā, varam minēt pat speciālus pavadonus

¹ J. Kuzmanis, I. Vilks. Hieroglifi debesīs. – *Terra*, 2009. g. aprīlis, 22.–27. lpp.

(Komptona Gamma staru observatorija, *SWIFT*, *INTEGRAL*, *AGILE*, bet kopš 2008. gada – Fermi Gamma staru kosmiskais teleskops). Novērojumus gamma staru diapazonā no virszemes observatorijām traucē Zemes atmosfēra.

Sevišķu nozīmi ieguva kosmoloģiskie γ -staru uzliesmojumi – tādi, kas norisinājušies ārpus mūsu Galaktikas. Šo impulsu straujās izmaiņas (milisekunžu laikā) un to avotu ievērojamās sarkanās nobīdes liecina par gigantisku enerģijas daudzumu izdalīšanos kosmiskiem mērogiem niecīgā telpas apgabalā. Minētie novērojumi ir neaizstājami priekšstatu veidošanai par neitronu zvaigznēm, melnajiem caurumiem un to īpašībām².

Kopš 2007. gada pazīstami γ -staru uzliesmojumu analogi radiodiapazonā – *FRB* (angliski: *Fast Radio Burst*). Tie ir milisekundes ilgi plaša frekvenču diapazona radiostarojuma impulsi. *FRB* ārpusgalaktisko izcelsmi apstiprina divi fakti:

- 1) to izotropais (ar mūsu Galaktikas plakni nesaistītais) telpiskais sadalījums;
- 2) atsevišķā impulsa ietvaros novērojama frekvenču dispersija – zemākās frekvences nedaudz kavējas. No dispersijas skaitliskās vērtības var rēķināt (ļoti neprecīzi) impulsa ceļā pavadīto laiku, kas šiem impulsiem tālu pārsniedz Piena Ceļa izmērus.

Tāpat *FRB* vēsture sākas ar Lorimera *FRB* novērojumu, precīzāk – atradumu Pārksa (*Parkes Radio Telescope*, Austrālija) radioteleskopa novērojumu arhīvā 2007. gadā. 4,6 ms ilga impulsa tika novērots no Mazā Magelāna mākoņa virzienā esoša objekta. Tā un turpmāko *FRB* reģistrēšana neļāva saistīt parādību avotus ar kādiem konkrētiem debess objektiem, jo katrs atsevišķi fiksētais novērojums norādīja uz apgabalu vairāku loka

² A. Balklavs. Kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu mīklas minot. – *ZvD*, 2001/02. g. ziema, 3.–10. lpp.; A. Balklavs. Iespējams kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu modelis. – *ZvD*, 2003. g. vasara, 9.–11. lpp.



Visumā veras Aresibo radioteleskopa 305 m diametra šķīvīvis.

Attēls no naic.edu

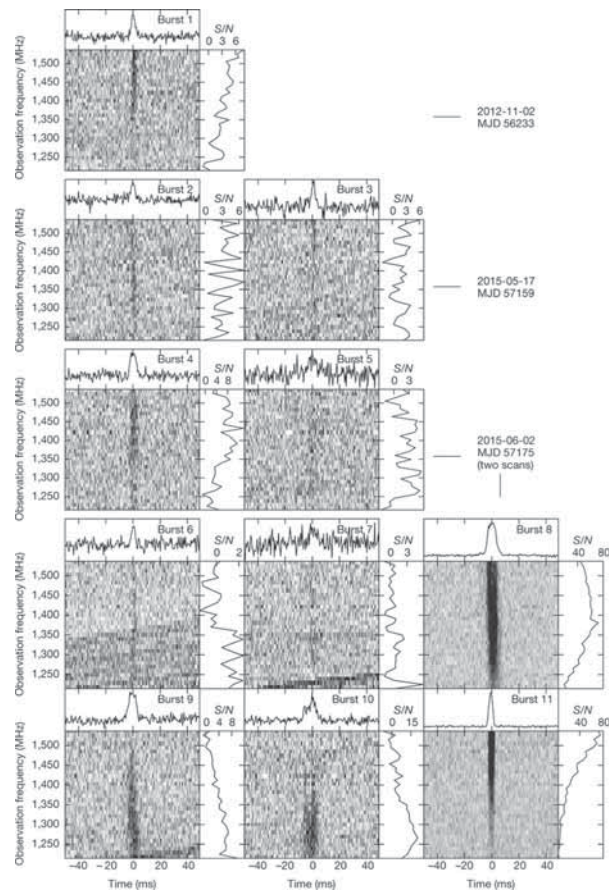
minūšu diametrā, kas var ietvert simtiem tālu galaktiku. Rezultātu nedeva arī atbilstošo apgabalu izpēte optiskajā un γ -diapazonā, meklējot tikko notikušu supernovu uzliesmojumu vai tamlīdzīgu notikumu pēdas.

Saprotami, ka visas hipotēzes par *FRB* izcelsmes mehānismiem līdzinājās jau izvirzītajām par kosmoloģiskajiem γ -staru uzliesmojumiem – neitronu zvaigžņu saplūšana, masīvu un mazu objektu iekrišana melnajos caurumos u.tml. Novērojumu mazais skaits neļāva neko konkretizēt.

Sekoja ikdienišķs datu uzkrāšanas process, kurā 2012. gadā ar Aresibo (*Arecibo*, Puerto-riko, ASV) radioteleskopu Vedēja zvaigznāja rajonā tika fiksēts *FRB 121102* (numerācija: gads-mēnesis-mēneša diena). Tāds tas arī palika vēl trīs gadus – ieraksts katalogā – koordinātas, impulsa ilgums, maksimālā intensitāte u.c. parametri. Nākamais atklājums sekoja atkal arhīvā (šķiet, astronomiem tas ir raksturīgi) – 2015. gadā P. Šolcs (*P. Scholz*), tolaik



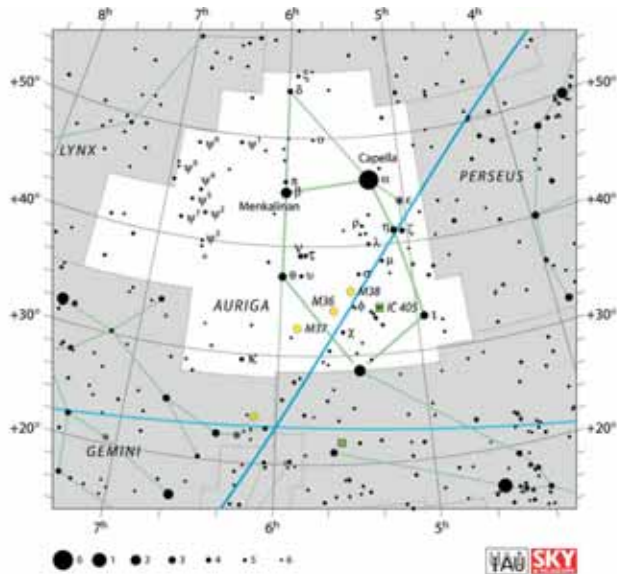
P. Šolcs, vēl students.
No McGill University



FRB 121102 ģenerēto impulsu analīze. Sākotnējais un nākamie desmit impulsi kā funkcija no novērošanas frekvences. Katram novērojumam summārais signāls parādīts augšā. [1]

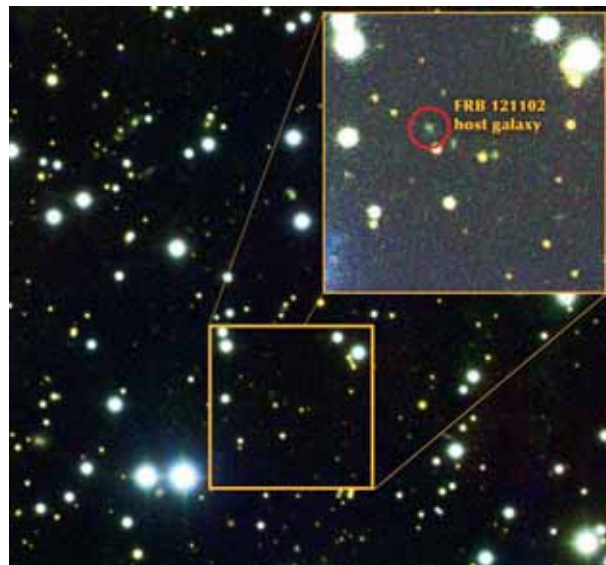
vēl Kanādas Makgila universitātes students, Aresibo radioteleskopa arhīvā atklāja vēl desmit no tā paša apgabala nākošus FRB novērojumus, kuru parametri stipri līdzinājās FRB 121102. Periodiskums netika konstatēts.

Bija pienācis brīdis likt lietā "smago artilēriju". 2016. gadā ar VLA radiointerferometru (Karl G. Jansky Very Large Array, Ņūmeksika, ASV) reģistrēja vēl deviņus impulsus, vēl četrus 20. septembrī fiksēja Eiropas VLBI tīkls (Very Long Baseline Interferometry) [2]. Iegūtie dati jāva ar Gemini North teleskopu Maunakea observatorijā identificēt signālu izcelsmi kā tālu pundurgalaktiku vairāk nekā triju miljār-



Vedēja zvaigznājs (Auriga) un tā objekti. FRB 121102 koordinātas ir rektascensija 05^h32^m, deklinācija +33°05'.

Attēls no constellation-guide.com



FRB 121102 tiek saistīts ar pundurgalaktiku Vedēja zvaigznājā. [3]

Gemini Observatory/AURA/NSF/NRC attēls

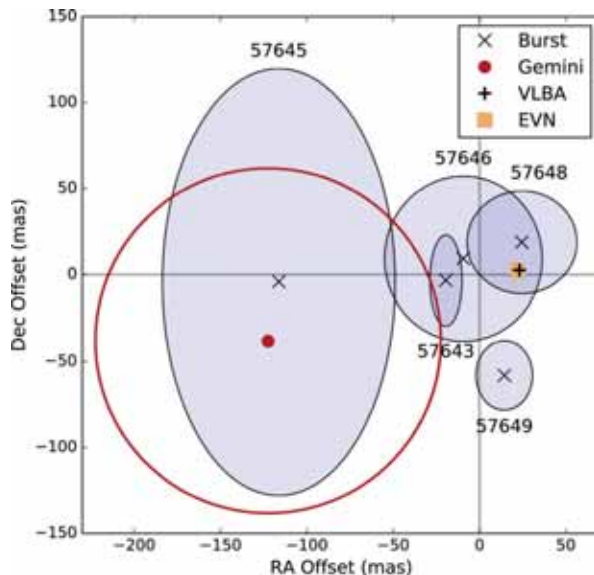
du gg attālumā [3, 4]. Noskaidroja, ka tā ir arī vāja pastāvīga radiostarojuma avots.

Iegūtie dati viennozīmīgi liecina, ka **impulsu izstarošanas brīdī to avots neiet bojā**. Tas uzreiz izslēdz modeļus par neitronu zvaigžņu vai melno caurumu saplūšanu. Teorētiskiem tagad ir problēma – kāds vēl var būt gana ilgi pastāvošs neregulārs process, kas spētu ģenerēt šāda mēroga enerģiju, kura sekundes daļās sasniedz un pat pārsniedz visā Saules mūžā izdalīto? Te citēsim Š. Čaterdži (*S. Chatterjee*), vienu no aktīviem FRB pētniekiem: “*Es nepārspīlēšu, apgalvojot, ka FRB izcelsmes modeļu ir vairāk nekā pašu FRB.*”

Pagaidām FRB 121102 ir vienīgais šā tipa objekts, kam signāli atkārtojas, turklāt neregulāri. Tēma tiešām karsta – vai ik mēnesi pa kādam jaunam rakstam, desmitiem autoru, FRB meklējumi plānoti arī kā viens no topošā Kanādas CHIME instrumenta (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment*) uzdevumiem. Vienu varam secināt pavisam noteikti – studentus jālaiž strādāt arhīvos, tā rodas atklājumi!

Avoti

1. Spitler, L.G. et al. A repeating fast radio burst. – Nature, 2016, vol. 531, lss. 7593, pp. 202–205.
2. Chatterjee, S. et al. A direct localization of a fast radio burst and its host. – Nature, 2017, vol. 541, lss. 7635, pp. 58–61.
3. Gemini Observatory: EXPLORING A FAST RADIO BURST IN THREE DIMENSIONS. Gemini Probes Distant Host of Enigmatic Radio Bursts. For



FRB 121102 sakrībja ar pastāvīgā radiostarojuma komponenti – deklinācijas un rektascensijas nobīdes loka sekundes tūkstošdaļās. Melnie x – piecu VLA reģistrēto impulsu koordinātas 3 GHz frekvencē; sarkanais punkts – Gemini fiksētā objekta centrs; aplji un elipses iezīmē kļūdu robežas. VLBA un EVN (*krustīņš un kvadrāts*) rezultātiem kļūdu robežas ir mazākas par simboliem. [2]

Release: 1:00 p.m., EST, (noon CST) Wednesday, 4 January 2017.

4. Tendulkar, S.P. et al. The Host Galaxy and Redshift of the Repeating Fast Radio Burst FRB 121102. – The Astrophysical Journal Letters, 2017, vol. 834, lss. 2, L7, 8 pp. D

ŠOVASAR JUBILEJA i ŠOVASAR JUBILEJA i ŠOVASAR JUBILEJA

20 gadu – 1997. gada 1. jūlijā sāka darboties **Latvijas Universitātes Astronomijas institūts**, kas izveidots Latvijas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas (LZA RO) integrēšanas rezultātā Latvijas Universitātē (LU), apvienojot to ar LU Astronomisko observatoriju (AO). 17.jūn.1997. LZA RO darbinieki, kuru darba telpas bija galvenokārt Rīgā, atstāja LZA Augstceltni, lai pārceltos uz Raiņa bulvāri 19, kur iepriekš tika sagatavotas telpas darbam un lielai grāmatu krātuvei, ko daļēji no Baldones Riekstkalna pārveda uz Rīgu. Kopējais darbinieku skaits – 38: 20_{LZA RO} + 18_{LU AO}, tostarp 16 zinātņu doktori (9_{LZA RO} + 7_{LU AO}). Institūta pirmais direktors līdz aiziešanai mūžībā (13.apr.2005.) LZA koresp. loc. Dr. phys. prof. Arturs Balklavs-Griņhofs, tad LZA koresp. loc. Dr. phys. Māris Ābele (2005-2010) un kopš 2010. g. – Dr. phys. Ilmārs Eglītis.

I. P.

JURIS KALVĀNS, *Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūts "Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs"*

VAI ZEMES OKEĀNIEM IR STARPZVAIGŽŅU IZCELSME?

Šajā rakstā vēlos dalīties ar zināšanām, kuras guvu, veicot pētījumu* par deiterija ķīmiju protozvaigznes gāzu-putekļu apvalkā. Pētījums bija turpinājums doktora darbam, kura tematika aprakstīta *ZvD* 2014. gada Vasaras numurā (224, 12.-16. lpp.).

Zvaigžņu veidošanās process

Mazas masas zvaigznes rodas izolētos, nelielos starpzvaigžņu molekulārajos miglājos vai miglāju kompleksos. Pēdējie ar masu līdz pat simts miljoniem Saules masu ir galvenās zvaigžņu ražotnes Galaktikā. Domājams, ka mūsu Saule radās tieši šādā milzu miglāju kompleksā. Būvūs miglājus, kuros rodas zvaigznes, sauc par molekulāriem, jo tie sastāv galvenokārt no ūdeņraža H_2 molekulām. Brīvi H atomi un H^+ joni veido nē vairāk kā dažus procentus no miglāja vielas. Abi pēdējie aizņem lielāko daļu starpzvaigžņu telpas ārpus miglājiem. Bez ūdeņraža starpzvaigžņu vidē atrodams arī hēlijs un smagāki elementi. Pēdējie daļēji atrodas cietā, putekļu veidā kā amorfa ogleklis (kvēpi) un silikātu minerāls olīvīns.

Zvaigžņu dzimšana sākas ar miglāja saraušanos gravitācijas ietekmē. Saraujoties putekļi un gāze aizsedz miglāja iekšieni no starpzvaigžņu vides starojuma, kas izraisa vielas atdzišanu. Masīvais miglājs sadalās atsevišķos pirms-zvaigžņu kodolos. H_2 koncentrācija tajos ir virs 1000 molekulām kubikcentimetrā, kamēr temperatūra ir zem 40 grādiem

virš absolūtās nulles. Vienlaikus ar objekta fizikālo evolūciju notiek arī tā ķīmiskā attīstība. Tā kā jonizējošais ultravioletais starojums iznīcina molekulas, tā mazināšanās blīvajā kodolā veicina veidošanos tādām molekulām kā oglekļa monoksīds CO , slāpekļa N_2 , skābekļa O_2 u. c.

Pirms-zvaigžņu kodolos blīvuma pieaugums turpinās aptuveni miljons gadu. Blīvajā un aukstajā gāzē esošie smagāko elementu atomi un molekulas pieļip starpzvaigžņu putekļiem. Uz tiem izveidojas slāņi līdz aptuveni 100 molekulu biezumā. Šāds starpzvaigžņu ledus dubulto putekļu masu. Ledus sastāv galvenokārt no ūdens H_2O un oglekļa oksīdiem CO un CO_2 , kā arī neskaitāmiem citiem savienojumiem mazākā daudzumā.

Uz putekļiem adsorbējas arī molekulu izotopologi – savienojumi, kuriem ir atšķirīga to veidojošo atomu masa (izotopi). Šā raksta kontekstā svarīgākais izotopologs ir smagais ūdens. No parastā ūdens H_2O smagais ūdens (HDO , D_2O) atšķiras ar to, ka vieglā ūdeņraža atomus H tajā pilnīgi vai daļēji aizstājuši smagā ūdeņraža – deiterija D – atomi.

Tieši pirms protozvaigznes dzimšanas molekulārā miglāja kodols ir visblīvākais un aukstākais (ap 10^7 molekulas kubikcentimetrā 5-6 grādos virs absolūtās nulles). Šādā objektā gandrīz visi smagie atomi atrodas cietajā fāzē putekļos un ledus slāņīti.

Ap nupat dzimušu protozvaigzni atrodas dzimtais kokons, kas dažos simtos tūkstošu gadu ieplūst protoplanētārajā diskā ap zvaigzni. Pats disks vairāku miljonu gadu laikā tiek iesūkts zvaigznē, kamēr neliela tā daļa pārveidojas planētās.

* Kalvāns, J.; Shmeld, I.; Kalnin, J. R.; Hocuk, S. Chemical fractionation of deuterium in the protosolar nebula. – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2017, Advance Access.



1. att. Masīvs zvaigžņu veidošanās apgabals N 90 Mazajā Magelāna Mākonī, kas ietver zvaigžņu kopu NGC 602.

NASA and The Hubble Heritage Team
(STScI/AURA) attēls

Mūs interesē, vai planētu sastāvā var nonākt starpzvaigžņu ledus, kas nav ticis ķīmiski pārveidots protoplanētārajā diskā. Šobrīd drošākais veids, kā atbildēt uz šo jautājumu, ir salīdzināt smagā ūdens saturu Saules sistēmas ķermeņos ar novēroto smagā ūdens saturu starpzvaigžņu miglājos un diskos ap mazas masas protozvaigznēm.

Deiterija ķīmiskās pārvērtības molekulārajos miglājos

Smagais ūdeņraža izotops deiterijs kosmosā ir visai reti sastopams. Ūdeņraža izotopu daudzuma attiecība D/H vietējā starpzvaigžņu vidē (aptuveni atbilst t. s. Lokālajam burbulim ~100 parseku rādiusā ap Sauli) ir tikai aptuveni 10^{-5} (t.i., deiterijs ir 0,001% no kopējā ūdeņraža daudzuma). Molekulārajos miglājos tas galvenokārt atrodas HD molekulu veidā. Daudzās novērotās smagākās molekulās starpzvaigžņu un apzvaigžņu vidē D/H

attiecība ir gluži vai neticami augsta. Piemēram, metanola molekulas izotopologu $\text{CH}_2\text{DOH}/\text{CH}_3\text{OH}$ daudzuma attiecība var būt tuva 100%, bet $\text{CD}_3\text{OH}/\text{CH}_3\text{OH}$ var sasniegt 3%. Tas nozīmē, ka D/H šajās molekulās ir līdz pat $\sim 10^{13}$ reīzu augstāka, kādai tai vajadzētu būt, vadoties pēc kosmiskās D un H daudzumu attiecības. Svarīgākajai ūdeņradi saturošajai starpzvaigžņu molekulai – ūdenim – D/H attiecība ir mēreni paaugstināta, robežās no 0,01 līdz 18%. Der atcerēties, ka runājam par kosmisku mērogu objektiem; minētie skaitļi nozīmē, ka miglājā atrodas fira smagā ūdens vai smagā metanola masa, kas līdzvērtīga nelielai planētai.

Šādu deiterija uzkrāšanos smago elementu molekulās izraisa atšķirības D un H ķīmijā. Deiterijs ir smagāks, tālab tā savienojumi kopumā ir mazliet stabilāki un tā atomi vieglāk veido noteiktus ķīmiskos savienojumus. Molekulārajos miglājos neliels daudzums ūdeņraža vienmēr atrodas atomārā veidā (~10 brīvi H atomi kubikcentimetrā), jo H_2 molekulas sadala ultravioletais starojums un kosmiskie stari. Deiterija un vieglā ūdeņraža ķīmisko atšķirību rezultātā ievērojama daļa – ap 10% – no miglājā esošajiem brīvajiem ūdeņraža atomiem var būt D atomi.

Uz starpzvaigžņu putekļiem ūdeņradi saturošās molekulas veidojas ar (ūdeņraža) atomu secīgu pievienošanos, piemēram $\text{O} \rightarrow \text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Nematot vērā augsto D/H attiecību atomiem, starpzvaigžņu ledus molekulām būtu sagaidāms dabiski augsts deiterija saturs. Tomēr deiterija molekulas ledū starpzvaigžņu un apzvaigžņu miglājos līdz šim nav tikušas novērotas, t.i., visas D saturošās molekulas, kas novērotas starpzvaigžņu miglājos un telpā ap protozvaigznēm, ir gāzveida.

Deiterija saturu gāzveida un ledus molekulās starpzvaigžņu vidē nosaka vairāki fizikāli un ķīmiski procesi. Starpzvaigžņu vidi caurstrā-

vo ultravioletais starojums, kas sadala atomos H_2 . Tomēr molekulārajos miglājos radušies H atomi atkal strauji savienojas molekulās, saglabājot H_2 koncentrāciju nemainīgi augstu. Līdz ar to ultravioletā starojuma fotoni, kas spēj sadalīt H_2 , miglājā ātri absorbējas. Taču tas neattiecas uz deiteriju saturošajām HD molekulām, uz kurām iedarbojas mazliet citu viļņu garumu ultravioletie fotoni. HD arvien vēl tiek intensīvi sadalītas atomos, un rezultātā brīvu deiterija atomu koncentrācija šādā caurspīdīgā miglājā ir līdz 1000 reīzu augstāka nekā kosmiskā D/H attiecība.

Tomēr izrādās, ka šāda paaugstināta brīvo atomu D/H attiecība nepalīdz bagātināt ledus molekulas ar deiteriju. Pirmkārt, caurspīdīgos miglājos ultravioletie fotoni "izsit" atpakaļ gāzē molekulas, kas pielipušas pie putekļu



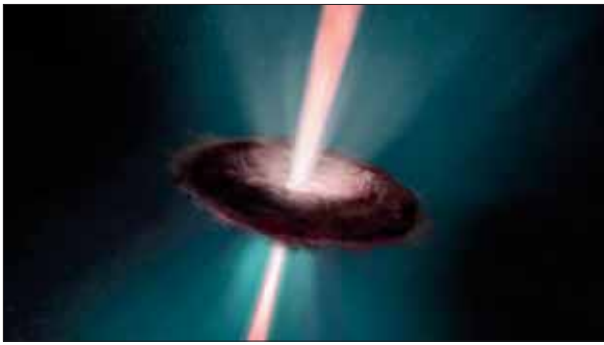
2. att. Kosmiskās zondes Rosetta apciemotajai komētai 67P/Churyumov-Gerasimenko D/H attiecība ir 0,056% – t.i., 3,6 reizes augstāka nekā Zemes okeāniem. Šis atklājums lielā mērā izslēdza iespēju, ka okeānu ūdeni agrīnajai Zemei varētu būt piegādājušas komētas.

ESA/Rosetta/NAVCAM, CC BY-SA
IGO 3.0 attēls

virsmas, un ledus slānītis mēdz būt plāns un nenozīmīgs. Otrkārt, šie paši fotoni sadala uz putekļu virsmas esošās D saturošās molekulas. Protams, molekula uz virsmas tūlī izveidojas no jauna, taču smagā deiterija atoma vietu nereti ieņem vieglais ūdeņradis. H atomi spēj daudz straujāk "lēkāt" pa putekļa virsmu, kālab H ātrāk par D sameklē reaģēt spējīgus savienojumus un iekļaujas tajos. Šim procesam daudzas reizes atkārtojoties, no sākotnēji augstā deiterija satura ledus molekulās nekas daudz pāri nepaliek.

Nākamais pavērsiens notiek, kad pēc simtiem tūkstošu gadu ilgas pakāpeniskas gravitācijas saraušanās miglāja centrālā daļa ir kļuvusi tik blīva, ka putekļi liedz jebkāda ultravioletā starojuma iekļūšanu tajā. Tagad starojums vairs nekavē molekulu uzkrāšanos ledus veidā uz putekļiem, kā arī ledus molekulas vairs netiek sašķeltas uzreiz pēc to rašanās. Rezultātā ledus masa un deiterija saturs ledus molekulās sāk strauji augt. Tomēr ar D bagātam ledum atkal traucē rasties konkurējošs efekts. Ievērojamais miglāja blīvums (10^4 un vairāk molekulas kubikcentimetrā) veicina tajā esošo brīvo H un D atomu straujāku savienošanos molekulās. Šis process notiek uz ledaino putekļu virsmas, vienlaikus ar ledus molekulu veidošanos. Vieglie H atomi ātrāk sastop un reaģē ar D atomiem, neļaujot pēdējiem savienoties ar smagāku elementu atomiem un molekulām. Rezultātā rodas starpzvaigžņu ledus ar zemu deiterija saturu, kamēr D atomi tiek iesaisfīti inertajās HD molekulās. Tā kā šādā blīvā gāzē jonizējošais starojums praktiski vairs nav sastopams, HD vairs netiek sašķelts un D atomi paliek ieslēgti šajās molekulās.

Efektīva ledus molekulu bagātināšanās ar deiteriju uz putekļu virsmas atsākas tikai, kad noslēdzies ūdeņraža molekulu veidošanās posms. Pie tam, izsalstot (pazūdot no gāzes fāzes) tādām smagajām molekulām kā CO un N_2 , aktivizējas gāzveida reakciju cikls, kas caur tri-ūdeņraža katjonu H_3^+ un tā izotopologiem H_2D^+ , HD_2^+ un D_3^+ kā starpproduktiem ār-



3. att. Nesen izveidojies protoplanetārais disks. Zinātniski pamatots mākslinieka redzējums. NASA, ESA, and A. Feild (STScI) ilustrācija

kārfīgi paaugstina D atomu īpatsvaru līdz pat 1/3 no H atomu koncentrācijas. Taču šajā stadijā kopējā, absolūtā ūdeņraža atomu koncentrācija ir kļuvusi jau ļoti zema, bet lielākā daļa ledus masas ir cieti piesalusi putekļiem un vairs nav kontaktā ar gāzi. Abi šie faktori nosaka, ka augsts deiterija saturs pat bļivā miglājā iespējams tikai gāzveida savienojumiem un pašām virsējām ledus molekulām.

Kamēr liela daļa molekulārā miglāja kodola masas nonāk pašā zvaigznē, tuvējais miglājs veido protozvaigznes gāzu-putekļu apvalku. Šo apvalku spīdekļis apstaro un pamazām uzsilda. Apvalkam sasilstot, no putekļu graudiņiem secīgi sublimējas starpzvaigžņu ledus sastāvdaļas – vispirms N_2 , CO un metāns CH_4 , tad CO_2 un gaistoši organiskie savienojumi (formaldehīds, dimetilēteris u. c.), tad beidzot ūdens, amonjaks NH_3 un grūtāk tvaikojoši organiskie savienojumi (vienkāršie spirti un karbonskābes, to esterī u. c.). Katras vielas iztvaikošana īslaicīgi aktivizē jaunus ķīmiskus ceļus, caur kuriem deiterijs paaugstinātā proporcijā nonāk pārējo gāzveida savienojumu sastāvā. Tāpēc D/H attiecība molekulās, temperatūrai augot, pastāvīgi mainās gan uz augšu, gan atkal uz leju.

Protoplanetārajā diskā pastāv vairākas zonas ar dažādu starojuma līmeni, temperatūru un bļivumu. Tajā esošā viela var migrēt starp šīm zonām – gan tuvojoties vai attālinoties no zvaigznes, gan paralēli zvaigznes virsmai. Uz disku iedarbojas gan starpzvaigžņu,

gan pašas protozvaigznes enerģētiskais starojums – ultravioletie un rentgena fotoni, ātrie protoni. Noteiktā attālumā no protozvaigznes ledus nevar pastāvēt – tas iztvaiko vai tiek aizvākts ar starojumu. Tāpēc diskā iespējami rajoni, kuros ūdens atrodas gāzveidā, lai gan tā veidošanās notiek galvenokārt uz putekļiem. Visbeidzot, vairāk nekā 90% diska masas iekrīt protozvaigznē. Šo procesu dēļ ir grūti noskaidrot, tieši kādu ceļu ir gājuši putekļi un ledus, kas izveidoja planētas.

Ir iespējams, ka ledus, kas vēlāk izveidoja Zemes okeānus, tika iztvaicēts un pēc tam atkal sasala jau ar citu, attiecīgajai protoplanetārā diska zonai raksturīgu deiterija saturu. Ilgi pastāvēja uzskats, ka ūdeni uz Zemes atnesušas komētas, taču pēdējie mēģējumi liecina, ka komētu D/H ir būtiski augstāks par okeānu D/H un līdz ar to okeāni nevar būt cēlušies no tām. Tomēr okeānu D/H ir līdzīgs tam, kāds



4. att. Saturna pavadoņa Encelada "geizeru" izmešos D/H attiecību 0,03% izmēģija kosmiskā zonde *Cassini*.

NASA/JPL-Caltech/
Space Science Institute attēls

sastopams asteroīdos, kuri gan satur ļoti maz ūdens. Tas liecina par līdzīgu izcelsmi ledum asteroīdos un ūdenim, kas galu galā iekļāvās mūsu planētā.

Noslēgums

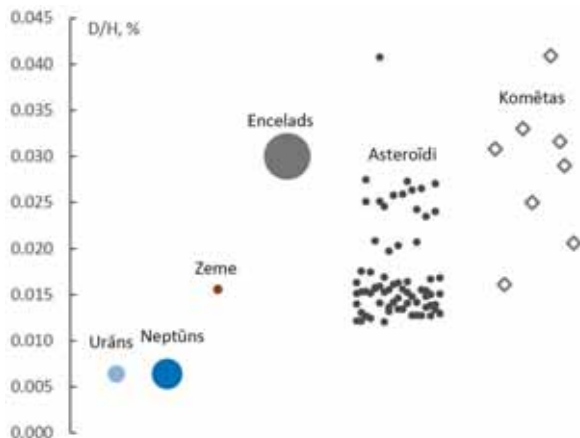
Zemes hidrosfērā deiterija-vieglā ūdeņraža daudzumu attiecība ir 0,016% (Vīnes okeāna ūdens standarts). Saules sistēmā zemākā D/H attiecība, aptuveni 0,0064%, ir ledus milžiem Urānam un Neptūnam (sk. 5. attēlu). Līdz ar to planētām D/H ir ļoti zema, salīdzinot ar to, kāda tā novērota ūdenim starpzvaigžņu miglājās un protozvaigžņu apvalkos. Jāņem vērā, ka planētām D/H izmērīts tikai virspuses ūdeņiem. Attiecībā uz Zemi domājams, ka mūsu planētas iekšienē D/H attiecība ir zemāka par Vīnes standartā noteikto. Tālajos zvaigznes veidošajos objektos deiterija savienojumi novēroti tikai gāzes fāzē. Vienīgā šo novērojumu saikne ar (planētas veidojušo) ledu ir caur skaitliskajiem astroķīmijas modeļiem.

Pēdējie astroķīmijas novērojumu un modelēšanas rezultāti liecina, ka starpzvaigžņu ledū D/H attiecība ir zema. Protozvaigznes apvalkā un diskā ledus D/H attiecība paaugstinās, gan tam sublimējoties, gan atkal kondensējoties uz puteļiem, gan kad ledus tiek pakļauts starojumam. Tas liek domāt, ka neliels deiterija saturs Saules sistēmas ūdeņos liecina par to izcelsmi no starpzvaigžņu ledus, kamēr paaugstināts – par vielas pārstrādi protoplanētārajā diskā.

JĀNIS JAUNBERGS

NEKĀRTĪBAS SATURNA GREDZENOS

Pirms kosmosa apgūšanas ēras, kad zināšanas par citām planētām bija ļoti ierobežotas, tāds fakts kā pavadoņu skaits šķita visai būtisks, un Saturns šajā ziņā bija līderis. Pieaugot teleskopu jūtibai, tam atklāja arvien jaunus pavadoņus, un mācību grāmatas



5. att. D/H daudzuma attiecība dažādos Saules sistēmas ķermeņos. Planētu un Encelada gadījumos datu punkta izmēri aptuveni atspoguļo mērījuma nenoteiktību. *Autora zīmējums*

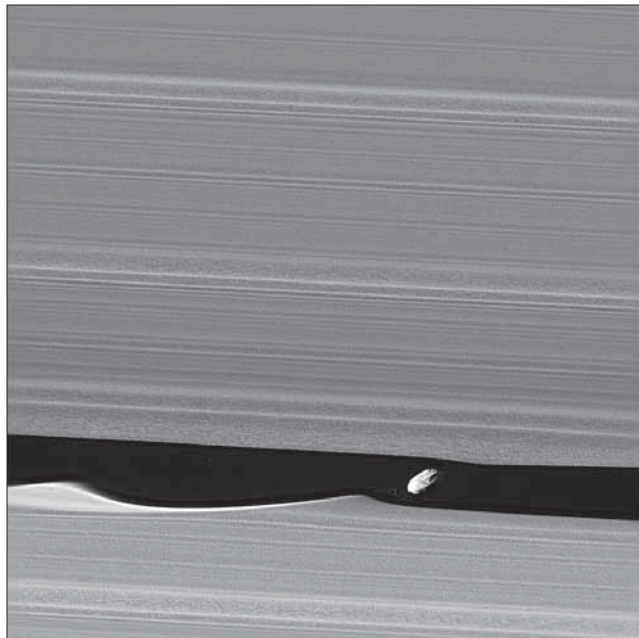
Šobrīd vēl nav tikuši izveidoti modeļi, kas pietiekami precīzi modelētu ledus pārvērtības diskā un pierādītu augstāk minēto. Jāatceļas arī, ka dažādās diska zonās var veidoties ūdens ar dažādu deiterija saturu un tas var migrēt starp šīm zonām. Taču ar pašreizējām zināšanām atbilde uz virsrakstā minēto jautājumu ir – Zemes okeāni veidoti no starpzvaigžņu un protoplanētārā diska ledus maisījuma vai diskā mazliet pārstrādāta starpzvaigžņu ledus. Turpretī ledus milži Urāns un Neptūns veidojušies no mazāk pārveidotiem vai pat nepārveidotiem ledainiem starpzvaigžņu putekļu graudiņiem.

nereti nācās pārrakstīt. Vienlaikus arī izdevās novērot detaļas Saturna krāšņajā gredzenu sistēmā, kurai līdzīgas Saules sistēmā nav. Piemēram, jau 1675. gadā itāļu astronoms Džovanni Kasīni atklāja 4800 km lielo spraugu starp A un B gredzeniem (angl. – *Cassini di-*

vision). Vēlāk Džeimss Edvards Kilers 1888. gadā atklāja mazāku 325 km spraugu A gredzenā, kuru nosauca par godu astronomam Johanam Enkem (angl. – *Encke gap*), bet *Voyager* zondes 1980. gadā novēroja 42 km platu spraugu netālu no A gredzena ārmas, ko nosauca par godu Kileram (angl. – *Keeler gap*).

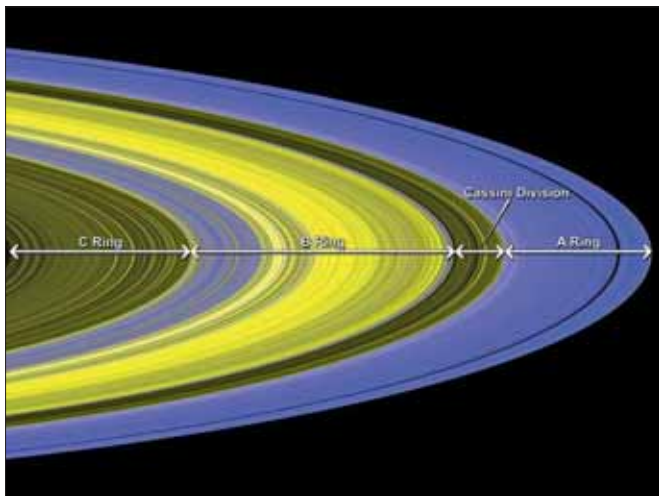
Mūsdienās Saturna gredzenu sīkstruktūru reģistrē vairs ne vizuāli vai fotogrāfiski, bet gan novērojot tālu zvaigžņu gaismas apdzišanu vai iemirdzēšanos, kad tās aizslīd aiz Saturna gredzeniem. Tādi okultācijas mērījumi ir visprecīzākie no maza attāluma, kur *Cassini* pavadoņa novērojumi ir ļāvuši izšķirt gredzenu optiskā blīvuma variācijas pat desmit metru mērogā. Ja gredzenu sistēmu varētu aprakstīt kā koncentrisku apļu kopu, tad ar to arī šīs skaistās kosmiskās parādības izpēti varētu noslēgt un uzskatīt, ka kvintilijoni ledus daļiņu, ko kurām gredzeni sastāv, visas riņķo pa precīzām apļveida orbītām. Par laimi sarežģītību meklējošajiem zinātniekiem, tik ideāla situācija nav iespējama, jo gredzenus deformē gan lielākie Saturna pavadoņi, kas riņķo ārpus gredzenu sistēmas, gan arī tuvumā esošie mazie pavadoņi, kā arī gredzena daļiņu savstarpējā pievilkšanās. Rūpīgam novērotājam Saturna gredzeni kalpo kā milzīga klasiskās mehānikas laboratorija, kurā gravitācijas mūžīgā rotaļla ar matēriju izpaužas vizuāli uzskatāmā veidā, pie kam arī šīs matērijas īpašības ir neparastas un joprojām nepilnīgi apzinātas.

Raugoties no atsevišķas gredzenu daļiņas viedokļa, pats galvenais tās vidi raksturojošais faktors ir orbitālais ātrums ap Saturnu, kas atkarīgs no attāluma līdz Saturna centram. Ja mūsu apskatītā daļiņa ir 100 tūkstošu kilometru attālumā no Saturna centra, tā riņķo ar 19,48 km/s ātrumu, kamēr cita analoga daļiņa, kura ir par vienu met-



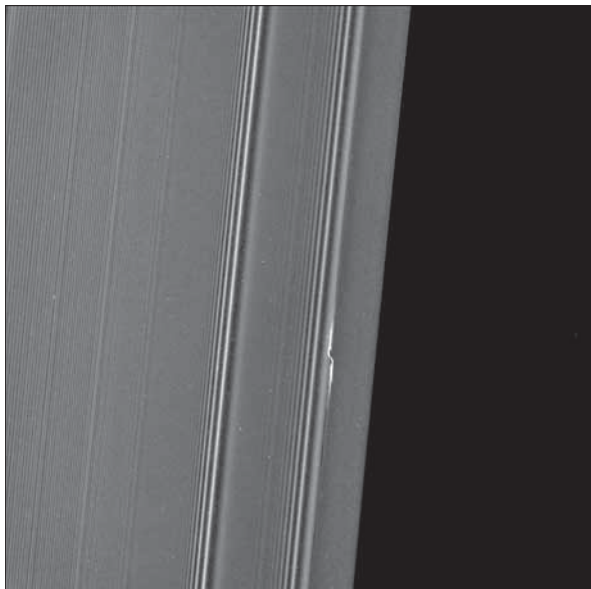
Ganu mēness Dafnis veido 42 km platu Kitera spraugu A gredzenā un sacelš stāvviļņus gredzena vielā ar periodu, kurš līdzinās gredzena daļiņu apriņķošanai ap Saturnu.

NASA/JPL-Caltech/
Space Science Institute foto



Saturna gredzenu galvenās zonas, iezīmētas mākslīgās krāsās.

NASA/JPL/University of Colorado zīmējums



Saturna gredzenos ir simtiem apslēptu sīku pavadoņu, kuri izraisa vīļņus jeb tā dēvētos propellerus. Viens no lielākajiem gredzenu propelleriem ir *Earhart*, kas redzams šajā attēlā. Tumsā josla labajā pusē ir Enkes sprauga.

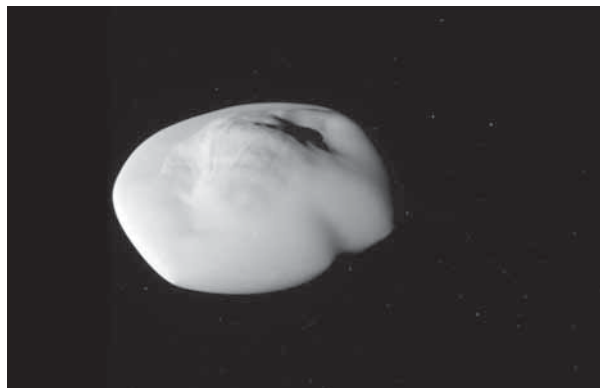
NASA/JPL-Caltech/
Space Science Institute foto

ru tālāk no Saturna centra, riņķo par 0,1 mm/s lēnāk. Tas rada ātrumu gradientu – daļiņas kā nelīpošas sniega pikas nemitīgi veļas garām cita citai, to pozīcijai par vairākiem mikrometriem sekundē nobīdoties attiecībā pret līdzās esošajām daļiņām. To var salīdzināt ar daudzju joslu šoseju, pa kuru automašīnas pārvietojas ar atšķirīgiem ātrumiem, atkarībā no joslas numura. Ņemot vērā trases garumu ap Saturnu, jāpauē miljoniem gadu, kamēr šobrīd kontaktā esošās daļiņas atkal satiksies.

Cassini novērojumi rāda, ka Saturna gredzenu daļiņas praktiski nekad nemaina savu joslu jeb attālumu no Saturna, jo dažādām joslām ir raksturīgs atšķirīgs silikātu un metālu piemaisījumu daudzums, ko droši vien ir atstājušas sadursmes ar centauriem – ārējā Saules sistēmā sastopamajiem asteroīdiem. Daļiņu nesajaukšanos nodrošina tas, ka praktiski visa gredzenu viela riņķo vienā plaknē, kura sakrīt

ar Saturna ekvatora plakni. Gredzenu biezums ir vien pāris metru, un tie būtu vēl plānāki, ja daļiņas spētu saspīsties ciešāk. Domājams, ka tās, lēnām veļoties viena gar otru, reizēm mazliet sablīvējas, reizēm – izretinās atkarībā no Saturna pavadoņu pievilkšanas spēkiem. Tomēr papildu ātrumu, lai atstātu gredzenu plakni, tām neizdodas iegūt, jo sadursmes ir pārāk maigas. Ja kāda daļiņa atstāj gredzenu plakni, tās orbīta jebkurā gadījumā šķērso gredzenus, un tā atkal atgriežas. Analogi aukstai gāzei, šis mehāniski nesaisītās daļiņas ir ar ļoti zemu enerģiju, to sadursmju ātrums nepārsniedz milimetru sekundē, un tāpēc gredzenu viskozitāte ir zema, ļaujot tiem nezaudēt orbitālo enerģiju un teorētiski pastāvēt pat miljardiem gadu ilgi.

Saturna gredzenu kā “aukstas gāzes” modeli lieliski ilustrē gadījumi, kad šī “aukstā gāze” tiek lokāli “uzsildīta”. Kopš 2006. gada *Cassini* pavadoņi ir novērojis raksturīgus gredzenu sabiezējumus, kurus pēc vizuālās līdzības nosauca par propelleriem. **Gredzenu propelleri** veidojas, daļiņām mijiedarbojoties ar nelieliem, gredzenu apslēptiem Saturna pavadoņiem, kuru diametrs nepārsniedz

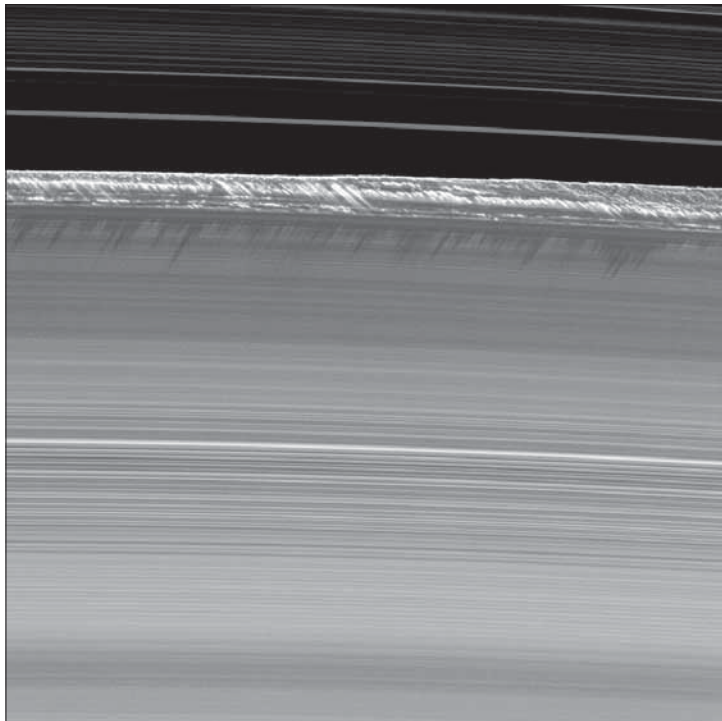


Ganu mēness Atlas riņķo gar A gredzenu ārmaļu, to ierobežojot. Atlasa diametrs ir 30 km, un tā ekvatoru klāj ievērojams daudzums gredzenu vielas.

NASA/JPL-Caltech/
Space Science Institute foto

dažus simtus metru. Saturna ekvinokcijas laikā 2009. gada augustā radās iespēja novērot, ka propelleri faktiski ir sadursmēs ar šādiem slēptiem, maziem Saturna pavadoņiem izmestu gredzena daļiņu šaltis, kas ir pacēlušās apmēram kilometru ārpus gredzenu plaknes. Sadursmju enerģija nav liela – ja pavadoņa rādiuss ir 100 metru, tā orbitālā kustība ap Saturnu tikai par centimetru sekundē atšķiras no tām daļiņām, kas saduras ar pavadoņa virsmas apgabaliem, kuri ir par 100 metriem tuvāk vai tālāk no Saturna. Tomēr Saturna gredzenu mierīgajā vidē viens centimetrs sekundē ir liels lokālais ātrums un ar to pietiek, lai gredzenu daļiņas sāktu haotiski dauzīties gluži kā molekulas uzsilīdītā gāzē. Šādās vietās gredzenu biezums pieaug no pāris metriem līdz pāris kilometriem, un slīpos Saules staros ekvinokcijas laikā no gredzenu plaknes izmestās daļiņu šaltis ir spoži apgaismotas, kā arī met skaidri saskatāmas ēnas uz pārējiem gredzeniem. Pēc vairākiem aprīņojumiem ap Saturnu gredzena daļiņu “uzsildītā gāze” pakāpeniski nomierinās, vertikālās struktūras noplok, un tāpēc gredzenu propelleru izmēri ir ierobežoti – lielāko garums ir mērāms tikai simtos kilometru.

Gredzenu sistēmā ir sastopami arī daži lielāki pavadoņi, kurus Saturna paisuma spēki un sadursmes ar citiem pavadoņiem kaut kādu iemeslu dēļ nav spējuši pārvērst par tipiskām gredzenu daļiņām. Tie ir Pāns, Dafnis, Atlās un Prometejs. Dēvēti arī par ganu mēnešiem, tie kā rūpīgi gani seko gredzena daļiņu “ganāmpulkam” un ar savu vājo gravitāciju piebremzē Saturnam tuvākās daļiņas, lai tās nepamestu savu kustības joslu. Līdzīgi arī ganu mēnešu iedarbība nedaudz paāt-



Saturna B gredzena ārējā mala ir visai nekārtīga, ar vertikālām daļiņu šaltīm, kuras sasniedz pat 2,5 km augstumu ārpus gredzenu plaknes un kļuva ļoti redzamas slīpos Saules staros 2009. gada ekvinokcijas laikā. Domājams, ka to cēlonis ir gredzenu vielas apslēpti kilometra lieluma pavadoņi.

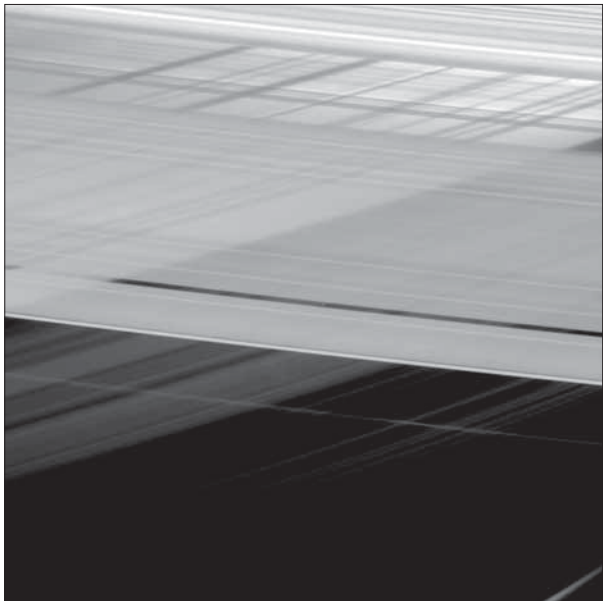
NASA/JPL/SSI attēls

rīna tālākās daļiņas, lai tās neatpaliktu no “ganāmpulka” un netuvotos planētai. Rezultātā ganu mēneši gredzenos atfīra praktiski tukšas joslas – Dafnis veido Kīlera spraugu, Pāns – Enkes spraugu, kamēr Prometejs uzrauga un koncentrē visu F gredzenu. Ganu mēnešu iedarbība uz gredzenu vielu izraisa vilņus – daļiņas to gravitāciju sajūt, kad pavadonis paslīd garām, taču turpina vilņoties arī vairākus aprīņojuma periodus jeb desmitiem stundu pēc tam. Pēc analogijas ar gāzi šie vilņi ir līdzīgi triecienvilņiem, jo pavadoņa aizslīdēšana garām ir ātrāka nekā daļiņu savstarpējā kustība, un pavadoņa gravitācija iekustina visu daļiņu kopu, pa kuru sadursmju enerģija ar milimetriem sekundē lielu ātrumu

izplatās tālāk. Haotiskajai kustībai norims-
tot jeb gredzenu daļiņu "gāzei" atdziesot,
izrādās, ka garām slidošais pavadoņš ir
pavirzījis visu gredzenu, jo sevišķi pavado-
nim tuvāko tā malu.

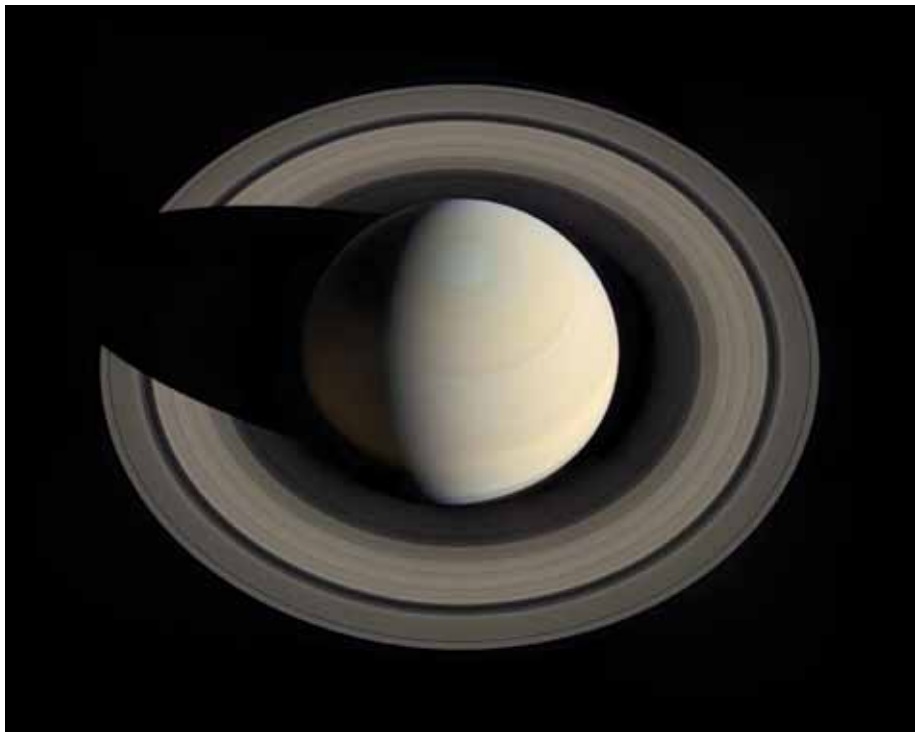
Ja Saturna gredzenus tik dramatiski ie-
tekmē mazie ganu mēneši, kuru diametrs
ir ar kārtu no 10 līdz 100 km, ko gan var
sagaidīt no miljons reižu smagākā Titāna?
Lai arī Titāns ir desmit reižu tālāk no Saturna
nekā gredzeni, tā orbīta atrodas 0,35 grā-
du slīpumā pret gredzenu plakni, kā arī ir
nedaudz ekscentriskā. Tāpēc tas ar savu
pašuma spēku gredzenu sistēmā spēj in-
ducēt divu veidu viļņus: kustību ārpus gre-
dzena vidējās plaknes, kā arī gredzenu
vielas sablīvējumus.

Kaut gan gredzenu sistēma ir dažus
metrus plāna un kopumā atrodas Saturna
ekvatora plaknē, Titāna un citu lielo pava-
doņu pievilkšanas spēks to spēj deformēt kā
vinila skaņuplati, tuvāko malu par vairākiem



Saturna puscaurspīdīgais A gredzens. Fonā ir
Saturns, kuru klāj gredzenu ēna.

NASA/JPL-Caltech/
Space Science Institute foto



kilometriem pa-
velkot ārpus Sa-
turna ekvatora
plaknes. Tā kā
gredzenu daļiņas
riņķo daudz ātrāk
par lielajiem pa-
vadoņiem, viļņ-
veida deformā-
cija izplatās pa
visu gredzenu sis-
tēmu, turklāt iek-

Saturna gre-
dzena sistēma no
attāluma izskatās
perfekti simetriska,
taču patiesība ir
krietni interesantā-
ka.

NASA/JPL-Calte-
ch/Space Science
Institute/G.
Ugarkovic foto

šējos gredzenos ātrāk nekā ārējos. Rezultātā Titāna un citu pavadoņu inducētie gredzenu viļņi satinas spirāles veidā, līdz kļūst tik cieši, ka pārvēršas gredzena daļiņu nekārtīgā kustībā, kura savukārt ar laiku apstiprinās, jo sadursmes starp sniega pikām līdzīgajām daļiņām nav ideāli elastīgas. Ja gredzeni būtu veidoti no gāzes, tad varētu teikt, ka lielo pavadoņu gravitācijas perturbācijas ir kā sitieni, kas šajā gāzē izraisa skaņas viļņus, kuri ar laiku pāriet siltuma kustībā. Iespējams, ka šādā veidā Saturna gredzenu sistēma jūtami bremsē lielos ledus pavadoņus, kāds vai pat daži no kuriem senatnē ir pietiekamā mērā zaudējuši savu orbitālo enerģiju, lai kļūtu par daļu no gredzenu sistēmas, kur Saturna paisuma spēki un sadursmes tos saskaldīja par tagad novērojamām gredzenu daļiņām.

Deformācijas un blīvuma viļņu izplatīšanās Saturna gredzenu vidē var kalpot par eksotisku, taču ļoti uzskatāmu un matemātiski ērti modelējamu piemēru daudzu fizikālu sistēmu uzvedībai, no triecienviļņiem gāzēs un šķidrumos līdz seismoloģijai, planētu sistēmu akrecijai no kosmiskajiem putekļiem un galaktiku spirālveida struktūrai, kas arī ir saistīta ar blīvuma viļņiem pašgravitējošā matērijā – tiesa gan, zvaigznēm, nevis apviļātām sniega pikām. Saturna gredzenu izpēte tādējādi dod vērtīgu impulsu cilvēku iztēlei, kas arī ir galvenais pašreizējais ieguvums no ārējās Saules sistēmas misijām.

IRENA PUNDURE

HABLA 27. GADADIENAI DIVAS MIJEDARBOJOŠĀS GALAKTIKAS

Habla kosmiskais teleskops (*Hubble Space Telescope*) ir ESA un NASA starptautiskās sadarbības projekts. Kopš tā palaišanas 24.apr.1990. *Habls* ir bijis nozīmīgs apvērsums

Avoti:

- Esposito, L. W.; Albers, N.; Meinke, B. K.; Sremčević, M.; Madhusudhanan, P.; Colwell, J. E.; Jerousek, R. G. A predator-prey model for moon-triggered clumping in Saturn's rings. – *Icarus* **2012**, 217, 103.
- Jerousek, R. G.; Colwell, J. E.; Esposito, L. W.; Nicholson, P. D. Small particles and self-gravity wakes in Saturn's rings from UVIS and VIMS stellar occultations. – *Icarus* **2016**, 279, 36.
- Rehnberg, M. E.; Esposito, L. W.; Brown, Z. L.; Albers, N.; Sremčević, M.; Stewart, G. R. A traveling feature in Saturn's rings. – *Icarus* **2016**, 279, 100.
- Zhang, Z.; Hayes, A. G.; Janssen, M. A.; Nicholson, P. D.; Cuzzi, J. N.; de Pater, I.; Dunn, D. E.; Estrada, P. R.; Hedman, M. M. Cassini microwave observations provide clues to the origin of Saturn's C ring. – *Icarus* **2017**, 281, 297.

Saites:

- Cassini iegūto attēlu galerija: <https://saturn.jpl.nasa.gov/galleries/images/>
- Vikipēdijas informācija par Saturna gredzeniem: https://en.wikipedia.org/wiki/Rings_of_Saturn
- Saturna gredzenu propellera animācija: <https://www.youtube.com/watch?v=E-XBVXkGqEA>
- Video lekcija (Dr. Mark Showalter, SETI Institute) par dinamiskajiem Saturna gredzeniem: <https://www.youtube.com/watch?v=X5zcrEze8L4&t=3613s> D

astronomijā – pirmā šāda veida orbitējošā aparatūra. 27 gadus teleskops ir pētījis kosmosa brīnumus. Astronomi un sabiedrība tāpat var apliecināt, ka nekā tāda cilvēces vēsturē



2. att. **Galaktiku NGC 4298 un NGC 4302 apkārtnē.** Šis virszemes platlencņa attēls rāda divas galaktikas NGC 4298 un NGC 4302 (*centrālā*) un to apkārtni. Dažas saskatāmās galaktikas – gan fonā (Field galaxies) *ar baltu* un Jaunavas Kopai piederīgie (Virgo Cluster members) *ar zaļu* –, kā arī dažas spožās zvaigznes (Stars) *ar zilu* ir uzrādītas.

Nopelns: NASA, ESA, *Digitalizētais debess apskats* (Digitized Sky Survey 2)

iepriekš nav bijis. Papildus kosmosa skaistuma atklāšanai *Habls* ir izrādījis zinātnisko datu bagātību lāde, kam astronomi var piekļūt.

ESA un NASA katru gadu *Habla* dzimšanas dienu svin ar kādu iespaidīgu attēlu¹. Šā

¹ Sk. rakstus *ZvD*: *Habls* svin 21. gadadienu ar galaktisku "rozi". – 2011, Vasara (212), 24. lpp. <http://www.lu.lv/zvd/2011/vasara/habls/>; *Habla* sudraba gadadienas mirdzošais debess gobelēns. – 2015/16, Ziemā (230), 12.-13. lpp.

gada attēls rāda galaktiku pāri, zināmu kā NGC 4302 (redzama sānskatā) un NGC 4298 (redzama pretstatā) (sk. 1. att. vāku 1. lpp.), abas izvietotas 55 miljonu gaismas gadu attālumā Berenikes Matu (*Coma Berenices*) zvaigznājā. Kosmiskais pāris, ko atklājis angļu astronoms Viljams Heršels (*William Herschel*) 1784. gadā, ietilpst Jaunavas Kopā (*Virgo Cluster*), kas ir gravitācijas saistītu gandrīz 2000 atsevišķu galaktiku krājums (2. att.).

Šo divu ļoti dažāda izskata spirālgalaktiku NGC 4302 un NGC 4298 apbrīnojamo kosmisko sakārtošanos pāri attēlojis NASA/ESA Habla kosmiskais teleskops. No sāniem redzamā NGC 4302 ir mazliet mazāka par mūsu Piena Ceļa galaktiku (*Milky Way Galaxy*). Plakaniski guļošā galaktika NGC 4298 ir pat vēl mazāka: tikai puse no sava līdzdalībnieka izmēra. Šis attēls izcili notvēris to silto zvaigžņu blāzmu un putekļu brūnos, raibi lāsumainos rakstus. Apliecinot Habla teicamās iespējas, šī aizraujošā ainava ir nodota publicēšanai kā daļa no teleskopa 27. gadskārtas svīnībām.

Tuvākajā punktā atstatums starp abām galaktikām ir tikai aptuveni 7000 gaismas gadu. Pieņemot šo ļoti tuvu sakārtojumu,

astronomus izbrīnī nozīmīgas gravitācijas mijiedarbības trūkums: tikai niecīgs neitrālā ūdeņraža gāzes tilts – nav redzams šai attēlā – parādās izplešamies starp tām. Garas paisuma un bēguma astes un izkropļojumi to struktūrā, kādi parasti raksturīgi tik tuvu vienai pie otras esošām galaktikām, vispār nav novērojami.

Pat savā 27. darbības gadā Habls turpina sagādāt patiesi iespaidīgus kosmosa attēlus, un, lai arī tā kompanjona, NASA/ESA/CSA² starptautiskās sadarbības Džeimsa Veba kosmiskā teleskopa (*James Webb Space Telescope*) palaišanas datums nāk tuvāk, Habls nepaliek gausāks. Tā vietā teleskops turpina celt latīņu, parādīdams, ka vēl aizvien novērošanai ir atstāts pietiekami daudziem nākamajiem gadiem. Faktiski astronomi cer izbaudīt Habla un Džeimsa Veba darbību vienlaicīgi un izmantot to apvienotās iespējas, lai izlūkotu Visumu.

Pēc ESA/Hubble 20.apr.2017. Foto paziņojuma
(Photo Release heic1709)

² CSA (*Canadian Space Agency*) – Kanādas Kosmosa aģentūra.

ŠOVASAR ATCERAMIES | ŠOVASAR ATCERAMIES | ŠOVASAR ATCERAMIES

Pirms **275 gadiem – 1742. g. 12. septembrī** Gerlicā (*Görlitz*) dzimis **Johans Kristofs Broce** (*Johann Christoff Brotze*), čehu izcelsmes Baltijas novadpētnieks, Rīgas Ķeizariskā liceja (1769-1804) un vēlākās ģimnāzijas (1804-1815) skolotājs, unikāla personība latviešu kultūras vēsturē. Viņa savākto latviešu un igauņu vēsturisko materiālu zīmējumiem un aprakstiem (>100 sējumos) ir izcila vērtība. Pievērsies arī Vidzemes ģeogrāfiskai izpētei un tās aprakstīšanai. Miris 1823. g. 16. augustā Rīgā (apglabāts Lielajos kapos). I. D.

AMATIERASTRONOMIJAS INTERESENTIEM | AMATIERASTRONOMIJAS INTERESENTIEM

29. amatieru astronomijas seminārs “Ērglis 2017” notiks **no 2017. gada 20. līdz 23. jūlijam Mērsragā**, Mērsraga vidusskolā.

Vietas karti var apskatīt vietnē <https://goo.gl/maps/E8rsQ7DRXoz>.

Pieteikšanās jāveic ar fimekļa lapas starpniecību:

<http://tinyurl.com/erglis2017> **līdz 28. jūnijam**.

Sīkāka informācija par semināra programmu un pieteikšanos ir pieejama Latvijas Astronomijas biedrības mājaslapā www.lab.lv.

Māris Krastiņš, tālr. 29 408 500



RAITIS MISA

MARSA PUSAUDZIS VISURGĀJĒJS OPPORTUNITY

Mēs esam pieraduši gan pie veiksmēm, gan pie neveiksmēm kosmosa izpētes jomā. Ja runājam par veiksmēm, daudzi, protams, zinās nosaukt zondes *Voyager 1* un *2*, kas jau šogad svinēs savu 40 gadu jubileju. Tas ir, var pat teikt, grūti aptverams sasniegums. Nenoliedzami salīdzināms ilgtspējības rekords ir Marsa visurgājēju dvīņu kontā. Protams, īpaši izceļot *Opportunity*, kas šā gada 24. janvārī nosvinēja 13 gadu darbības jubileju.

Iedeja radīt teju 200 kg smagus (reāli ap 185 kg), tātad nopietni apriņķotus Marsa visurgājējus radās pēc tam, kad to priekštecis, miniatūrs, 11,5 kg smags visurgājējs *Sojourner* (ZvD par to rakstīja Mārtiņš Gills 1997. gada Pavasara laidiena 16.-17. lpp.), plānoto 7 Marsa dienu vietā darbojās veselas 83 Marsa dienas. Šajā laikā tas veica tikai apmēram 100 m, tomēr tas bija liels sasniegums, jo pirmo reizi uz Marsa bija kaut neliela, bet mobila laboratorija.

Visurgājēji dvīņi, kas sākumā bija nosaukti vienkārši *MER-A* vai *MER-2* (*Spirit*) un *MER-B* vai *MER-1* (*Opportunity*), ceļā uz Marsu devās 2003. gada vasarā. Pirmais 2004. gada 4. janvārī Marsu sasniedza *Spirit*¹, bet jau 25. janvārī klāt bija arī *Opportunity*². Kā šodien atceros emocijas (rūpīgi sekoju līdz gan *Sojourner*, gan vēlāk arī dvīņu gaitām), kas pārņēma, kad piezemējās *Spirit* un bija skaidrs, ka tas darbosies. *Opportunity* sekmīgo nolaišanos visi uzņēma jau daudz mierīgāk. Galu galā

¹ Sk. Jaunbergs J. Divas pasaules, viena Saule. – ZvD, 2004, Pavasaris (183), 66.-69. lpp.

² Sk. Začeste I. *Spirit* un *Opportunity* Marsa pretējās pusēs. – ZvD, 2004, Pavasaris (183), 69.-71. lpp.

viens visurgājējs, turklāt pilnā darba kārtībā, jau uz Marsa bija.

Interesentiem ir labi zināms, ka abu visurgājēju darba mūžs bija paredzēts 90 Marsa dienas (*Sol*, kas ir 24 h 39 m 35,244147 s ilga), kas ir aptuveni 92,5 diennaktis uz Zemes. Retajam ir paslīdējis garām fakts, ka abi visurgājēji šo termiņu neievēroja un *Opportunity* ir aktīvs (gandrīz 4700 Marsa dienas) arī publikācijas tapšanas brīdī. Savukārt *Spirit* līdz pēdējam kontaktam ar to 2010. gada 22. martā bija darbojies 2208 Marsa dienas.

Abi visurgājēji savā darbības laikā ir paveikuši daudz interesanta un veikuši vairākus nozīmīgus atklājumus. Tie ir savākuši par Marsa klimatu un procesiem uz tā informāciju, ko iespējams iegūt, tikai ilgstoši esot uz vietas. Visurgājēju uzņemtie attēli ļauj ieraudzīt dažādo Marsa virsmu un ainaviskos skatus, kādus Zemes iedzīvotājam citādi ieraudzīt nav iespējams (sk. vāku 4. lpp.).

Izdevās sazināties un e-pastā uzdot dažus jautājumus Džonam Kallasam (*John L. Callas*), NASA JPL Marsa izpētes visurgājēju projekta vadītājam. Džons Kallass Marsa izpētes visurgājēju projektā iesaistīts jau kopš 2000. gada, bet tā vadītāja pienākumus pilda kopš 2006. gada.

Raitis Misa (RM): Šodien, ja presē lasām par Marsa izpēti, tad bieži tiekam informēti par Marsa visurgājēja *Curiosity* sasniegumiem. Iespējams, daudzi nemaz nezina, ka viens no Marsa izpētes visurgājējiem – *Opportunity* vēl arvien darbojas un veic pētījumus. Manuprāt, tas ir tuvu brīnumam, ka visurgājējs, kas tika veidots apmēram 92 diennakšu



Džons Kallass (*John L. Callas*), NASA JPL Marša izpētes visurgājēju projekta vadītājs ar Marša visurgājēja modeli reālos izmēros (aizmugurē).

darba mūžam, darbojas tik ilgi. Kādi ir iemesli šādai ilgmūžībai? Protams, tehniskais dizains, bet kas vēl?

Džons Kallass (**DŽK**): Ir vairāki iemesli *Opportunity* (un arī *Spirit*) ilgmūžībai. Redzamākais ir tas, ka Marša vēji katru sezonu nofīra visurgājēja saules paneļus un ļauj saražot pietiekami daudz elektrības, lai pārļautu ziemu. Tas bija negaidīti. Mazāk redzams ir fakts, ka visurgājēji ir kvalitatīvi izgatavoti un labi pārbaudīti. Testēšana bieži netiek pienācīgi novērtēta, jo tā nav acīmredzama. Bet tieši labi testi palīdz atrast dažādus defektus, vēl pirms to izdara Maršs. Noteikti nozīmīgs ir arī komandas uzmanīgais un pārdomātais darbs. Bez mērķtiecīgiem un pieredzējušiem cilvēkiem šāda veiksmīga visurgājēju darbība nebūtu iespējama.

RM: Nedaudz par emocijām. Jūs Marša visurgājēju projektā esat iesaistīts jau no 2000. gada. Tātad jums ir atmiņas par visurgājēju



JPL inženieri strādā pie MER 1 (Opportunity).

izstrādes procesu, startu kosmosā, nolaišanos un darbību uz Marša. Ko jūs domājat par visurgājējiem toreiz 2004. gadā un ko tagad? Īpaši par Opportunity. Vai nav tā, ka ir jau tā pierasts pie fakta, ka šis visurgājējs ir uz Marša nu jau vairāk nekā 13 gadus un jums tas šķiet pašsaprotami? Vai nav sajūtas, ka tā ir bijis vienmēr?

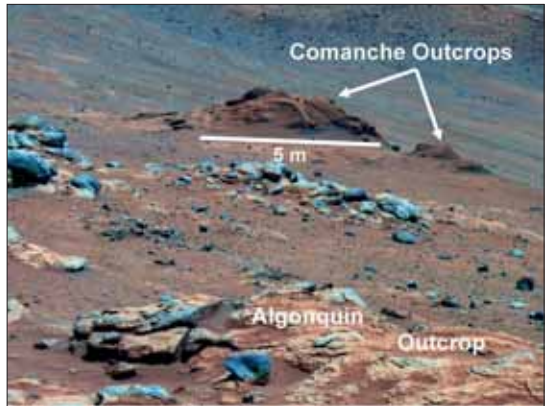
DŽK: Sākumā, protams, bija daudz entuziasma un aizrautības, kad visurgājēji nolaidās, un liela vēlēšanās atvēlētās 90 dienas izmantot enerģiski pētījumiem. Kas mainījās, kad sapratām, ka visurgājēji darbosies nevis dažus mēnešus un nobrauks dažus metrus, bet, iespējams, tie būs gadi un kilometri? Tas mainīja mūsu komandas fokusu no steigas, lai paspētu pēc iespējas vairāk, uz plānveida izpēti un iespēju paveikt patiešām aizraujošas lietas, pat ja to paveikšanai jāmēro tāls ceļš.

RM: Kuri ir, jūsuprāt, ievērojamākie atklājumi, ko visurgājēji paveikuši?

DŽK: Tas ir viegli. Ūdens ar neitrālu pH līmeni, ko *Opportunity* atklāja *Endeavour* krāterī. Karbonāti, ko *Spirit* atrada *Hasbenda* paugurā (*Husband Hill*). Un nozīmīgākais – hidrotermiskās sistēmas, ko *Spirit* atklāja *Home Plate* plato. Neitrāls ūdens liecina par iespējamu agrīnu dzīvību uz Marša. Karbonāti liecina par blīvas atmosfēras klātbūtni pagātnē. Hidrotermiskās sistēmas liecina ne tikai par ūdens



Opportunity rentgenstaru spektrometra (APXS) dati liecina, ka gaišais akmens attēla augšā pa vidu satur vairāk alumīnija un silīcija dioksīda un mazāk kalcija un dzelzs nekā citi Opportunity pēfītie akmeņi. Šo datu interpretācija liek domāt, ka tas ir mālainis minerāls, kas radies intensīvas ūdens iedarbības rezultātā.



Spirit uzņemtajā attēlā, kas nav dabīgās krāsās, redzamais atsegums (Comanche Outcrops) ir bijis mitruma bagāts, skābuma neitrāls, tātad, iespējams, labvēlīgs dzīvībai. Ir konstatēts, ka šajā apgabalā karbonātu koncentrācija 10 reizi pārsniedz to, kāda tā ir vidēji uz Marsa. Attēla apakšā pa labi redzams cits atsegums (Outcrop) ar nosaukumu Algonquin.

Visi attēli – NASA/JPL

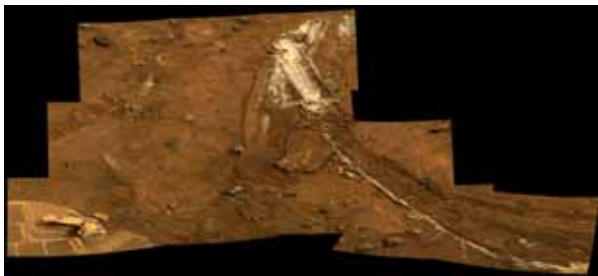
DŽK: Jā, smagākais ir Spirit zaudējums. Lie-las problēmas rada arī Opportunity zibatmi-ņas izešanas no ierindas. Tas apgrūtina zināt-nisko datu, ko vēlamies iegūt, savākšanu. Tas ikdienu padara nedaudz sarežģītāku.

RM: Kādi ir lielākie izaicinājumi jūsu ko-mandas cilvēkiem? Neskaitot sajūtu, ka "šī ir kārtējā diena uz Marsa".

DŽK: Strādāt uz Marsa vienmēr ir izaicinā-jums. Mums pastāvīgi sev jāatgādina, ka tas, kas notiek, notiek uz citas planētas. Mums katra darbība jāplāno tā, lai to izdarītu pa-reizi. Reizēm tas šķiet vienkārši, bet tas tā nav.

RM: Kādi ir nākamie Opportunity uzdevu-mi? Vai ir kāda vieta, kurp tas dosies, lai veik-tu kādu konkrētu uzdevumu?

DŽK: Opportunity šobrīd dodas uz vietu, kur, iespējams, ir seni ūdens izskaloti veido-jumi. Tie veidojušies laikā, kad Marss vēl bija ūdeņiem bagāts. Būs interesanti noskaidrot, vai šos veidojumus tiešām radījis ūdens, un noskaidrot, no kurienes šis ūdens nācis. Cik daudz ūdens bijis un cik ilgi tas bijis pirms 3 līdz 4 miljardiem gadu. D



Attēls uzņemts Home Plate plato. Gaišais at-segums bloķētā Spirit labā priekšējā riteņa slie-dē sastāv no gandrīz tīra silīcija dioksīda ar ne-lieliem opāla piejaukumiem. Tas var būt radies karstu avotu vidē vai arī, skābiem vulkāniskiem tvaikiem izplūstot pa plaisām. Abos gadījumos nepieciešama ūdens klātbūtne. Uz Zemes abās šādās vietās ir aktīva mikrobioloģiska dzīvība.

klātbūtni, bet arī par to, ka ir enerģijas avoti, kas, iespējams, var uzturēt ekosistēmu.

RM: Kādas ir sāpīgākās neveiksmes, pro-tams, neskaitot Spirit zaudēšanu?

APSPRIEDES UN SANĀKSMES

MĀRTIŅŠ SUDĀRS, *Thales Alenia Space* Turīnā (Itālija)

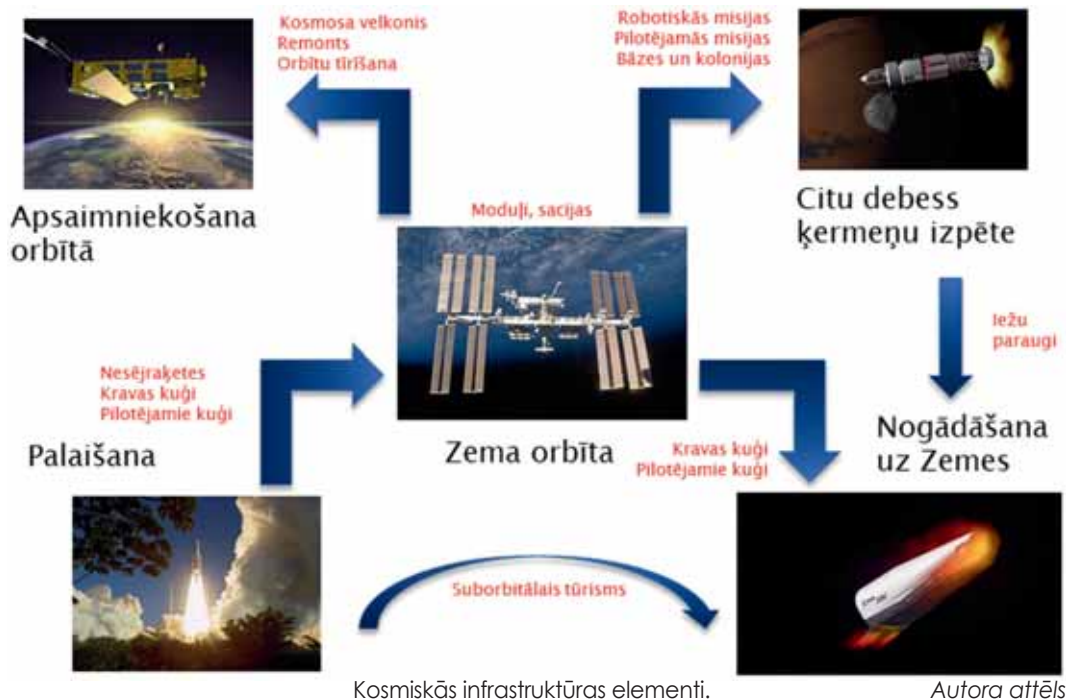
KOSMOSA INFRASTRUKTŪRAS ATTĪSTĪBA

Šis raksts ir veidots uz autora ziņojuma bāzes, kas tika nolasīts Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences Astronomijas sekcijas sēdē Rīgā šā gada 17. februārī. Praktisku iemeslu dēļ raksts sastāv no divām daļām, kur šī daļa apskata globālās kosmosa infrastruktūras attīstības tendences, savukārt otrajā daļā nākamajā *ZvD* numurā sīkāk aplūkos Eiropā un arī Latvijā notiekošos kosmiskās attīstības procesus un iespējas.

Ar definīciju "kosmosa infrastruktūra" saprot visus tos tehniskos līdzekļus, kas nepieciešami kosmisko aparātu nogādāšanai ārpus Zemes atmosfēras nepieciešamajās orbītās

vai atpakaļ uz Zemes, kā arī tos elementus, kas nepieciešami, lai orbītā astronautiem nodrošinātu uzturēšanās apstākļus, kosmiskās stacijas. Tātad lielā mērā elementus var iedalīt šādi:

- nesējraķetes un to augšējās pakāpes;
- kosmiskās stacijas (piezīme: pagaidām eksistē tikai orbītā ap Zemi);
- atmosfēras laivas astronautu vai kravas nogādāšanai uz Zemes vai citas planētas virsmas;
- nolaižamie aparāti, apdzīvojamie moduļi, virsmas bāzes utt. citu debess ķermeņu izpētei;



- kosmiskā tūrisma transportlīdzekļi, tostarp suborbitālie;
- ZMP apsaimniekošana orbītā, atlūzu izvākšana utt.

Pagājušajā gadsimtā jau no kosmosa ēras pirmsākumiem praktiski visā pasaules kosmosa izpētes programmā dominēja divas lielvalstis – ASV un Krievija, kas, atrodoties savstarpējā politiskā un tehnoloģiskā sacensībā, varēja atļauties investēt milzīgus līdzekļus kosmisko tehnoloģiju attīstībā. Jau tūlīt pēc aukstā kara beigām astoņdesmito gadu beigās situācija krasi izmainījās un kosmosa izpētes tehnoloģiju attīstības virzienu sāka noteikt jauni faktori – zinātniskie mērķi un komerciālās izmantošanas tendences, tostarp kosmiskais tūrisms.

Organizācijas

Kosmiskās infrastruktūras un tehnoloģiju attīstība nenotiek tā vienkārši pašplūsmā, bet to nosaka dažādas nacionālas un internacionālas organizācijas un arī kompānijas.

1. Nacionālās aģentūras un to ilgtermiņa plāni

- Valstu nacionālās aģentūras: NASA, JAXA, ISRO, Roskosmos, CNES, DLR etc.
- Starptautiskās aģentūras: ESA (*European Space Agency*) Eiropas ietvaros + Kanāda.

2. Starptautiskās darba grupas

- *The United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA)* – nodarbojas ar kosmosa “likumdošanu”, kas drīzāk ir tāds kā rekomendāciju kopums, ko dalībvalstis apņemas ievērot.
- *The International Space Exploration Coordination Group (ISECG)* – kosmosa izpētes koordinācijas grupa ar mērķi veicināt informācijas apmaiņu un potenciālo sadarbību starp dalībvalstīm, īpaši lielajiem projektiem, kurus realizēt atsevišķām valstīm var nebūt pa spēkam.
- *International Space Exploration Forum* – regulāri organizēts fo-

rum ar mērķi veicināt sadarbību kosmosa izpētes programmās.

- *The International Mars Exploration Working Group (IMEWG)* – darba grupa, kas orientējas uz sadarbību Marsa izpētei.

- ... citas.

3. Militārās organizācijas, gan nacionālās, gan starptautiskas (tai skaitā NATO)

4. Brīvais tirgus un tā nepieciešamības

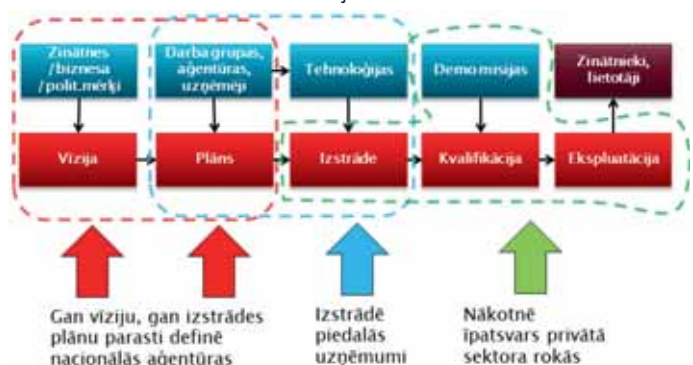
- Lielo pavadoņu konstelāciju īpašnieki un potenciālie īpašnieki.
- Kosmosa tūrisma potenciālie operatori.

Līdz šim vislielākā loma ir bijusi tieši nacionālajām aģentūrām un militārajām organizācijām, taču milzīga un pieaugoša loma ir arī brīvajam pakalpojumu tirgum.

Kā notiek kosmiskās infrastruktūras izstrāde?

Kosmiskā infrastruktūra tiek izstrādāta tā, lai tā atbalstītu kādu politisku/zinātnisku/biznesa mērķi un ar to saistītu kosmiskā aparāta misiju.

Sākums visam izstrādes procesam ir meklējams vīzijā, kas tiek veidota, lai sasniegtu noteiktus politiskus, zinātniskus vai biznesa mērķus. Piemēram, ASV astronautu nogādāšana uz Mēness bija politiska vīzija, kurai sekoja desmitiem gadu ilgs sagatavošanās process, tostarp vairākas kosmosa programmas (*Mercury, Gemini, Apollo*). Vīzija var būt arī liela tūrisma paredzētā kosmiskā stacija zemā orbītā utt. Vīzija var būt arī nesasn-



Kosmiskās infrastruktūras projekta attīstības shēma.

Autora attēls

dzama ar pašreizējām tehnoloģijām, bet kļūt iespējama nākotnē, pārvarot šo tehnoloģisko barjeru. Lai gan tas var šķist neskaidri, bet skaidri definēta un pamatota vīzija ir pamatakmens jebkurai kosmosa izpētes programmai. Ir būtiski nemainīt un negrozīt šo vīziju, jo tā definē visus turpmākos izstrādes soļus, pretējā gadījumā radot lielus finansiālus un laika resursu papildizdevumus.

Vīzijai kļūstot par konkrētu izstrādes plānu, tiek izveidotas darba grupas jeb "izpētes programma", kuras uzdevums definēt misijas mērķus, izstrādes soļus, identificēt tehnoloģiskās barjeras un izstrādājamās vai pilnveidojamās tehnoloģijas, kā arī tiek piesaisīts budžets no attiecīgās valsts, kompānijas vai organizācijas. Bieži tehnoloģijas, kas nepieciešamas misijas īstenošanai, nemaz vēl nav pieejamas, šādu situāciju sauc par tehnoloģisko caurumu vai barjeru (*technological gap*), un var tikt radītas nelielas izpētes programmas, kas ir paredzētas īpaši jaunu tehnoloģiju izstrādei un testēšanai, tostarp ar pilna izmēra kosmosa kuģiem. Tehnoloģiju izstrādi parasti vada nacionālās kosmosa izpētes aģentūras, taču tajā iesaistās arī industrijas, kas ir ieinteresētas līguma iegūšanā galaprodukta izstrādei. Gan atsevišķi misijas elementi, gan viss kosmosa kuģis kopumā tiek kvalificēts misijai. Starpplanētu misiju kosmosa

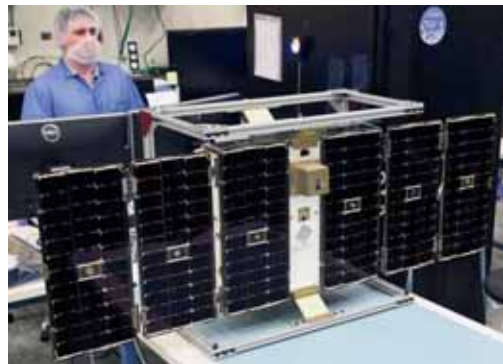
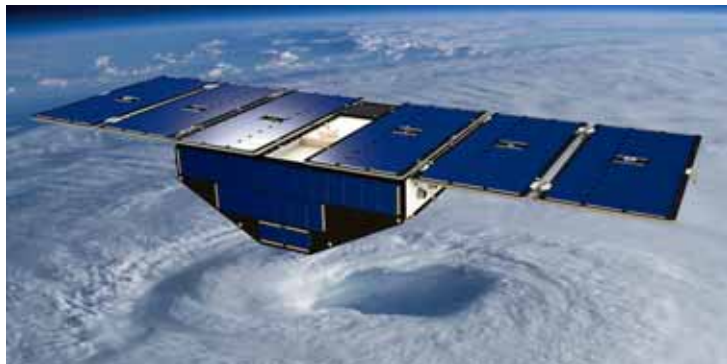
kuģu un citu vienreiz izmantojamu kosmosa infrastruktūras elementu kvalifikācija notiek laboratorijās mākslīgā vidē – vakuumkamerās ar mākslīgu radiāciju, elektromagnētisko starojumu utt., bet pilotējamiem kosmosa kuģiem kvalifikācijas kritēriji ir stingrāki, un ir nepieciešams veikt nepilotējamus demonstrācijas lidojumus, lai pārliecinātos, ka visu kritisko sistēmu darbība un tās nobīdes ir pieļaujama jās robežās.

Tikai pēc šo soļu veikšanas galaprodukts ir pieejams lietotājiem – zinātniekiem, ZMP īpašniekiem, astronautiem utt.

GALVENĀS TENDENCES

ZMP izmēri. Ja runa ir par sakaru vai novērojumu pavadoņiem, kas ir tirgus galvenais segments, ZMP vidējais izmērs turpina sarukt. Tas noticis, galvenokārt pateicoties elektronikas jaudas pret izmēru attiecības pieaugumam, ļaujot ietilpināt nepieciešamo aparāturu mazākās dimensijās. Te gan jāatgādina, ka ZMP izmantotā elektronika joprojām ir daudzārt lielāka nekā tā, ko esam pieraduši redzēt ikdienā, jo nepieciešams nodrošināt ilgstošu darbību paaugstinātas radiācijas apstākļos.

Vēl viens nozīmīgs faktors ir sakaru ZMP gala lietotājs. Ģeostacionārā un augstās or-



CYGNSS maza izmēra ZMP paredzēts konstelācijai zemā orbītā, pretstats lieliem ģeostacionāriem ZMP kā *Alphasat* (sk. vāku 3. lpp.). *Attēlā pa kreisi* – pavadoņi orbītā (*datorgrafika*), *pa labi* – montāžas process. NASA attēli

bītās izvietotie ZMP atrodas 20-50 reižu tālāk nekā tie, kas ir zemās orbītās, līdz ar to ir nepieciešams 400-2500 reižu spēcīgāks signāls komunikāciju uzturēšanai vai arī pavēršama antena. Neviena no šiem variantiem nav ērts mazizmēra satelīttelefona vai mobilā satelīta interneta lietotājiem ikdienā. Līdz ar to tā vietā, lai izvietotu nedaudzus lielus un jaudīgus ZMP, sakaru nodrošinātājiem pievilcīgāk ir izvietot lielu skaitu lētu un mazu ZMP zemā orbītā dažādās plaknēs, tādējādi nodrošinot pārklājumu visā pasaulē.

Nesējraķetes un to pielāgošanās komerciālajam tirgum. Nesējraķešu tirgū atgriežas pieprasījums pēc daudzkārt izmantojamiem elementiem. Lai gan daudzas, īpaši NASA un ASV privātu kompāniju aktivitātes 1980.-2000. gadā, kā arī *Space Shuttle* programma pierādīja, ka radīt pilnībā daudzkārt izmantojamu ZMP palaišanas sistēmu jeb nesējraķeti izmaksātu pārāk dārgi, tomēr atsevišķi elementi, kā pirmās pakāpes, ja tās izmanto atkārtoti un nav nepieciešami lieli resursi to remontam, var samazināt starta kopējās izmaksas. Šo principu jau veiksmīgi demonstrējusi ASV kompānija *SpaceX*, nosēdinot uz jūrā novietotas platformas nesējraķetes *Falcon 9* pirmo pakāpi.

Palielinoties pieprasījumam pēc mazākiem zemās orbītas izvietotiem komunikāciju ZMP, mainās arī pieprasījums pēc nesējraķešu

tipa. Kļūst pievilcīgas tieši tās raķetes, kuras ir ar nelielu kravnesību (līdz 2 t) un zemām palaišanas izmaksām. Arī šādu nelielu raķešu izstrāde ir jau finansiāli iespējama ar budžetu, kas parasti pieejams nelielām privātām kompānijām. Tieši šis faktors līcis sarosīties privātajam nesējraķešu sektoram tieši pēdējos gados. Lielās jaudas nesējraķešu izstrāde lielo izmaksu dēļ joprojām praktiski visā pasaulē tiek finansēta ar nacionālo kosmosa aģentūru budžeta palīdzību.

Kosmiskais velkonis. Nesējraķešu derīgās kravas masa līdz zemām Zemes orbītām ir krietni lielāka nekā uz ģeostacionāro orbītu, un, lai tiktu līdz ģeostacionārajai orbītai, ir vai nu jāizmanto papildu raķešpakāpe, vai arī raķetei jāstartē ar samazinātu derīgās kravas masu. Izmantojot elektriskus raķešdzinējus, nepieciešamās degvielas masa būtu mazāka un varētu palielināt ZMP masu, bet to mazās vilkmes dēļ tie nav izmantojami startam no Zemes vai augšējos atmosfēras slāņos.

Kosmiskais velkonis tāpat būtu orbītā bāzēta "augšējā raķešpakāpe", kas pārtvertu zemā orbītā ap Zemi ievadītus ģeostacionāros pavadoņus un tad paceltu tos uz gala orbītu 36 tūkstošu km augstumā, un pēc tam atgrieztos zemā orbītā, lai paceltu nākamo. Tāpat arī nogādāšanai zemākās orbītās, ja attiecīgais ZMP ir remontējams vai jāizvada no orbītas. Paša kosmiskā velkoņa degvielu ir iespējams uzpildīt, nogādājot orbītā tam paredzētu degvielas tvertni.

Apsaimniekošana orbītā un kosmisko atkritumu savākšana. Kosmisko aparātu nepārtraukti pieaugošais skaits rada bažas, ka nākotnē ir iespējamas biežākas to sadursmes¹, bet ZMP "sadursme" ar mikrodaļiņām notiek pat vairākas reizes gadā. Divu ZMP sadur-



Falcon 9 pirmās pakāpes nosēšanās uz platformas okeānā. *SpaceX attēls*

¹ Sk. autora rakstus *ZvD: Pavadoņu sadursmes – vai apzināties to draudus?* – 2009, *Vasara* (204), 20.-22. lpp. <http://www.lu.lv/zvd/2009/vasara/pavadonu-sadursmes-vai-apzinaties-to-draudus/>; *Problēmas ar atkritumiem? Ne ar tiem, kas izgāztuvē, bet ar tiem, kas kosmosā!* – 2012, *Vasara* (216), 13.-20. lpp.

smes rezultātā tīktu izkaisīts tūkstošiem atlūzu tiem tuvajās orbītās. Šīs atlūzas var sadurties ar citiem ZMP, katras sadursmes rezultātā izkaisot vēl tūkstošiem jaunu utt., padarot noteiktu augstumu orbītas praktiski vairs neizmantojamas uz daudziem gadiem. Šī ķēdes reakcija ir zināma kā Keslera sindroms.

Lai šādu situāciju novērstu, iespējams lietot dažādus līdzekļus:

- sakārtot nacionālos un starptautiskos likumus. Pagaidām dažu valstu likumdošana prasa, ka ZMP pēc sava kalpošanas laika ir jābūt spējīgiem nogādāt sevi sadegšanai atmosfēras bīvajos slāņos. Vai arī ZMP masas un izmēru attiecībai jābūt tādai, ka tas dabīgā ceļā zaudētu augstumu un ienāktu Zemes atmosfērā ne ilgāk kā pēc 25 gadiem;
- aktīvā veidā izvākt no orbītas nefunkcionējošos ZMP. To var darīt ar kosmiskajiem velkoņiem līdzīgu aparātu, kas pazeminātu to orbītas līdz aptuveni <400 km augstumam, tādējādi palielinot aerodinamisko pretestību un garantējot ieešanu atmosfērā jau pāris mēnešu laikā;
- nākotnē rast tehniskos risinājumus mazo atlūzu neitralizēšanai (piemēram, iztvaicēšana ar lāzeru).

Tai pašā laikā veids, kā samazināt nefunkcionējošu ZMP skaitu, būtu esošos remontēt orbītā. Tas īpaši attiecas uz nākotnes lielajām pavadoņu konstelācijām, kur dažādās plaknēs atrastos 100 un vairāk viena veida ZMP. Izstrādājot ZMP kā dažādu moduļu kopumu (kur dažādas sistēmas atrastos atsevišķos moduļos), tos būtu iespējams apmainīt orbītā, izmantojot "kosmisko velkoni" un robotisku manipulatoru. Šādā veidā iespējams samazināt palaizamo rezerves ZMP skaitu divas līdz četras reizes.

Atmosfēras laivas. Pēc *Space Shuttle* ēras beigām NASA kosmiskā transporta sektoru uz SKS un atpakaļ uz Zemi ir praktiski nodevusi privātuzņēmēju rokās, kur pašlaik dominē kompānijas *Space X* un *Orbital*, izmantojot kapsulas tipa atmosfēras laivas.

Līdz šim visi lidojumi ir bijuši nepilotējami, automātiskā režīmā.

Eiropas Kosmosa aģentūra turpina izstrādāt atmosfēras laivu uz IXV² bāzes, kas būtu viena no retajām atmosfēras laivām ne ar kapsulas formu. Ir paredzēts, ka *Space Rider* būs līdz sešām reizēm izmantojams nepilotējams kosmosa kuģis nelielas, ap 500 kg kravas nogādei zemā orbītā un atpakaļ uz Zemi. Par to sīkāk nākamajā ZvD numurā.

Kosmiskais tūrisms. Kosmiskais tūrisms kā perspektīva biznesa nozare uzmanības centrā atrodas jau vairāk nekā 15 gadus, bet līdz šim izplatījumā ir bijuši tikai septiņi maksājoši klienti, kas ceļoja ar Krievijas Soyuz kosmosa kuģi uz SKS, iegādājušies 20-40 miljonu dolāru dārgas biļetes. Kopš 2009. gada lidojumi ar tūristiem uz SKS vairs nav notikuši un ļoti ticams, ka nenotiks, jo SKS darbojas ar maksimālu ekipāžas lielumu.

Daudz lētāka un pieejamāka opcija ir suborbitālais tūrisms, bet līdz šim vēl neviens lidojums nav veikts, izņemot eksperimentālus lidojumus ar *Space Ship One*³ jau pirms 13 gadiem. Galvenā problēma, ar ko saskaras suborbitālo kosmosa kuģu izstrādātāji, ir sertifikācija un drošības kritēriji.

Tai pašā laikā tas netraucē lielajām kosmosa apgūšanas kompānijām, tādām kā *SpaceX*, jau publiski diskutēt par tūrisma iespējām uz Mēnesi, gan tikai palidošanu garām nelielā attālumā, gan nākotnē arī nosēšanos. Biļešu cenas attiecīgi būtu 100 un 750 miljoni dolāru.

² Sk. autora rakstus ZvD: IXV – Eiropas solis pretī daudzkārt izmantojamiem kosmosa kuģiem. – 2009, Rudens (205), 18.-20. lpp.; Piepūšamās laivas – ne tikai ezerā, bet arī kosmosā. – 2011, Pavasaris (211), 23.-29. lpp. <http://www.lu.lv/zvd/2011/pavasaris/laivas/>

³ Sk. autora rakstus ZvD: *Space Ship One* vistuvāk mērķim. – 2003, Rudens (181), 29.-30. lpp.; *SpaceShipOne* vistuvāk X-Prize balvai. – 2004, Rudens (185), 32. lpp.; Vai *SpaceShipOne* bija īsts kosmosa kuģis? – 2007, Rudens (197), 25.-32. lpp.

No nepieciešamo tehnoloģiju un tehnisko prasību viedokļa kosmiskais tūrisms būtiski neatšķiras no jau ierastajiem pilotējamajiem lidojumiem kosmosā.

Starplanētu zinātniskās misijas. Zinātniskās izpētes misijas ir ļoti dārgas un bieži tehnoloģiski sarežģītas, ar lielu potenciālo misijas neizdošanās risku un lielām investīcijām misijas izstrādei, līdz ar to tās paliek nacionālo izpētes aģentūru rokās, jo privātajam sektoram nebūtu iespējams atgūt ieguldītos līdzekļus.

Viens no nākotnes mērķiem, kā to definējis organizācija *ISECG*, būtu pilotējama ekspedīcija uz Marsu, profams, realizēta kā starptautiskas sadarbības projekts. Citi mērķi ietver iežu paraugu nogādāšanu no asteroīdiem un no Marsa uz Zemi, kā arī lielo gāzveida planētu Urāna un Neptūna izpēti tuvumā.

Jaunas nepieciešamās tehnoloģijas:

- *aerocapture* jeb pārtveršana orbītā, izmantojot atmosfēras pretestību;
- augstas enerģijas TPS materiāli;
- precīzas nosēšanās sistēmas;
- apdzīvojamu moduļu izstrāde Mēness un Marsa bāzēm.

Kosmiskā stacija. Pagaidām (2017) vienīgā funkcionējošā apdzīvojamā kosmiskā stacija ir SKS (jeb ISS), kuras izmantošana ir oficiāli apstiprināta līdz 2024. gadam, neizslēdzot arī tālāku termiņa pagarināšanu, jo līdz šim gadam aizstāt to ar pilnīgi jaunu līdzīgas kapacitātes struktūru nav iespējams.

Uz kosmisko staciju izmantošanu skatās potenciālie kosmiskā tūrisma operatori. Pagaidām vienīgos reālos soļus ir spērusi ASV kompānija *Bigelow*, izmēģinot divus nepilotējamus piepūšamus moduļus *Genesis 1* un *2*, kā arī pie *ISS* pievienotu piepūšamu moduli *BEAM*. Tiek uzskatīts, ka piepūšami moduļi būs nākotnes kosmisko staciju neatņemama sastāvdaļa, jo tie nodrošina lielu apdzīvojamo tilpumu.

Alternatīvas Zemes mākslīgajiem pavadoņiem. Neskatoties uz ZMP neaizstājamo lomu ikdienā, ir tomēr atsevišķas funkcijas, kur iespējams tos aizstāt ar kosmosā nepa-



Stratobus – liela augstuma dirižablis, ko izstrādā kompānija *Thales Alenia Space*.

Thales Alenia Space attēls

celtiem infrastruktūras objektiem, viena no tām ir telekomunikācijas un novērošana. ZMP sakaru pavadoņi pārklāj ļoti plašas zonas, tai skaitā zonas, kur pieprasījums pēc komunikācijām ir neliels. Vairāk nekā 50% pasaules iedzīvotāju dzīvo pilsētās, lielākajā daļā Amerikas valstu un Austrālijā pārsniedzot 75%, un pilsētu ierobežoto platību ir viegli apkalpot ar lielā augstumā novietotiem telekomunikāciju pārraidītājiem. 30 km augstumā esošs telekomunikāciju dirižablis spētu nodrošināt stabilus sakarus līdz 100 km lielā rādiusā ap sevi, un tā relatīvais tuvums (30-100 km) nozīmētu vismaz 60 reižu spēcīgāku signālu, izmantojot tās pašas komunikāciju ierīces, ko pašreiz lieto sakariem ar ZMP. 30 km augstumā esošs dirižablis tajā pašā laikā nekādi netraucētu gaisa satiksmi, un tā darbība nebūtu atkarīga no laika apstākļiem, kuri stratosfērā vienmēr ir skaidri un saulaini. Piedāvātie tehniskie risinājumi ir dažādi, gan atsaitē esoši, gan brīvi driftējoši. Šobrīd (2017) šādi sakaru pseidopavadoņi darbu vēl nav sākuši, bet tos varētu ieraudzīt jau ap 2020. gadu.

Raksta otrajā daļā (nākamajā *ZvD* numurā) sīkāk tiks apskatītas vīzijas, tendences un attīstības virzieni Eiropā un Latvijas potenciālās iespējas piedalīties šādos projektos. D

MARUTA AVOTIŅA, AGNESE ŠUSTE

LATVIJAS 67. MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES 3. POSMA UZDEVUMI

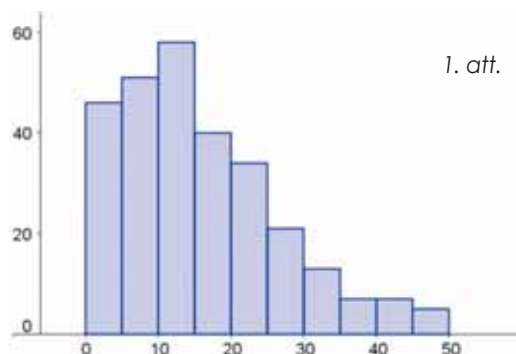
2017. gada 9. un 10. martā Rīgas Valsts 1. ģimnāzijā norisinājās Latvijas 67. matemātikas olimpiādes 3. posms. Olimpiādi rīkoja LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skola (NMS) sadarbībā ar Valsts izglītības satura centru (VISC) Eiropas Sociālā fonda projekta "Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai" (projekta numurs 8.3.2.1/16//002) ietvaros.

Olimpiādē piedalījās 282 skolēni (9. klase – 68, 10. klase – 93, 11. klase – 65, 12. klase – 56). Tika izcīnītas 13 zelta medaļas, 27 sudraba medaļas, 23 bronzas medaļas un 27 skolēni saņēma atzinības rakstus. Maksimālo punktu skaitu (50 punktus) ieguva trīs skolēni: **Sandra Siliņa** (Cēsu Valsts ģimnāzija, 9. klase), **Reinis Cīrpons** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase), **Ingus Jānis Pretkalniņš** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase).

LU Fizikas un matemātikas fakultātes Matemātikas nodaļas vadītājas prof. Ineses Bu-

las specbalvu saņēma Ingus Jānis Pretkalniņš. Balva tiek piešķirta 12. klases skolēnam, kas uzrādījis vislabākos rezultātus olimpiādē; ja tādi ir vairāki skolēni, tad vecākajam no tiem.

To, ka olimpiādes uzdevumi skolēniem bijuši pietiekami sarežģīti, parāda 1. att., kurā atspoguļots, cik skolēnu kopvērtējumā ieguvis attiecīgo punktu skaitu.



1. att.



Olimpiādes atklāšana.



Skolēnus uzrunā VISC Neformālās izglītības departamenta direktore Agra Bērziņa.

VISC pateicības rakstu saņēma 38 skolotāji, kuru skolēni Valsts matemātikas olimpiādes 3. posma 1. kārtā ieguva apbalvojumu (1., 2. vai 3. pakāpes diplomu).

Skolēnu darbus laboja žūrijas komisija, kurā bija 51 cilvēks – Latvijas Universitātes pasniedzēji un studenti, skolotāji, bijušie olimpiāžu laureāti.

Šogad Valsts matemātikas olimpiādes posmu uzdevumu komplektu veidošanā piedalījās Kalvis Apsītis, Maruta Avotiņa, Andrejs Cībulis, Mārtiņš Kokainis, Jānis Mencis, Mārtiņš Opmanis, Rihards Opmanis, Agnese Šuste, Māris Valdats, Ingrīda Veilande, Jevgēnijs Vihrovs, Pēteris Zariņš.

Nemot vērā katras skolas trīs skolēnu labākos rezultātus, NMS noteica skolu TOP 10, kurā 1. vietu ieņēma Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 2. vietu – RTU Inženierzinātņu vidusskola, 3. vietu – Cēsu Valsts ģimnāzija. Tālāk skolas šajā sarakstā ierindojās šādā secībā: Daugavpils



Žūrija vērtē skolēnu darbus.

Krievu vidusskola – licejs, Siguldas Valsts ģimnāzija, Mārupes vidusskola, Valmieras Valsts ģimnāzija, Āgenskalna Valsts ģimnāzija, Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, Preiļu Valsts ģimnāzija un Viesītes vidusskola. Šo skolu skolēnu komandām maijā būs iespēja piedalīties komandu matemātikas olimpiādē amerikāņu stilā, ko



1. pakāpes diplomu ieguvēji 12. klašu grupā (pirmā no kreisās VISC Mācību priekšmetu olimpiāžu organizatore Agnese Mīļā, pirmā no labās NMS vadītāja p. i. Maruta Avotiņa).



Prof. Inese Bula pasniedz specbalvu Ingum Jānim Pretkalniņam.

organizē NMS sadarbībā ar asociēto profesoru Maiklu Radinu no ASV.

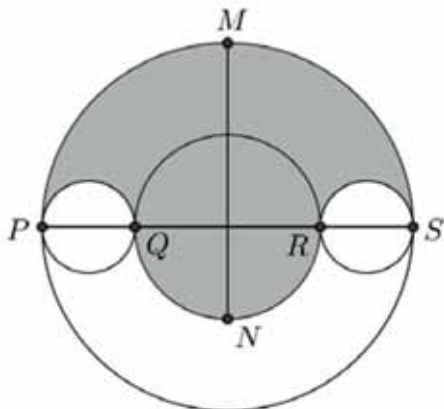
Olimpiādes otrajā dienā, 10. martā, 31 skolēns cīnījās par iespēju piedalīties papildu sacensībās, kurās tiek noteikta Latvijas komanda dalībai Starptautiskajā matemātikas olimpiādē (IMO), kas šogad notiks no 12. līdz 23. jūlijam Brazīlijā. Uz papildu sacensībām, kas notika 1. un 2. aprīlī, tika uzaicināti 18 skolēni, no kuriem seši labākie tika iekļauti Latvijas komandā dalībai Starptautiskajā matemātikas olimpiādē: **Ruslans Aleksejevs** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase), **Artūrs Banga** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase), **Reinis Cirpons** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase), **Inģus Jānis Pretkalniņš** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. klase), **Agnese Upīte** (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. klase) un **Artem Ubaidullaev** (RTU Inženierzinātņu vidusskola, 10. klase).

Piedāvājam lasītājiem olimpiādes 3. posmā risinātos uzdevumus.

9. klase

1. Dots 63 dažādi naturāli skaitļi, kuru summa ir 2017. Atrodiet šos skaitļus un pamatojiet, ka citu nav!

2. Uz taisnes atlikti punkti P, Q, R un S tā, ka $PQ = RS$ (skat. 2. att.). Nogriežņi PQ, RS, PS, QR ir riņķu diametri. Nogrieznis MN ir iekrāsotās figūras simetrijas ass. Pierādīt, ka iekrāsotās figūras laukums ir vienāds ar laukumu riņķim, kura diametrs ir MN.



2. att.

3. Naturālā piecciparu skaitļi vienādus ciparus aizstāja ar vienādiem burtiem, bet dažādus ciparus – ar dažādiem burtiem, un ieguva pierakstu GANGA. Zināms, ka GANGA, dalot ar 7, dod atlikumu A, GANGA, dalot ar 11, dod atlikumu N, bet GANGA, dalot ar 13, dod atlikumu G, turklāt $G > A > N$. Kāds varēja būt sākotnējais skaitlis?

4. Pierādīt, ka $x^4 - x^2 - 3x + 4 > 0$ visiem reāliem x.

5. Katra no bumbiņām, kas atrodas kastē, nokrāsota vienā no N krāsām, un uz katras uzrakstīts naturāls skaitlis, kas nepārsniedz N. Zināms, ka katra no N krāsām izmantota vismaz vienu reizi, tāpat arī katrs skaitlis, kas nepārsniedz N, izmantots vismaz vienu reizi. Kādām N vērtībām kastē noteikti varēs atrast N dažādu krāsu bumbiņas, uz kurām būs rakstīti N dažādi skaitļi?

10. klase

1. Dots, ka b un c ir naturāli skaitļi un kvadrātvienādojuma $x^2 - bx + c = 0$ reālās saknes ir x_1 un x_2 . Pierādīt, ka **a)** $x_1^2 + x_2^2 + 2017$; **b)** $x_1^3 + x_2^3$ ir naturāls skaitlis!

2. Dots pirmskaitlis, kas satur vismaz 4 dažādus ciparus. Pierādīt, ka tā ciparus var pārkārtot citā secībā tā, lai jauniegūtais skaitlis nebūtu pirmskaitlis!

3. Četrstūris ABCD ir ievilkts riņķa līnijā ω_1 , bet ABCD malu viduspunkti atrodas uz riņķa līnijas ω_2 . Pierādīt, ka $\angle ABD + \angle BDC = 90^\circ$.

4. Dots 40 karfītes, uz divām no tām uzrakstīts skaitlis 1, uz divām – skaitlis 2, ..., uz divām – skaitlis 20. Kāds ir lielākais iespējamais komplektu skaits, ko vienlaicīgi var izveidot no šīm 40 karfītēm tā, lai katrā komplektā būtu trīs karfītes, uz kurām uzrakstīto skaitļu summa ir 21?

5. Seši tūristi bija devušies vairākos ceļojumos uz sešām valstīm, katrā ceļojumā viens tūrists apceļoja tieši vienu valsti. Ja izvēlamies jebkuras trīs valstis un jebkurus trīs tūristus, tad vismaz viens no viņiem ir bijis ceļojumā uz kādu no šīm valstīm. Kāds ir mazākais iespējamais kopējais ceļojumu skaits?



Skolotāji, kas saņēmuši VISC atzinības rakstus.



Rīcības komiteja: (no kreisās) Simona Klodža, Mārtiņš Kokainis, Mārtiņš Opmanis (daudzu uzdevumu autors), Ilze Ošiņa, Agnese Šuste, Annija Varkale, Maruta Avotiņa. Visi foto: Agnese Šuste

11. klase

1. Cik ir tādu piecciparu skaitļu, kam katrs nākamais cipars ir lielāks par iepriekšējo?

2. Kurš no skaitļiem $(\sqrt{7})^{\sqrt{5}}$ un $(\sqrt{5})^{\sqrt{7}}$ ir lielāks?

3. Trīs riņķa līnijas ω_1 , ω_2 un ω_3 krustojas punktā O. Riņķa līnijas pa pāriem krustojas arī punktā P (ω_1 un ω_2), R (ω_2 un ω_3) un S (ω_1 un ω_3). Uz ω_1 loka PS, kas nesatur O, izvēlēts punkts A, taisne AP vēlreiz krusto ω_2 punktā B, un taisne AS vēlreiz krusto ω_3 punktā C. Pierādīt, ka punkti B, R un C atrodas uz vienas taisnes!

4. Pierādīt, ka no jebkuriem 17 naturāliem skaitļiem var izvēlēties 9 skaitļus tā, lai to summa dalītos ar 9.

5. Uz riņķa līnijas atzīmēti N punkti tā, ka šie punkti ir regulāra N-stūra virsotnes. Spēlētāji A un B spēlē šādu spēli: viņi pārmaiņus novelk pa vienai hordai, kas savieno divus atzīmētos punktus uz riņķa līnijas tā, lai novilkta horda nekrustotos ar agrāk novilktajām hordām. Uzvar tas spēlētājs, pēc kura gājiena no novilktajām hordām izveidojas trijstūris. Kurš spēlētājs noteikti var uzvarēt, ja A izdara pirmo gājienu un a) N = 14; b) N = 15?

12. klase

1. Doti tādi skaitļi a, b un c, ka $a + c = b/3$, turklāt neviens no skaitļiem a, b, c nav 0. Pierādīt, ka $f(x) = ax^2 + bx + c$ grafiks noteikti krusto x asi kādā intervāla $[-1; 1]$ punktā!

2. Pierādīt, ka
$$\sqrt{x^2 + y^2} + (2 - \sqrt{2})\sqrt{xy} \geq x + y,$$

ja x un y ir reāli pozitīvi skaitļi!

3. Dots taisnstūris ABCD. Uz taisnes BD atlikts punkts E tā, ka D atrodas starp B un E. Uz taisnes EC atlikts punkts F tā, ka BF ir paralēls AC. Pierādīt, ka trijstūra BEF laukums ir lielāks nekā taisnstūra ABCD laukums!

4. Naturālu skaitli sauksim par skaistu, ja tā visu naturālo dalītāju summa (ieskaitot 1 un pašu skaitli) ir nepāra skaitlis. Atrast mazāko naturālo skaitli k ar īpašību: starp jebkuriem patvaļīgi izvēlētiem k skaistiem skaitļiem var izvēlēties divus dažādus skaitļus tā, lai to reizinājums būtu naturāla skaitļa kvadrāts!

5. Kādā valstī no parlamenta deputātiem ir izveidotas 100 komisijas. Katram deputātam ir pienākums strādāt vismaz vienā komisijā, taču deputāti drīkst strādāt arī vairākās komisijās. Deputāti par darbu komisijās katru mēnesi saņem atalgojumu pēc šāda principa:

- par darbu pirmajā komisijā netiek maksāts atalgojums;
- par darbu katrā nākamajā komisijā tiek maksāts par 10 eiro vairāk nekā par darbu iepriekšējā komisijā (tas ir, par darbu otrajā komisijā tiek maksāti 10 eiro, par darbu trešajā komisijā tiek maksāti 20 eiro utt.).

Zināms, ka jebkurām divām dažādām komisijām ir tieši viens kopīgs deputāts, kas darbojas tajās abās. Cik liels ir visu deputātu kopējais mēneša atalgojums par darbu komisijās? D

ILGONIS VILKS

PUBLISKO OBSERVATORIJU PULKS PAPLAŠINĀS

2017. gada 18. martā Lielzeltiņu observatorijā, kas atrodas Balgalē Talsu novadā, notika novērojumu sezonas atklāšanas pasākums. Dienā bija paredzēti Saules novērojumi ar speciālu teleskopu, zvaigžņu vērošanai vakarā bija sagatavoti veseli divi teleskopi, diemžēl debesis bija ļoti mākoņainas, tāpēc galvenais notikums bija priekšlasījumi par astronomijas tēmām. Observatorijas saimnieks Sergejs Kļimanskis pastāstīja par savu braucien uz Speciālo Astrofizikas observatoriju Krievijā, kur atrodas 6 metru optiskais teleskops un radioteleskops RATAN-600. Šo rindu autors, kurš pārstāvēja F. Candra – kosmosa izpētes muzeju, ieskicēja ievērojamā latviešu astronoma Friča Blumbaha dzīves gājumu, viņš dzimis un bērnību pavadījis Lībagu pagastā netālu no observatorijas. Mārtiņš Eihvalds, kurš pazīstams kā mobilās observatorijas izveidotājs, stāstīja par dzīvības pastāvēšanas iespējām Visumā. Noslēgumā Latvijas Universitātes Astronomijas institūta tehniķis Aivis Meijers demonstrēja infrasarkanās kameras izmantošanas iespējas. Tā kā laiks bija diezgan auksts, apmeklētājiem bija sarūpēti karstie dzērieni un garšīgas uzkodas.

Privātā Lielzeltiņu observatorija darbojas kopš 2014. gada novembra. Tās īpašnieks, astronomijas amatieris Sergejs Kļimanskis, pēc izglītības un profesijas ķīmiķis, stāsta: "Sākumā man pat nebija domas šeit kaut ko organizēt [publiski]. Observatoriju uzcēlu savām vajadzībām. Pēc tam izrādījās, ka interese ir milzīga. Uzņemu tik daudz cilvēku, cik varu. Šeit jau ir bijušas visas [apkaimes] skolas – no Cēres, no Dursupes, visas trīs skolas no Talsiem, bija Talsu fotoklubs pilnā sastāvā. (...)



Lielzeltiņu observatorijas kopskats.



Sergejs Kļimanskis pie 30 cm spoguļteleskopa.



Mārtiņa Eihvalda priekšlasījums par dzīvību Visumā.

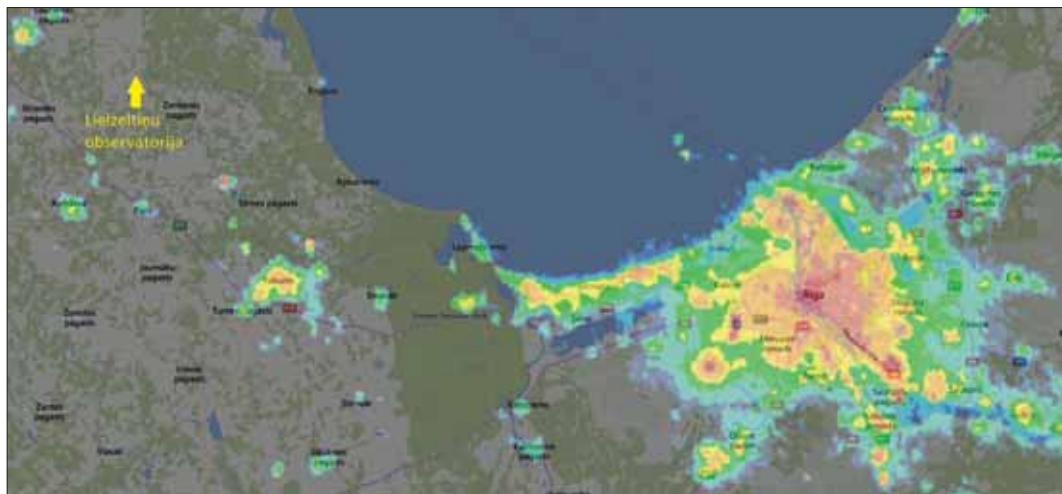
Astronomiju apguvu pašmācības ceļā. Kad vēl mācījies Rīgas 68. vidusskolā, es palūdzu, lai skolotājs man aizdod teleskopu. Tur bija tāds fizikas skolotājs Rabinovičs – šobrīd jau aizsaulē. Viņš man uzticējās. Es paņēmu teleskopu mājās, paskatījos uz Jupiteru, uz Saturnu un saslimu ar šo lietu. (..) 2008. gadā mums ar sievu radās ideja nopirkt lauku māju. Man šeit izdevās ļoti lēti nopirkt zemesgabalu. Atjaunotajā laukakmeņu ēkā, virs kuras slejas baltais [observatorijas] kupols, 1876. gadā bijusi Cēres barona rija, pirms Otrā pasaules kara – zirgu stallis, vēlāk – cūku kūts. [Vieta] iepatikās uzreiz – pakalns (observatorijai tas ir svarīgi), horizonts ir labi pāredzams un, galvenais, nav gaismas piesārņojuma. (..) Visas lielās pilsētas ir pietiekami tālu, lai nebojātu redzamību. Mums pakāpeniski top arī viesu nams. (..) Ja vēro debesis un divos vai trijos naktī cilvēkam negribas braukt mājās, tad būs iespēja palikt šeit.” (<http://talsubalss.lv/box/pdf/2016.12.pdf>)

Observatoriju var apmeklēt piektdienās un sestdienās, ja ir skaidras debesis, iepriekš piesakoties pa tālruni 22082212. Balgalē uz šosejas P 128 un tālāk līdz observatorijai ir norādes. No skolēniem ieejas maksu neprasa,



Skats uz pasākuma apmeklētājiem caur infrasarkano kameru.

pārējiem apmeklētājiem iespējams atstāt ziedojumu vai iegādāties observatorijas foto-kalendāru. Informācija par pasākumiem tiek publicēta observatorijas Facebook lapā <https://www.facebook.com/deepskyseeing.site/>. Kupolā ar trīs metru diametru atrodas 30 cm diametra Riči-Kretjēna sistēmas spoguļ-



Rīgas un apkārtnes gaismas piesārņojuma karte.

Avots: lightpollutionmap.info. Visi pārējie att. – I. Vilka foto



Observatorijas kupols un jumta platforma.



Sergejs Kļimanskis pie 50 cm spoguļteleskopa.

teleskops, kas izmantojams gan debess fotografēšanai, gan vizuāliem novērojumiem. Šo teleskopu plānots pilnībā automatizēt, lai būtu iespējams novērot attālināti. Blakus kupolam atrodas plaša platforma, uz kuras pēc vajadzības tiek uzstādīts observatorijas lielākais, 50 centimetru diametra spoguļteleskops ar Dobsona montējumu. Ja ierodas liela apmeklētāju grupa, tiek likti lietā vēl pāris mazā-

ki teleskopi, jo kupolā ir maz vietas un tur nav viegli uzkāpt.

Lielzeltiņu observatorija aktīvi darbojas un ir veiksmīgi papildinājusi Latvijas publisko observatoriju saimi, kurā ietilpst Latvijas Universitātes Astronomiskais tornis, Baldones Astrofizikas observatorijas publiski pieejamie teleskopi, Suntažu *Starspace* observatorija un Ventspils Jaunrades nama observatorija. D

MĀRTIŅŠ KERUSS

IKGADĒJAIS ASTRONOMIJAS AMATIERU SALIDOJUMS STARSPACE OBSERVATORIJĀ KALTIŅOS

Šogad 8. aprīlī salidojuma *StarParty # 17* tēma bija veltīta Saulei. Bija paredzētas četras uzstāšanās un beigās filma, kas veltīta kosmosa apguvei.

Mārtiņš Gills (piedalījās ar Skype starpniecību no Meksikas) ziņojuma pirmajā daļā stāstīja par saules pulksteņu darbības principiem – kas nosaka to, kāda tiem ir forma. Kā atšķiras gnomona novietojums dažādās pasaules vietās – ziemeļu puslodē, ekvatora tuvumā un dienvidu puslodē.

Otrajā daļā viņš raksturoja klasisko saules

pulksteņu veidus, novietojumu – parasti uz fasādes un dārzos vai parkos uz postamenta. Un tad salīdzināja ar mūsdienu lomu. Tā kā šobrīd ir iespēja uzmināt laiku visdažādākajās formās, saules pulksteņa būtiska papildu loma ir kalpot par interesantu vides objektu. Vienlaikus obligāti ir jāsaglabā laika rādīšanas funkcija. Tas kalpo arī kā izglītojošs objekts, kas atgādina, ka joprojām pēc saules pulksteņiem ir iespējams noteikt laiku.

Otrs uzstājās **Kārlis Bērziņš**, kura stāstījuma galvenā atziņa bija, ka meteoritika un aste-



roīdu izpēte ir cilvēcei ļoti svarīga. ANO 2016. gada beigās pieņēma rezolūciju: **30. jūnijs – ikgadēja Asteroīdu diena.**

Asteroīdu dienas koordinators Latvijā ir Mazais meteorītu muzejs, kas piedalās šā pasākuma organizēšanā jau kopš tā pirmsākumiem 2015. gadā, un viņš aicināja apmeklēt Rīgā Mazo meteorītu muzeju (tikai ar iepriekšēju pieteikšanos!), it īpaši piedalīties Asteroīdu dienas pasākumos 30. jūnijā!

Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC) vadošais pētnieks **Boriss Rjabovs** stāstīja par pētījumiem, kas tiek veikti ar VSRC 32 m radioteleskopu. Nedaudz runāja arī par radioastronomijas vēsturi Latvijā un par radioastronomiju Latvijā šodien. Pastāstīja par Saules pētījumiem, ko veic viņš pats ar radioteleskopu, kā arī par Saules magnētiskā lauka uzbūvi un dinamiku, par Saules plankumiem.

Andis Zariņš iepazīstināja ar kosmosa misijām, kas pētīja, pēfīs un kas pēta Sauli šobrīd. Pieminēja SDO, STEREO, SOHO, Hinode.

Pēc lekcijām tika demonstrēta filma "Fight for Space", kurā tiek kritizēts kosmosa izpētes vizijas trūkums.

Pasākumā piedalījās vairāk nekā 50 cilvēku, pārsvarā jaunieši un skolēni. D

1. Skats uz observatorijas kupolu. 2. Apmeklētājiem bija pieejams bērnu rotaļu laukums un darbojās kafējnīca *Leningrad*. 3. Kārlis Bērziņš stāstīja par asteroīdiem un meteorītiem. 4. Zālē bija pulcējušies ap 20 cilvēku, pārsvarā jaunieši.

Visi att. – autora foto



Dz. Ezergailes
darba fragments.

JĒKABS ŠTRAUSS

ZVAIGŽNOTAIS VISUMS GRAFIKAS MĀKSLĀ

(1. turpinājums)

Kā jau solīts iepriekšējā *Zvaigžņotās Debess* numurā, turpmāk iepazīstināsim lasītājus ar izcilie Latvijas grafikas māksliniekiem, kas savā daiļradē ir pieskārušies visuma tematikai. Pirmā autore, ar ko tiksimies, ir **Dzidra Ezergaile**, kā arī pirmo reizi plašāk iepazīsimies ar viņas kosmisko skatījumu grafikā.



Toreiz ...
un vēl nesen.

SAULES MEISTARE

Dzidra Ezergaile (1926-2013) ir dzimusi Rīgā kalpotāju ģimenē. No 1947. līdz 1951. gadam ir studējusi Latvijas Valsts universitātes Arhitektūras fakultātē, bet no 1951. līdz 1956. gadam – Latvijas Valsts Mākslas akadēmijas grafikas nodaļā, ko absolvēja ar diplomdarbu – kultūrvēsturisku plakātu ciklu. Kopš 1958. gada piedalījās Latvijas, Vissavienības un ārzemju izstādēs ar stāigrafiku, miniatūrgrafiku, ilustrācijām, ekslibriem un akvareļiem. No 1956. līdz 1976. g. ir strādājusi žurnālā “Padomju Latvijas Sieviete” par māksliniecisko redaktori. Kopš 1959. g. ir Latvijas Mākslinieku savienības biedre.

Grafikas vecmeistari Dzidru Ezergaili var uzskatīt par izcilāko un ražīgāko saules tēlojuma meistari latviešu grafikas mākslā. Viņas darbos saule parādās gan kā zvaigzne, gan kā “reāla saule” parasto ļaužu uztverē, kas spīd pār mums visiem, gan kā latviešu mītiskā un ornamentālā saulīte visdažādākajās tās konfigurācijās. Mākslinieces darbos kosmiskais objekts galvenokārt tiek izmantots kā raksturojošs simbols.

Autores grafikās var būt arī divas, trīs un pat vairākas saulītes. Tādus darbus viņa ir veļījusi cilvēkiem, kurus uzskata par saules un zvaigžņu nosaukuma cienīgām personībām – labām, mīļām, izpalīdzīgām bezintriģu būtnēm, kas pašas izstaro un piepilda cilvēciskās attiecības ar siltumu, gaismu un to netveramo, bet sajūtamo fascinējumu, ko saucam par harismu, kas piemīt tikai cilvēkiem ar visuma tvērienu.

Tādi var būt vecāki, draugi, labi paziņas, kolēģi vai vienkārši uz ielas sastapti cilvēki. “Iekšēji cilvēks pats ir kosmos, kas pats eksistē kosmosā” – tāds ir grafiķes domu lidojums, kaut arī Dz. Ezergaile tiek uzskatīta par mākslinieci ar zemniecisku pamatīgumu domās un darbos.



1A



1B

Variācijas par Saules tēmu.

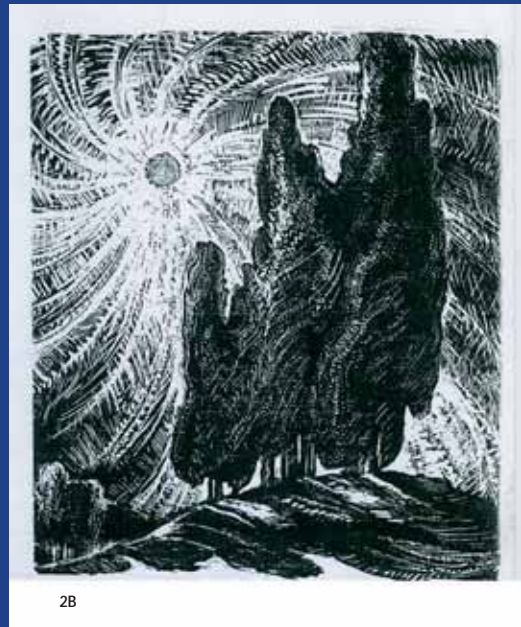
1A, 1B. Miniatūrgrafikā un I. Bērzupes ekslibrī saulīte tiek rādīta kā astronomisks objekts. Varētu teikt, ka arhitektūras studijas ir atstājušas savas pēdas mākslinieces domāšanā un radošajā rokrakstā. Taču te nav nenieka no tās sterilitātes līnijās un laukumos, ko mēs skatām arhitektu projektos. Dz. Ezergaile izmanto stabili arhitektoniski perfektu kompozīcijas uzbūvi, bet tas šoreiz ir

fikai un vienīgi ieguvums. Arī Visums ir "uzbūvēts" pēc stabilēm likumiem un darbojas nevainojami. Dažādi līniju veidi un biezumi tiek apspēlēti tīri mākslinieciskā veidā, tās variējoši no vissmakākajām līdz maksimāli rupjām, gan izliecot, gan krustojot, gan atstājot vienkārši taisnas, ja darbā tas ir nepieciešams. Tādā veidā tiek panākts arī saules spīduma iespaids. Vietām pilnīgi neizfīrītie baltie laukumi mijiedarbībā ar melnajiem rada savdabīgu un interesantu grafisko faktūru. Darbs ir papildāts ar dzīvību, gaisu un telpu.

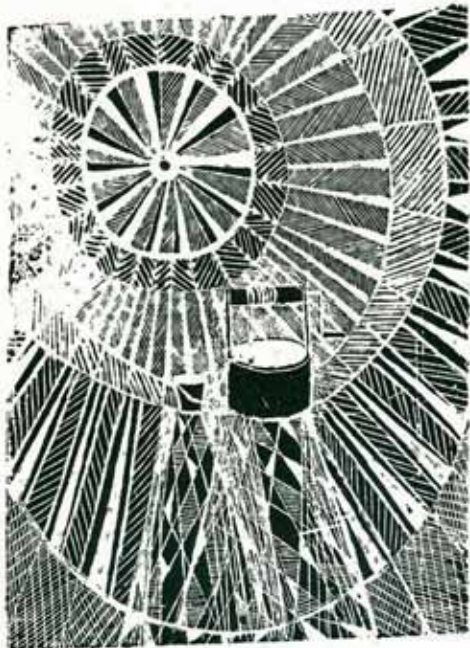
2A, 2B. Šajos darbos Dz. Ezergaile rāda reālo sauli – tādu, kādu to redzam pie debesīm ik dienu, kad nav apmācies. Bet arī reālā saule tiek izmantota kā simbols, jo visas Zemes bagātības, skaistums un dzīvība ir no saules gaismas, siltuma un enerģijas. Saule kā kosmosa dāvana – tas ir skaists motīvs, lai radītu mākslas darbus.



2A



2B



3A



3B

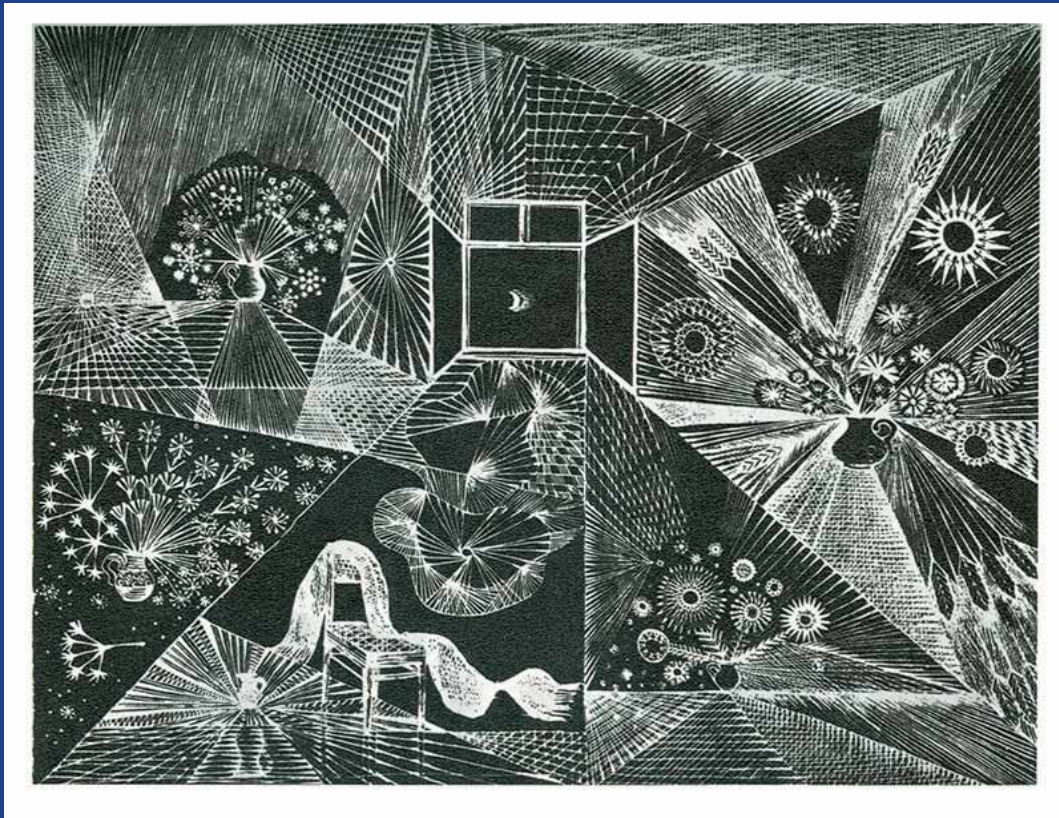
← 3A, 3B. Vēl sauli var rādīt kā mītisko saulīti un ornamentālu zīmi jeb rakstu. Ar šādus saules variantus varam atrast mākslinieces darbos. Abi miniatūrgrafikas piemēri rāda to kā saules ratu – lecot saulīte ripo pa kalnu augšā, rietot – lejā. Šajā piemērā saule simboliski attēlo cilvēka mūža gājumu. Arī saules rats un aka ir īpašie simboli, ar ko mēs nereti tiekam salīdzināti – vai mēs varam citus iepriecināt, sasīlāt, padzirdēt, uzmundrināt, darīt labākus vai arī...

Viņas daiļradē ir arī citu tēmu darbi – daudz piezemētāki un "latviskāki". Bet labs labu nemaitā! Jāsaka, ka tas zemnieks, kas stingri stāv uz savas zemes, stāv arī uz tās Zemes, kas kustas izplatījumā – tātad atrodas visuma lidojumā.

Ar grafīki Dz. Ezergailli raksta autors pirmo reizi iepazinās neklātienē jau bērnībā, vērojot žurnālos reproducētos mākslinieces stājgrafikas darbus, kuros īpaši daudz bija skatāmas visdažādāko variāciju saulītes, turklāt neviena neatkātojos un visas tā īpaši mirdzēja.

Vēlāk jau notika iepazīšanās arī klātienē. Dz. Ezergaile bija aktīva mākslas dienu "atvērto durvju" atbalstītāja un labprāt uzņēma savā darbnīcā ikvienu grafikas mākslas cienītāju, kas varēja apskatīt darbnīcu, iepazīties ar radošo procesu, saņemt paskaidrojumus par grafikas tehnikām un uzklausīt interesantu stāstījumu par darbu tēmām, to tapšanu un zemtekstiem tajos. Darbnīca bija pilna ar dažāda formāta darbiem, kuros varēja skatīt arī Sauli, zvaigznes, Zemi, Mēnesi un citus debess spīdekļus un parādības. Arī tās rupjmaizes rīkas ar saulainu medus lāsi vidū, ar ko tādās reizēs māksliniece cienāja savus viesus, sasaucās ar saulītēm viņas estampos.

Dz. Ezergaile bija viena no tām retajām māksliniecēm, kas mudināja un iedvesmoja savus topošos un nākamos kolēģus ražīgam darbam – spārnoja jaunus māksliniekus radošam lidojumam. Tad māksliniece pati izstaroja labestību, gādību un siltumu. To var atļauties tikai liels mākslinieks un cilvēks gan dvēselē, gan darbos.



Stājgrafika. "Māti godinot", 1974. g., cinka kodinājums, 50x60 cm. Māksliniece savā darbā rāda mātes mūža gājumu un attieksmi pret māti – dzīvības devēju vispār. Māte ir salīdzināta ar vairākām saulītēm, katrā dzīves brīdī ar savu. Goda krēsls, labības vārpas, ziedi un valgmes krūze ir viņai blakus. Darbs ir ļoti piesātināts ar labesību, optimismu un vitalitāti; tikai neliels simbols grafikas centrā – tumšs atvērts logs uz debesīm un Mēness sirpis liecina par mātes aiziešanu no Šissaules... Tas ir viens no skaistākajiem Dz. Ezergailes darbiem, ko māksliniece radīja, savu radošo spēku briedumā, kad visā pilnībā bija izstrādājusi savu cinka kodinājuma variantu.

Īpaši iespaidīga ir Dz. Ezergailes stājgrafika – liela formāta grafikas darbi. Tos radot, autore izmantoja visdažādākās grafikas tehnikas un paņēmienus – linogrīzumu, ofortu, cinka kodinājumu jeb kontrofortu un, protams, auksto adatu. Lai to visu radītu, tiešām ir vajadzīgs zemniecisks spēks un izturība. Neaizmirsīsim, ka visi šie darbi ir lielformāta estampi no liela formāta iespiedformām, ko darina mākslinieks pats.

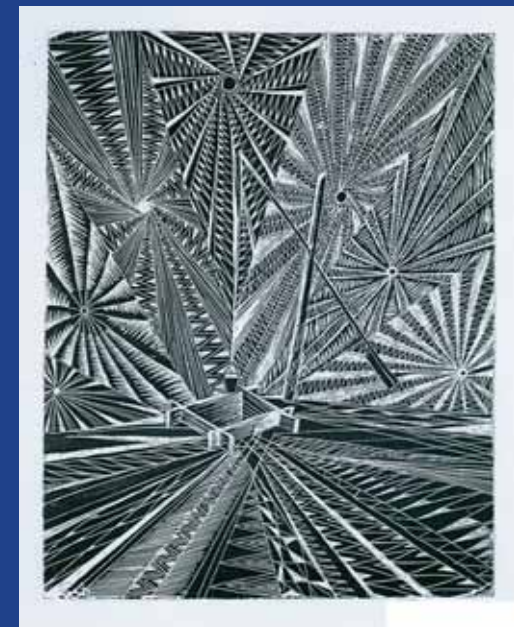
Es nestāstīšu par darbu tapšanas "ķēķi", jo svaigā ir tikai iznākums – darbs ar neaprauktāmo vieglumu un rotaļīgumu, kas panākts ar dažādu konfigurāciju līniju biezuma, dinamiska ritma vai statisku elementu harmonisku izkārtojumu vienotā kompozīcijā. Tas arī rada šo netveramo, kosmiski dejisko lidojuma sajūtu, ko māksliniece ir panākusi, pārvarot linoleja, metāla plātes vai skrečborda papīra virsmas pretestību. Un tā jau ir meistariņa.



Stājgrafika. Savu radošo darbību grafikā Dz. Ezergaile sāka ar linogrīzumu. Tikai vēlāk sekoja oforts, aukstā adata, cinka kodinājums, monotipija, skrečbords, akvarelis un citas grafikas un glezniecības tehnikas. Savā laikā slavenais latviešu grafikis prof. Pēteris Upītis teica, ka par griezēju grafikā ir jāpiedzimst. Veroties Dz. Ezergailes linogrīzumos, mēs varam pārliecināties par profesora viedajiem vārdiem. Tam labs piemērs ir 1959. g. linogrīzumā radītie darbi "Veļķu dzirnavas" un "Šalkas". Šeit Sauli redzam jau kā dinamisma un spēka caurstrāvotu debess spīdekli, kas paralēli "maigi sildošajai" būs mākslinieces radošā ceļabiedre visa mūža garumā.

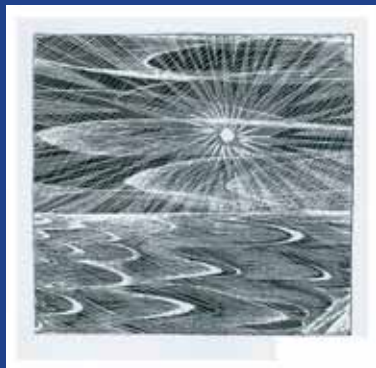


Stājgrafika. Arī daudzu saulīšu motīvs plaši parādās Dzidras Ezergailes radošajā darbībā. Šajos darbos bez nosaukuma atkal vērojam autores iemīļotos simbolus – saulītes, Mēnesi un aku. Tā ir neizsmeļama tēma māksliniekam – cik Visums ir plašs, augsts un dziļš, tik dziļa un neizsmeļama ir aka, ja vien cilvēks pats ko nesabojā ar savu neapdomīgo rīcību.



Ai miniatūrgrafikā Dz. Ezergaile ir pievērsusies reāliem debess objektiem un pat tīri fantāzijā dzimušām parādībām. Tikai tie ir kamerstilā radīti darbi ar kamerstila paņēmieniem – viss ir mazliet infimāk pieklusināts, īpaši neizceļot tēmas nozīmīgumu un nerisinoš pasaules “lielās” problēmas.

Jāsaka gan, ka autores miniatūrās ir saglabāties stārgrafiku dinamisms un spēks. Vienmēr un visur māksliniece savos darbos ievēro grafikas pamatprincipu laukumu izkārtojumā – melns, balts, pelēks.



Miniatūrgrafika. Visa mākslinieces iemīļotā tematika un simboli parādās arī miniatūrdarbos – Saule, Mēness, Zeme, zvaigznes, fantāzijas kosmiskie objekti un pat NLO. Lai katrs skatītājs pats izbauda šos Dz. Ezergailes kamerdarbus, jo mazo formu grafikas māksla tam arī ir domāta – tā ir skatāma vienatnē un iedzīļinoties.



● Reproducētie darbi ir ņemti no mākslinieku E. Viljamas, A.M. Eizāna un grafiķas kolekcionāra G. Višņevska privātkolekcijām

(Turpmāk vēl)

MĪKLA i MĪKLA i MĪKLA i MĪKLA i MĪKLA



Jūsu priekšā mākslinieka darba fragments (eļļas glezna, 100x100 cm, mūsdienu mākslas muzejs «Erarta» Sanktpēterburgā), kurā klātesošs ir kāds majors. Vienas minūtes laikā pamēģiniet atbildēt, **kas ir šis majors?** Jautājumā ir mīkla.

Atklātni no savas kolekcijas un jautājumu iesūtījis **Jevgenijs Limanskis**

Pareizās atbildes (kā pa pastu "ZvD", Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586, tā e-pastu astr@latnet.lv) pirmie autori saņems Eiropas Dienvidobservatorijas ESO pastkartei un ESO piecas dažādas uzlīmes.

ILGMĀRS EGLĪTIS

PĀRSKATS PAR LU ASTRONOMIJAS INSTITŪTA DARBĪBU 2016. GADĀ

ZINĀTNISKĀ DARBĪBA

Oglekļa zvaigžņu, to īpašību izpēte. Noteikta telpiskā kustība 31 ūdeņraža strūklas mezglam dažādos laikos (2, 4, 6, 8 un 10 gadu periodā). Atrasts, ka 10 gadu laika posmā tipiskais tangenciālais ātrums ir aptuveni 50 km/s, bet īsākos laika posmos dažiem mezgliem sasniedz pat 300 km/s. Balstoties uz plūsmas morfoloģiju, informāciju par ātrumiem un zināmo protozvaigžņu izvietojumu, saprotams, ka pastāv vismaz trīs stipri izteiktas plūsmas, viena 0 klases un divas I klases. Ir noteikts, ka 0 klases strūklām ir lielāki ātrumi nekā divām I klases strūklām, kamēr to bolometriskā starjauka ir aptuveni vienāda. Rezultāti publicēti starptautiski recenzētā žurnālā *Astronomy & Astrophysics*. Novērojumi iegūti ar La Palmā (Spānija) izvietoto Ziemeļvalstu Optisko teleskopu. (A. Barzdis, O. Smirnova)

Saules sistēmas mazo ķermeņu novērojumi un orbītu noteikšana. 2016. gadā iegūti 1232 asteroīdu pozīciju novērojumi ar Baldones Šmidta teleskopu augsto deklināciju zonā. Precizētas 293 asteroīdu orbītas. 2016. gadā Starptautiskās Astronomu Savienības CSBN (*Committee on Small Body Nomenclature*) sēdē apstiprināti nosaukumi: Zemei bīstamam asteroīdam Nr 428694 = 2008 OS9 – "Saule" un asteroīdam Nr 320153 = 2007 FU20 – "Egļītis" (sadarbības partneru no Viļņas universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta veltījums Latvijas astronomam Ilgmāram Egļītim saistībā ar Saules sistēmas mazo ķermeņu pētniecības sekmīgo virzību).

Iegūti 87 asteroīdu un 2 komētu pozīciju mērījumi, analizējot Šmidta teleskopa 152 di-

gitalizēto astroplašu arhīva skenus. Svarīgi, ka 30 asteroīdiem veikti novērojumi ilgi pirms to atklāšanas datuma, 12 asteroīdiem tie ir pirmie novērojumi pasaulē un lielākajai daļai no šiem asteroīdiem ir pēc Mazo Planētu Centra datiem nepietiekams novērojumu skaits, lai to orbītas būtu noteiktas ar pietiekami augstu precizitāti. **Saules sistēmas mazo planētu-asteroīdu pētījumi**, kas veikti šā projekta ietvarā, ar Latvijas Zinātņu akadēmijas Prezidija 2016. g. 19. decembra lēmumu tika nominēti starp 11 gada nozīmīgākajiem sasniegumiem zinātnē. Pašlaik ar Baldones Šmidta teleskopu atklāto mazo Saules sistēmas ķermeņu skaits sasniedzis 48. (I. Egļītis, M. Egļīte)

Šmidta teleskopa astrouzņēmumu arhīva digitalizācija. Vēlo zvaigžņu ilglaicīgs spožuma monitorings vairāk nekā 30 gadu periodā ar Baldones Šmidta teleskopu veikts Galaktikas ekvatora 84-90 grādu garuma, anticentra virzienos u. c. Novērojumu rezultātā izveidojies 22 000 astrofotoplašu arhīvs. 2016. gadā ir digitalizēti 5652 astrouzņēmumi no arhīva. Pašlaik kopumā noskenēts 12 000 astroplašu. Apgūts darbs ar programmu kompleksu, kas nodrošina digitalizēto plašu pilnu apstrādes ciklu. Apstrādes laikā tiek veiktas šādas korekcijas: skenera soļu dzinēja nevienmērīgās gaitas ienesto kļūdu analīze un to izslēgšana, tiek iegūts fona signāla 3D modelis pa plates virsmu un laboti zvaigžņu nolašījumi par fona lielumu, tiek veidota kalibrācijas līkne, lai izslēgtu fotoemulsijas ienestās nepilnības fonu uztveršanas procesā. Apstrādes rezultātā iegūtas zvaigžņu koordinātes ar precizitāti 0,07" un spožums ar precizitāti 0,2 mag.

Turpinās Latvijas Virtuālās observatorijas izveide. Notiek fotoplašu elektroniskā kataloga izvietošana LU Matemātikas un informātikas institūta (LU MII) E-SPIETS datubāzu serverī. LU MII mākoņskaitļošanas vides E-SPIETS ftp serverī publicēti 4680 noskenēto astrofotoplašu faili, nodrošinot tiem ātru piekļuvi no jebkuras pasaules vietas, izmantojot interneta pieslēgumu.

LU Astronomijas institūta (AI) datorā Baldones Riekstukalnā instalēts *Linux/Mandriva/Midas* programmu nodrošinājums digitalizēto datu apstrādes vajadzībām. Veikta Baldones Riekstukalnā astronomisko plašu skenēšanai izmantojamo skeneru testēšana. Sadarbībā ar Ukrainas un Uzbekistānas astronomiem sagatavoti ziņojumi Prāgas, Odesas un Nikolajevas starptautiskajām konferencēm. (V. Eglīte, J. Gulbe, V. Lapoška, I. Eglītis, M. Eglīte)

Pavadoņu novērojumi starptautisko ģeodīnāmas programmu ietvaros. 2016. gadā pavisam veikti 1100 pavadoņu mērījumi 122 naktīs, tajā skaitā arī eksperimentālie kosmisko atkritumu – disfunkcionālu satelītu mērījumi: 42 *Envisat* (2002-2009), 19 *Oicets* (2005-2009) un 42 *Topex/Poseidon* (2002-2012) vijumi. Iekavās aiz pavadoņa norādīts tā misijas ilgums, pēc kuras beigām tas iekļūst kosmisko atkritumu kategorijā. Mērījumu rezultātā ir noteikti *Topex/Poseidon* rotācijas kustības parametri. Iegūtos rezultātus ir plānots publicēt 2017. gadā ar visām šajā eksperimentā iesaistītajām grupām kā līdzautoriem. 2016. gada septembrī tika sākti *Oicets* pavadoņa mērījumi ar mērķi noteikt tā rotācijas parametrus.

Tehnoloģijas uzlabojumi: uzlabota lāzerlokācijas sistēmas kalibrēšana ar ārējo mērķi un noteikta 2016. g. 27. aprīlī uzstādītā fotoelektronu daudzkrāšotāja *Hamamatsu H1061-20* signāla amplitūdas korekcijas funkcija. Ar signāla amplitūdu šeit saprot izmērītu integrālu lielumu, kas ir proporcionāls reģistrētā signāla enerģijai. Izpēģīta un precizēta amplitūdas korekcijas noteikšanas metodika, kā arī novērtētas mērīšanas sistēmas elektronikas kļūdas un

to temperatūras atkarība. Korekcijas funkcijas precizējumi galvenokārt skar fotonu detektora signāla amplitūdas mērīšanas elektronikas darba diapazona apakšējo un augšējo robežu. Rezultāti tiks izmantoti iegūto mērījumu datu apstrādē un jaunas datu apstrādes programmatūras izveidē, jo būs iespēja no datu apstrādes precīzāk izslēgt ekstrēmas mērījumu vērtības. Sadarbībā ar Elektronikas un datorzinātņu institūtu sāka jaunas amplitūdas mērīšanas elektronikas izstrāde, kas ļautu novērtēt detektētā signāla stiprumu arī vāju signālu – viena vai dažu fotonu gadījumā.

Paralēli notiek regulāri GNSS sistēmu *GPS/Navstar, Glonass, Galileo* un *BeiDou* (no 2016. gada decembra) mērījumi un gruntsūdeņu līmeņa mērījumi. (K. Salmiņš, A. Meijers, J. del Pino)

Kosmisko objektu novērošanas aparatūras un to mezglu izstrāde un pilnveidošana. Ir pabeigta lāzerteleskopa LS-105 modernizēšana, kuras rezultātā būs iespējams palielināt novērojumu precizitāti, kā arī iesaistīties jaunu projektu izpildē, piemēram, kosmisko grūžu novērošanā.

Pabeigts pirmais etaps signālu uztveršanas aparatūras uzlabošanā Baldones Šmidta teleskopam. Ir uzstādīta 16 megapikseļu *CCD* kamera, rezultātā teleskopa novērojumu efektivitāte pieaugusi 13 reizes.

Agrākā kvarca pulksteņa vietā Baldones Šmidta teleskopa diennakts kustības piedziņai uzstādīts soļu dzinējs. Veikts teleskopa deklinācijas kustības hidrauliskās sistēmas remonts un eļļas nomaiņa. (M. Ābele, K. Salmiņš, I. Eglītis, J. del Pino, A. Meijers, R. Eglītis)

Piedalīšanās starptautiskos projektos: *H-2020, EUROPLANET 2020 Research Infrastructure, EPN 2020-RI, H-2020 INFRAIA-1-2014-2016, Contract No. 654208;*

FP7-PEOPLE-2011-IRSES-2011 (No: 294949; 2012-2016) – NOCTURNAL ATMOSPHERE.

Līgumdarbs ar LĢIA "Ģeodīnāmas mērījumi Latvijas 1992. gada ģeodīzisko koordinātu sistēmas sākumpunktā (M 1884)".

(Nobeigums nākamajā numurā)



ZVAIGŽŅU NOSAUKUMU STANDARTIZĀCIJA

Starptautiskā Astronomijas savienība IAU (*International Astronomical Union*), kas ir atbildīga par nosaukumu piešķiršanu debess ķermeņiem, jau sen fiksējusi zvaigznāju robežas un starptautiskos zvaigznāju nosaukumus, taču zvaigžņu nosaukumu lietošana līdz šim bija atstāta pašplūsmā. Vairākiem simtiem zvaigžņu ir nosaukumi, kuru izcelsme ir ļoti daudzveidīga. Daži nosaukumi saglabājušies no sengrieķu laikiem, piemēram, Sīriuss Lie-lā Suņa zvaigznājā nozīmē "kvēlojošais" jeb "svelmainais". Daudzus nosaukumus zvaigznēm piešķirūši viduslaiku arābu astronomi atbilstoši zvaigznes novietojumam zvaigznājā. Tā, lūk, Denebs atrodas Gulbja astē un arī nozīmē "aste".

Nedaudz zvaigžņu nosaukumus ieguvušas vēlāk. Skandalozs gadījums notika 1814. gadā, kad astronoma Džuzepes Pjaci (*Giuseppe Piazzi*, 1746-1826) zvaigžņu katalogā Delfīna zvaigznājā parādījās divi jauni zvaigžņu nosaukumi Svalocins (*Sualocin*) un Rotanevs (*Rotanev*). Vēlāk noskaidrojās, ka, izlasot atpakaļvirzienā, tie veido Pjaci asistenta vārdu *Nicolaus Venator* latinizētā versijā. Nav skaidrs, vai Pjaci nolēma nosaukt zvaigznes par godu savam asistentam, vai šos vārdus ierakstīja pats asistents. Ir arī zvaigznes, kas nosauktas tās pēfījušo astronomu vārdos, piemēram, Bārnarda zvaigzne, taču tā nav izplatīta prakse. Tos cilvēkus, kas saņēmuši dāvanu sertifikātu, kurā apgalvots, ka viņu vārdā nosaukta kāda zvaigzne, jāapbēdina, ka šie nosaukumi netiek starptautiski atzīti.*

Zinātnē zvaigžņu nosaukumi nav īpaši svarīgi, jo astronomi zvaigznes viennozīmīgi identificē pēc kataloga numuriem, tomēr populārzinātniskajos tekstos zvaigžņu nosaukumus bieži lieto, un šajā jomā juceklis nav vēlams. Galvenās problēmas bija šādas. Nosaukumu

rakstība nebija standartizēta. Andromedas Gammu sauca gan par Almaksu, gan Alamaku, u. tml. Daudzām zvaigznēm bija vairāki nosaukumi. Ziemeļu Vainaga spožāko zvaigzni dēvēja te par Gemmu, te par Alfeku. Dažām zvaigznēm bija vienādi vārdi. Zvaigzne ar nosaukumu Algenibs bija atrodama gan Persejā, gan Pegazā.

Lai šīs problēmas novērstu, Starptautiskā Astronomijas savienība 2016. gada beigās ieviesa standartizētus **227 spožāko zvaigžņu nosaukumus**. Tā kā tie nemainīsies ilgāku laiku, bija vērts pēc iespējas precīzi tos latviskot. Pāris desmiti zvaigžņu nosaukumu, tai skaitā Betelgeize un Polārzaigzne, latviešu valodā tiek bieži lietoti, un to rakstība jautājumus neradīja. Spožāko zvaigžņu nosaukumus var atrast arī Latvijas padomju enciklopēdijas (*Galvenā enciklopēdiju redakcija*, 1981-1988) rakstos par zvaigznājiem. Samērā daudzi latviskie nosaukumi publicēti Mafisa Dīriķa grāmatā "Pazīsti zvaigžņoto debesi!" (Rīga, *Zinātne*, 1978). Šiem avotiem autors pievienoja zvaigžņu nosaukumus no savas "Astronomijas vārdnīcas" (*LU Akadēmiskais apgāds*, 2014) un raksta "Zvaigžņotajā Debessī" (*Vilks I. Citplanētas iegūst vārdus. – 2016. gada Vasara* (232), 67.-70. lpp.). Taču palika vēl aptuveni 80 nosaukumu, kurus autors latviskoja, balstoties uz vārda etimoloģiju un izrunu. Lai nodrošinātu latvisko nosaukumu precizitāti, autors vērsās pēc palīdzības Valsts valodas centrā, kur zvaigžņu nosaukumus 2017. gada martā izskatīja un atsevišķos gadījumos precizēja Latviešu valodas ekspertu komisija. Palīdz Valsts valodas centra vadītājam Mārim Baltiņam par atbalstu.

Galaproduktu nododam lasītājiem, aicinot lietot zvaigžņu nosaukumus latviski!

* Sk. rakstus ZvD: Alksnis A. Par "sertificētiem" zvaigžņu nosaukumiem. – 2002/03, Ziemeļi (178), 95. lpp.; Zvaigžņu un zvaigžņu nosaukumu pirkšana. – 2009/10, Ziemeļi (206), 21.-23. lpp.

Zvaigznes apzīmējums	Zvaigznājs	Nosaukums angļiski	Nosaukums latviski
μ	Altāris	<i>Cervantes</i>	Servantess
ξ	Andromeda	<i>Adhil</i>	Adhils
α	Andromeda	<i>Alpheratz</i>	Alferacs
γ1	Andromeda	<i>Almach</i>	Almaks
β	Andromeda	<i>Mirach</i>	Mirahs
υ	Andromeda	<i>Titawin</i>	Titavina
14	Andromeda	<i>Veritate</i>	Veritāte
δ	Auns	<i>Botein</i>	Boteins
α	Auns	<i>Hamal</i>	Hamals
γ1	Auns	<i>Mesarthim</i>	Mesartims
β	Auns	<i>Sheratan</i>	Šeratans
α	Balodis	<i>Phact</i>	Fākts
β	Balodis	<i>Wazn</i>	Vazns
α	Bulfa	<i>Sham</i>	Šams
λ	Buras	<i>Suhail</i>	Suhails
α	Cefejs	<i>Alderamin</i>	Alderamins
β	Cefejs	<i>Alfirk</i>	Alfirs
γ	Cefejs	<i>Errai</i>	Erraī
ξ	Cefejs	<i>Kurhah</i>	Kurha
α	Centaurs	<i>Proxima Centauri</i>	Centaura Proksima
β	Centaurs	<i>Hadar</i>	Hadars
θ	Centaurs	<i>Menkent</i>	Menkents
α	Centaurs	<i>Rigil Kentaurus</i>	Rigilkentaurs
θ1	Čūska	<i>Alya</i>	Alja
α	Čūska	<i>Unukalhai</i>	Unukalhajs
β	Čūsknesis	<i>Cebalrai</i>	Kebalraī
λ	Čūsknesis	<i>Marfik</i>	Marfiks
ε	Čūsknesis	<i>Yed Posterior</i>	Otrais Jeds
δ	Čūsknesis	<i>Yed Prior</i>	Pirmais Jeds
α	Čūsknesis	<i>Rasalhague</i>	Rasalhags
η	Čūsknesis	<i>Sabik</i>	Sabiks
18	Delfīns	<i>Musica</i>	Mūzika
β	Delfīns	<i>Rotanev</i>	Rotanevs
α	Delfīns	<i>Sualocin</i>	Svalocins
α	Dienvidu Trijstūris	<i>Atria</i>	Atria
α	Dienvidu Zivs	<i>Fomalhaut</i>	Fomalhauts
γ	Dvīņi	<i>Alhena</i>	Alhena
α	Dvīņi	<i>Castor</i>	Kastors
ε	Dvīņi	<i>Mebstuta</i>	Mebstuta
ζ	Dvīņi	<i>Mekbuda</i>	Mekbuda
β	Dvīņi	<i>Pollux</i>	Pollukss
η	Dvīņi	<i>Propus</i>	Props
δ	Dvīņi	<i>Wasat</i>	Vasats
α	Dzērve	<i>Alnair</i>	Alnairs

α	Eridāna	<i>Achernar</i>	Ahernars
θ	Eridāna	<i>Acamar</i>	Akamars
η	Eridāna	<i>Azha</i>	Aza
ο1	Eridāna	<i>Beid</i>	Beids
ο2	Eridāna	<i>Keid</i>	Keids
β	Eridāna	<i>Cursa</i>	Kursa
ε	Eridāna	<i>Ran</i>	Rana
γ	Eridāna	<i>Zaurak</i>	Zauraks
ζ	Eridāna	<i>Zibal</i>	Zibals
β	Ērglis	<i>Alshain</i>	Alšains
α	Ērglis	<i>Altair</i>	Altairs
ξ	Ērglis	<i>Libertas</i>	Liberta
γ	Ērglis	<i>Tarazed</i>	Tarazeds
α	Fēnikss	<i>Ankaa</i>	Ankā
β1	Gulbis	<i>Albireo</i>	Albireo
π1	Gulbis	<i>Azelfafage</i>	Azelfafags
α	Gulbis	<i>Deneb</i>	Denebs
γ	Gulbis	<i>Sadr</i>	Sadrs
β	Herkules	<i>Kornephoros</i>	Kornefoross
λ	Herkules	<i>Maasym</i>	Māsims
-	Herkules	<i>Ogma</i>	Ogma
α1	Herkules	<i>Rasalgethi</i>	Rasalgeti
δ	Herkules	<i>Sarin</i>	Sarins
α	Hidra	<i>Alphard</i>	Alfards
-	Jaunava	<i>Lich</i>	Ličs
γ	Jaunava	<i>Porrīma</i>	Porrīma
ι	Jaunava	<i>Syrma</i>	Sirma
α	Jaunava	<i>Spica</i>	Spika
ε	Jaunava	<i>Vindemiatrix</i>	Vindemiatriksa
η	Jaunava	<i>Zaniah</i>	Zanija
β	Jaunava	<i>Zavijava</i>	Zavijava
β	Kasiopeja	<i>Caph</i>	Kafs
δ	Kasiopeja	<i>Ruchbah</i>	Rukba
α	Kasiopeja	<i>Schedar</i>	Šedars
α	Kauss	<i>Alkes</i>	Alkess
δ	Krauklis	<i>Algorab</i>	Algorabs
α	Krauklis	<i>Alchiba</i>	Alkhiba
γ	Krauklis	<i>Gienah</i>	Gjena
α	Krusts	<i>Acrux</i>	Akrukss
γ	Krusts	<i>Gacrux</i>	Gakrukss
β	Krusts	<i>Mimosa</i>	Mimoza
ι	Kuģa Kīlis	<i>Aspidiske</i>	Aspidiske
ε	Kuģa Kīlis	<i>Avior</i>	Aviors
α	Kuģa Kīlis	<i>Canopus</i>	Kanopuss
β	Kuģa Kīlis	<i>Miaplacidus</i>	Miaplacids
ζ	Lauva	<i>Adhafera</i>	Adafera

γ1	Lauva	<i>Algieba</i>	Algieba
θ	Lauva	<i>Chertan</i>	Čertans
β	Lauva	<i>Denebola</i>	Denebola
μ	Lauva	<i>Rasalas</i>	Rasalass
α	Lauva	<i>Regulus</i>	Reguls
ο	Lauva	<i>Subra</i>	Subra
δ	Lauva	<i>Zosma</i>	Zosma
ε	Lielais Lācis	<i>Alioth</i>	Aliots
η	Lielais Lācis	<i>Alkaid</i>	Alkaidis
80	Lielais Lācis	<i>Alcor</i>	Alkors
47	Lielais Lācis	<i>Chalawan</i>	Čalavans
ξ	Lielais Lācis	<i>Alula Australis</i>	Dienvidu Alula
μ	Lielais Lācis	<i>Tania Australis</i>	Dienvidu Tanija
α	Lielais Lācis	<i>Dubhe</i>	Dubhe
γ	Lielais Lācis	<i>Phecda</i>	Fekda
-	Lielais Lācis	<i>Intercrus</i>	Interkruss
δ	Lielais Lācis	<i>Megrez</i>	Megrecs
β	Lielais Lācis	<i>Merak</i>	Meraks
ζ	Lielais Lācis	<i>Mizar</i>	Micars
ο	Lielais Lācis	<i>Muscida</i>	Muscida
ι	Lielais Lācis	<i>Talitha</i>	Talīta
ν	Lielais Lācis	<i>Alula Borealis</i>	Ziemeļu Alula
λ	Lielais Lācis	<i>Tania Borealis</i>	Ziemeļu Tanija
ε	Lielais Suns	<i>Adhara</i>	Adara
η	Lielais Suns	<i>Aludra</i>	Aludra
ζ	Lielais Suns	<i>Furud</i>	Furuds
β	Lielais Suns	<i>Mirzam</i>	Mirzams
γ	Lielais Suns	<i>Muliphein</i>	Mulifeins
α	Lielais Suns	<i>Sirius</i>	Sīriuss
δ	Lielais Suns	<i>Wezen</i>	Vezens
γ	Lira	<i>Sulafat</i>	Sulafats
β	Lira	<i>Sheliak</i>	Šeliaks
α	Lira	<i>Vega</i>	Vega
γ	Mazais Lācis	<i>Pherkad</i>	Ferkads
δ	Mazais Lācis	<i>Yildun</i>	Jilduns
β	Mazais Lācis	<i>Kochab</i>	Kohabs
α	Mazais Lācis	<i>Polaris</i>	Polārvaigzne
β	Mazais Suns	<i>Gomeisa</i>	Gomeisa
α	Mazais Suns	<i>Procyon</i>	Procions
α	Mazais Zirgs	<i>Kitalpha</i>	Kitalfa
β	Medību Suņi	<i>Chara</i>	Kara
α2	Medību Suņi	<i>Cor Caroli</i>	Kārļa Sirds
α2	Mežāzis	<i>Algedi</i>	Algedi
β1	Mežāzis	<i>Dabih</i>	Dabihs
γ	Mežāzis	<i>Nashira</i>	Našira
ε	Orions	<i>Alnilam</i>	Alnilams

ζ	Orions	<i>Alnitak</i>	Alnitaks
γ	Orions	<i>Bellatrix</i>	Bellatrikse
α	Orions	<i>Betelgeuse</i>	Betelgeize
λ	Orions	<i>Meissa</i>	Meisa
δ	Orions	<i>Mintaka</i>	Mintaka
β	Orions	<i>Rigel</i>	Rigels
κ	Orions	<i>Saiph</i>	Saifs
α	Pāvs	<i>Peacock</i>	Pāvs
γ	Pegazs	<i>Algenib</i>	Algenibs
θ	Pegazs	<i>Biham</i>	Bihams
ε	Pegazs	<i>Enif</i>	Enifs
51	Pegazs	<i>Helvetios</i>	Helvēcietis
ζ	Pegazs	<i>Homam</i>	Homams
α	Pegazs	<i>Markab</i>	Markabs
η	Pegazs	<i>Matar</i>	Matars
μ	Pegazs	<i>Sadalbari</i>	Sadalbari
β	Pegazs	<i>Scheat</i>	Šeats
β	Persejs	<i>Algol</i>	Algols
ο	Persejs	<i>Atik</i>	Atiks
ξ	Persejs	<i>Menkib</i>	Menkibs
α	Persejs	<i>Mirfak</i>	Mirfaks
δ	Pūķis	<i>Altais</i>	Altaiss
ι	Pūķis	<i>Edasich</i>	Edasihs
γ	Pūķis	<i>Eltanin</i>	Eltanins
42	Pūķis	<i>Fafnir</i>	Fāfnirs
ξ	Pūķis	<i>Grumium</i>	Grumiums
β	Pūķis	<i>Rastaban</i>	Rastabans
α	Pūķis	<i>Thuban</i>	Tubans
ζ	Pūpe	<i>Naos</i>	Naoss
ρ	Pūpe	<i>Tureis</i>	Tureiss
β1	Skorpions	<i>Acrab</i>	Akrabs
α	Skorpions	<i>Antares</i>	Antaress
δ	Skorpions	<i>Dschubba</i>	Džuba
υ	Skorpions	<i>Lesath</i>	Lesats
θ	Skorpions	<i>Sargas</i>	Sargass
λ	Skorpions	<i>Shaula</i>	Šaula
γ	Strēlnieks	<i>Alnasl</i>	Alnasls
ζ	Strēlnieks	<i>Ascella</i>	Ascella
ε	Strēlnieks	<i>Kaus Australis</i>	Dienvidu Kavss
σ	Strēlnieks	<i>Nunki</i>	Nunki
β2	Strēlnieks	<i>Arkab Posterior</i>	Otrais Arkabs
β1	Strēlnieks	<i>Arkab Prior</i>	Pirmais Arkabs
α	Strēlnieks	<i>Rukbat</i>	Rukbats
δ	Strēlnieks	<i>Kaus Media</i>	Vidējais Kavss
λ	Strēlnieks	<i>Kaus Borealis</i>	Ziemeļu Kavss
α2	Svari	<i>Zubenelgenubi</i>	Zubeneljenubi

β	Svari	<i>Zubeneschamali</i>	Zubenešamali
α	Trijstūris	<i>Mothallah</i>	Motallahs
ε	Ūdensvīrs	<i>Albali</i>	Albali
θ	Ūdensvīrs	<i>Ancha</i>	Anča
γ	Ūdensvīrs	<i>Sadachbia</i>	Sadahbija
α	Ūdensvīrs	<i>Sadalmelik</i>	Sadalmēliks
β	Ūdensvīrs	<i>Sadalsuud</i>	Sadalsuds
κ	Ūdensvīrs	<i>Situla</i>	Situla
δ	Ūdensvīrs	<i>Skat</i>	Skata
ζ	Valzivs	<i>Baten Kaitos</i>	Batenkaitoss
β	Valzivs	<i>Diphda</i>	Difda
α	Valzivs	<i>Menkar</i>	Menkars
ο	Valzivs	<i>Mira</i>	Mira
α	Vedējs	<i>Capella</i>	Kapella
β	Vedējs	<i>Menkalinan</i>	Menkalinans
ε	Vērsis	<i>Ain</i>	Ains
α	Vērsis	<i>Aldebaran</i>	Aldebarans
η	Vērsis	<i>Alcyone</i>	Alkione
21	Vērsis	<i>Asterope</i>	Asterope
27	Vērsis	<i>Atlas</i>	Atlass
16	Vērsis	<i>Celaeno</i>	Celēna
17	Vērsis	<i>Electra</i>	Elektra
β	Vērsis	<i>Elnath</i>	Elnats
20	Vērsis	<i>Maia</i>	Maija
23	Vērsis	<i>Merope</i>	Merope
28	Vērsis	<i>Pleione</i>	Plejona
19	Vērsis	<i>Taygeta</i>	Taigeta
μ1	Vēršu Dzinējs	<i>Alkalurops</i>	Alkalurops
α	Vēršu Dzinējs	<i>Arcturus</i>	Arkturs
ε	Vēršu Dzinējs	<i>Izar</i>	Izars
38	Vēršu Dzinējs	<i>Merga</i>	Merga
η	Vēršu Dzinējs	<i>Muphrid</i>	Mufrids
β	Vēršu Dzinējs	<i>Nekkar</i>	Nekars
γ	Vēršu Dzinējs	<i>Seginus</i>	Segins
α	Vēzis	<i>Acubens</i>	Azubens
δ	Vēzis	<i>Asellus Australis</i>	Dienvīdu Ēzelis
55	Vēzis	<i>Copernicus</i>	Koperniks
ζ1	Vēzis	<i>Tegmine</i>	Tegmine
γ	Vēzis	<i>Asellus Borealis</i>	Ziemeļu Ēzelis
α	Zaķis	<i>Arneb</i>	Arnebs
β	Zaķis	<i>Nihal</i>	Nihals
α	Ziemeļu Vainags	<i>Alphecca</i>	Alfeka
β	Ziemeļu Vainags	<i>Nusakan</i>	Nusakans
α	Zivis	<i>Alrescha</i>	Alreša
-	Žirafe	<i>Tonatiuh</i>	Tonatiu

D

DEBESS SPĪDEKLĪ 2017. GADA VASARĀ

Vasaras saulgrieži un astronomiskās vasaras sākums 2017. gadā būs **21. jūnijā plkst. 7^h24^m**, kad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋). Tātad patiesā **Jāņu nakts** šogad būs no 20. uz 21. jūniju.

3. jūlijā plkst. 23^h Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā). Tad attālums būs 1,0167 astronomiskās vienības.

Rudens ekvinokcija un astronomiskās vasaras beigas būs 22. septembrī plkst. 23^h02^m. Šajā brīdī Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), diena un nakts tad būs aptuveni vienādi garas.

Vasaras pirmajā pusē redzamas tikai visspožākās zvaigznes. Par debess dzīļu objektu novērošanu nevar būt pat runa. Tad orientēties var pēc dažām spožākajām zvaigznēm – Vegas (Liras α), Deneba (Gulbja α) un Altaira (Ērgļa α), kuras veido t. s. vasaras trijstūri. Vēl vairākas spožas zvaigznes ir Skorpiona zvaigznājā, bet tas mūsu platuma grādos ir grūti novērojams, jo pat kulminācijā ir ļoti zemu pie horizonta.

Turpretī vasaras otrajā pusē var iepazīties un aplūkot Čūsku, Herkulesu, Ziemeļu Vainagu, Čūsksnesi, Bultu, Lapsiņu, Strēlnieku, Mežāzi, Delfīnu un Mazo Zirgu. Siltās un pietiekoši tumšās naktis tad ir labvēlīgas debess dzīļu objektu novērošanai: Herkulesa zvaigznājā var vērot lodveida zvaigžņu kopas M 13 un M 92; Čūskas un Čūsksneša zvaigznājos lodveida kopas M 5, M 10 un M 12; Liras zvaigznājā planetāro miglāju M 57; Lapsiņas zvaigznājā planetāro miglāju M 27; Strēlnieka zvaigznājā miglājus M 8, M 17 un M 20.

Saules šķietamais ceļš 2017. gada vasarā kopā ar planētām parādīsies *1. attēlā*.

Interesanta dabas parādība vasaras naktīs ir sudrabainie mākoņi. Ziemeļu pusē, krēslas segmenta zonā šad tad var redzēt gaišas svītras, joslas, viļņus, virpuļus. Tie tad

arī ir višaugstākie (80-85 km) un caurspīdīgākie no atmosfēras mākoņiem – sudrabainie mākoņi.

Jūlija beigas un augusta pirmā puse ir ļoti piemērota meteoru novērojumiem. Tad pavisam neilgā laikā var cerēt ieraudzīt kādu no "krītošajām zvaigznēm".

PLANĒTAS

Pašā vasaras sākumā **Merkuram** būs maza austrumu elongācija – 21. jūnijā tas atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz Saules). Tāpēc jūnija beigās un jūlija pirmajā pusē tas nebūs novērojams.

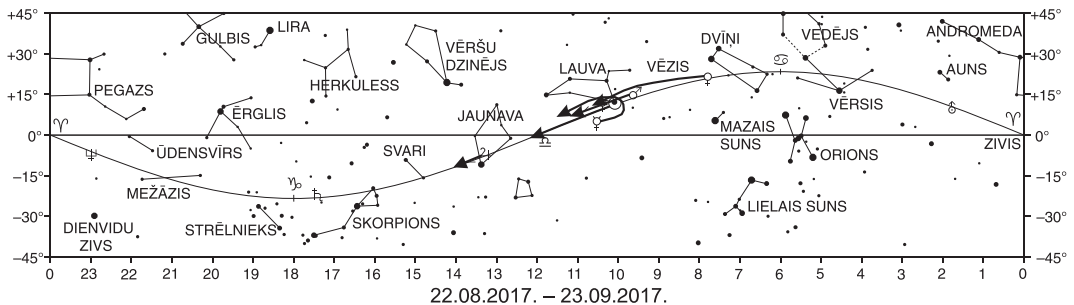
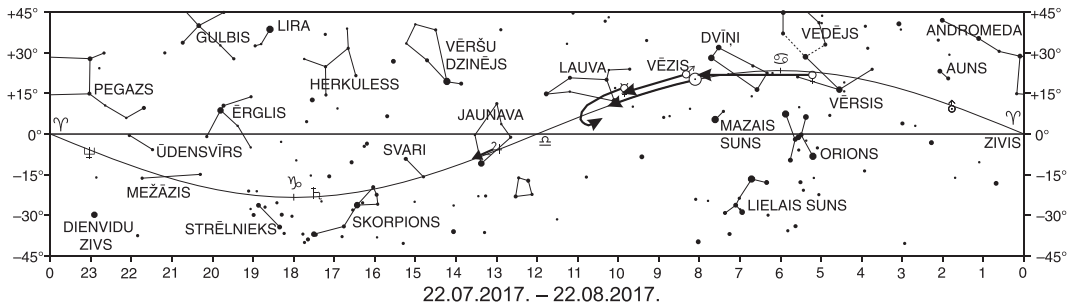
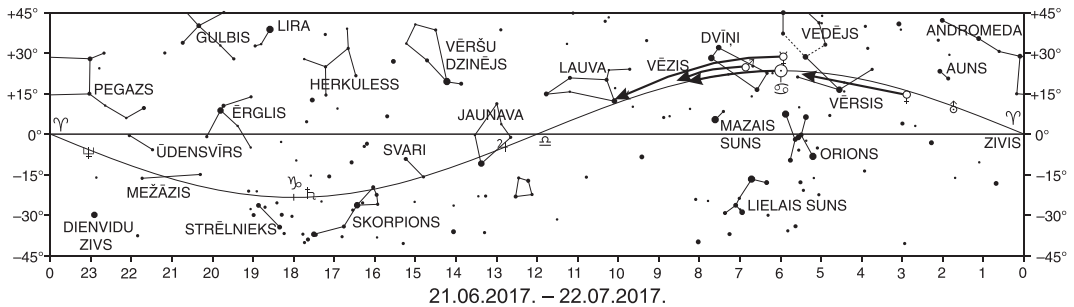
30. jūlijā Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (27°). Tomēr arī jūlija otrajā pusē un augusta pirmajā pusē tas tik un tā nebūs novērojams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

27. augustā Merkurs atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī augusta otrajā pusē un septembra sākumā tas nebūs redzams.

Tomēr jau 12. septembrī Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (18°). Tāpēc, sākot apmēram ar 5. septembri un līdz pat rudens beigām, Merkurs būs novērojams rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta rietumu pusē.

24. jūnijā plkst. 11^h Mēness paies garām 6° uz leju, 25. jūlijā plkst. 12^h Mēness aizklās Merkuru, 22. augustā plkst. 12^h 5° uz augšu un 19. septembrī plkst. 2^h 1° uz leju no Merkura.

Vasaras sākumā **Venērai** būs liela rietumu elongācija (45°) un spožums – -4^m,2. Tomēr jūnija beigās un jūlija sākumā tās novērošanas apstākļi rītos būs diezgan neizdevīgi, turklāt traucēs ļoti gaišās naktis.



1. att. Eklīptika un planētas 2017. gada vasarā.

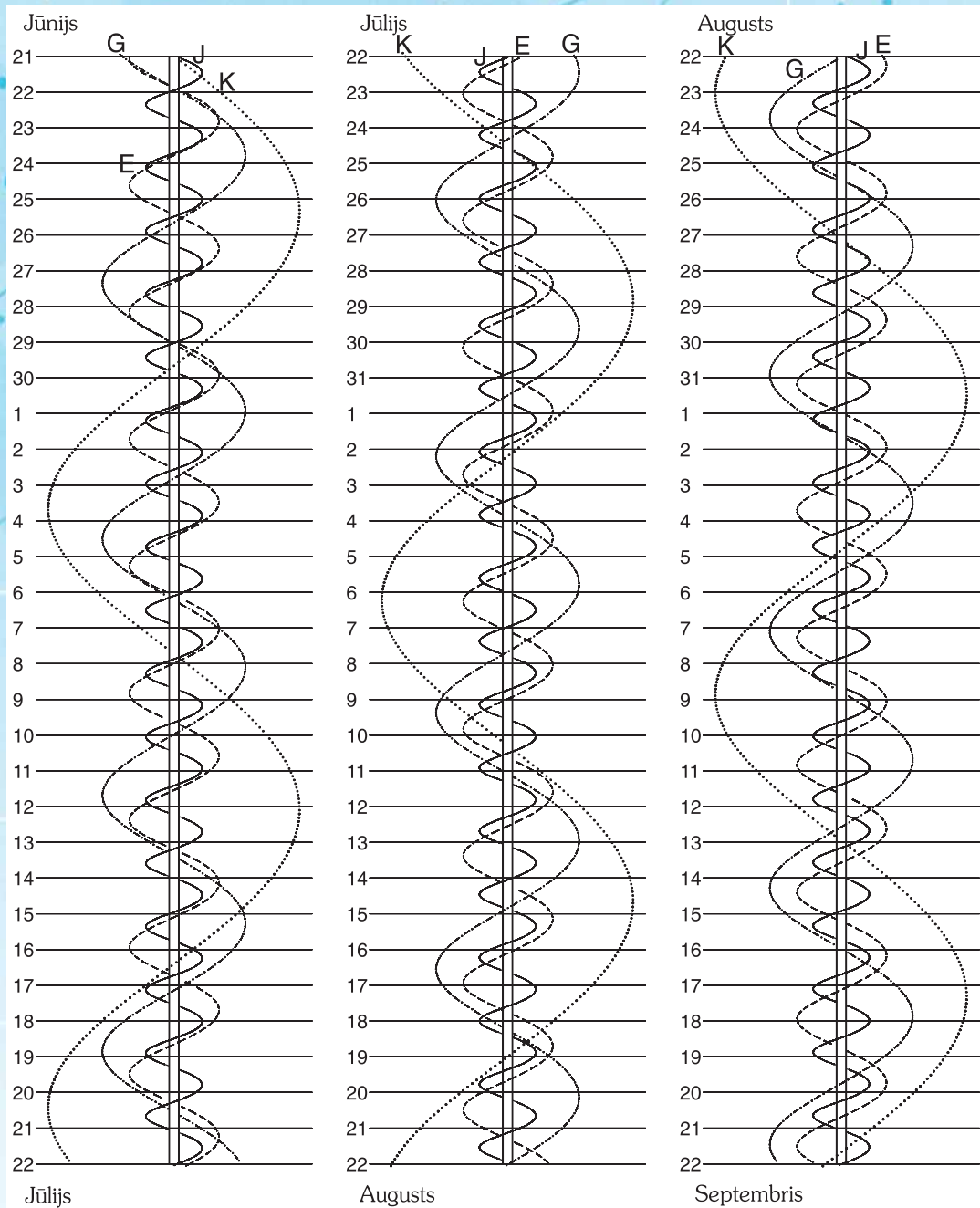
Jūlija otrajā pusē un augustā tās redzamība krasi uzlabosies, pat neskatoties uz to, ka samazināsies elongācija – palielināsies Venēras deklinācija un būs daudz tumšākas debesis. Šajā laikā tā būs ļoti labi novērojama apmēram trīs stundas pirms Saules lēkta ziemeļaustrumu, austrumu pusē. 1. augustā tās spožums būs $-4^m,0$.

Ari septembrī tās redzamības apstākļi būs ļabi un līdzīgi kā iepriekš, vienīgi nedaudz samazināsies intervāls starp Venēras un Saules lēktniem.

20. jūlijā plkst. 14^h Mēness paies garām 3° uz leju, 19. augustā plkst. 7^h Mēness būs 3° uz leju un 18. septembrī plkst. 3^h 1° uz leju no Venēras.

27. jūlijā **Marss** atradīsies konjunktijā ar Sauli. Tāpēc gandrīz visu vasaru, līdz pat septembrim, tas nebūs redzams.

Septembrī, pašās vasaras beigās, Marsa rietumu elongācija sasniegs 19° . Tāpēc, sākot ar septembra pirmajiem datumiem, to varēs sākt novērot rītos īsu brīdi pirms Saules



2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2017. gada vasarā. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.

lēkta zemu pie horizonta austrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +1^m,8, un tas atradīsies Lauvas zvaigznājā.

24. jūnijā plkst. 22^h Mēness paies garām 5° uz leju, 23. jūlijā plkst. 14^h 4° uz leju, 21. augustā plkst. 6^h 2° uz leju un 18. septembrī plkst. 22^h 0,5° uz leju no Marsa.

Pašā vasaras sākumā un jūlija sākumā **Jupiters** būs redzams nakts pirmajā pusē. Tā spožums šajā laikā būs -2^m,0.

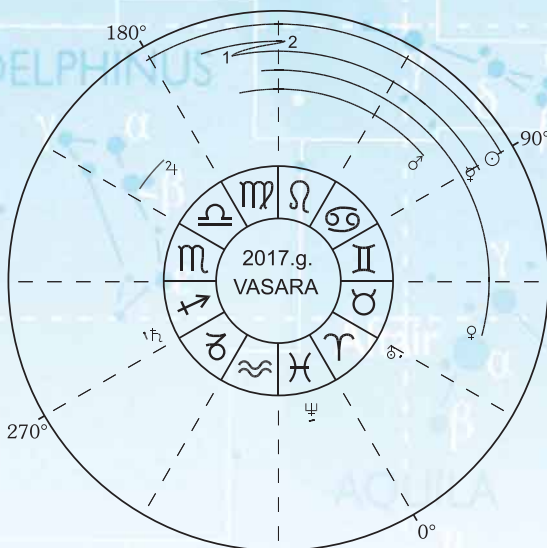
Jūlija otrajā pusē un augusta pirmajā pusē to vēl varēs ieraudzīt uzreiz pēc Saules rīta zemu pie horizonta rietumu pusē. Augusta otrajā pusē un septembrī tas vairs nebūs novērojams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

Visu vasaru Jupiters atradīsies Jaunavas zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2017. gada vasarā parādīta 2. attēlā.

1. jūlijā plkst. 12^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 29. jūlijā plkst. 1^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 25. augustā plkst. 18^h Mēness paies garām 2,5° uz augšu un 22. septembrī plkst. 13^h 3° uz augšu no Jupitera.

Pašā vasaras sākumā un jūlija pirmajā pusē **Saturns** būs redzams nakts lielāko daļu,



izņemot rīta stundas. Tā spožums šajā laikā būs +0^m,1.

Saturna redzamības apstākļi visu laiku pasliktināsies. Jūlija otrajā pusē un augusta pirmajā pusē tā redzamības intervāls būs nakts pirmā puse, augusta beigās – apmēram trīs stundas pēc Saules rīta. Pašās vasaras beigās to vēl varēs mēģināt ieraudzīt apmēram divas stundas pēc Saules rīta zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē.

Visu vasaru Saturns atradīsies Čūsksneša zvaigznājā.

7. jūlijā plkst. 6^h Mēness paies garām 2,5° uz augšu, 3. augustā plkst. 10^h 3° uz augšu un 30. augustā plkst. 17^h 3° uz augšu no Saturna.

Pašā vasaras sākumā un jūlijā **Urāns** būs novērojams nakts otrajā pusē. Tomēr šajā laikā traucēs ļoti gaišās nakts.

Augustā tas būs redzams jau gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Septembrī tas būs novērojams praktiski visu nakti. Turklāt tad vairs netraucēs arī gaišās nakts. Urāna spožums šajā laikā būs +5^m,7, tā atrašanai un aplūkošanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

Visu vasaru tas atradīsies Zivju zvaigznājā, tuvu robežai ar Auna zvaigznāju.

17. jūlijā plkst. 5^h Mēness paies garām 5° uz leju, 13. augustā plkst. 10^h 5° uz leju un 9. septembrī plkst. 15^h 5° uz leju no Urāna.

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

3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 21.06. 0^h, beigu punkts 23.09. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 13.augusts 4^h; 2 – 5.septembris 14^h.

MAZĀS PLANĒTAS

2017. gada vasarā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs četras mazās planētas – Cerera (1), Pallāda (2), Irīsa (7) un Julia (89).

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
Cerera:					
20.08.	7 ^h 12 ^m	+24°09'	3,340	2,655	8,9
30.08.	7 29	+24 00	3,243	2,648	8,9
9.09.	7 46	+23 46	3,137	2,641	8,9
19.09.	8 02	+23 30	3,022	2,635	8,8
Pallāda:					
20.08.	3 ^h 05 ^m	-4°26'	2,292	2,714	9,2
30.08.	3 12	-6 37	2,156	2,690	9,0
9.09.	3 17	-9 09	2,032	2,665	8,8
19.09.	3 20	-12 01	1,924	2,641	8,6
Irīsa:					
31.07.	1 ^h 39 ^m	+17°49'	1,524	1,948	9,2
10.08.	1 52	+19 25	1,412	1,930	9,0
20.08.	2 04	+20 51	1,304	1,912	8,8
30.08.	2 13	+22 03	1,203	1,897	8,5
9.09.	2 20	+22 59	1,109	1,882	8,3
19.09.	2 24	+23 34	1,026	1,870	8,0
Julia:					
20.08.	23 ^h 03 ^m	+9°12'	1,142	2,094	9,2
30.08.	22 52	+10 18	1,111	2,089	9,1
9.09.	22 41	+10 59	1,103	2,085	9,0
19.09.	22 31	+11 15	1,118	2,082	9,1

APTUMSUMI

Daļējs Mēness aptumsums 7. augustā

Šis aptumsums būs redzams Āzijā, Austrumeiropā, Āfrikas austrumos, Āzijā, Austrālijā un Indijas okeānā. Aptumsuma maksimumā daļējās fāzes lielums būs 0,246.

Latvijā būs redzama aptumsuma otrā daļa. Aptumsuma gaita Latvijā būs šāda:

Pusēnas aptumsuma sākums – 18^h50^m,
 Daļējās fāzes sākums – 20^h23^m,
 Mēness lēkts Rīgā – 21^h10^m,
 Maksimālās fāzes (0,246) brīdis – 21^h20^m,
 Saules riets Rīgā – 21^h22^m,

Daļējās fāzes beigas – 22^h18^m,
 Pusēnas aptumsuma beigas – 23^h51^m.

Pilns Saules aptumsums 21. augustā

Šis aptumsums būs redzams Klusā okeāna austrumos, daudzos ASV štatos (Oregonā, Aidaho, Vaiomingā, Nebraskā, Kanzasā, Misūri, Kentuki, Tenesī, Ziemeļkarolīnā, Džordžijā, Dienvidkarolīnā) un Atlantijas okeānā. Aptumsuma daļējā fāze redzama Klusā okeāna austrumos, Ziemeļamerikā, Dienvidamerikas ziemeļos un Atlantijas okeānā.

Latvijā aptumsums nebūs redzams.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 23. jūnijā plkst. 13^h; 21. jūlijā 20^h,
18. augustā 16^h, 13. septembrī 19^h.

Apogejā: 6. jūlijā plkst. 7^h; 2. augustā 21^h;
30. augustā 13^h.

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

22. jūnijā 1^h45^m Dvīņos (♊)

24. jūnijā 1^h08^m Vēzī (♋)

26. jūnijā 1^h07^m Lauvā (♌)

28. jūnijā 3^h42^m Jaunavā (♍)

30. jūnijā 10^h03^m Svaros (♎)

2. jūlijā 20^h00^m Skorpionā (♏)

5. jūlijā 8^h09^m Strēlniekā (♐)

7. jūlijā 20^h45^m Mežāzī (♑)

10. jūlijā 8^h36^m Ūdensvīrā (♒)

12. jūlijā 18^h52^m Zivīs (♓)

15. jūlijā 2^h53^m Aunā (♈)

17. jūlijā 8^h05^m Vērsī (♉)

19. jūlijā 10^h32^m Dvīņos (♊)

21. jūlijā 11^h10^m Vēzī (♋)

23. jūlijā 11^h34^m Lauvā (♌)

25. jūlijā 13^h33^m Jaunavā (♍)

27. jūlijā 18^h38^m Svaros (♎)

30. jūlijā 3^h24^m Skorpionā (♏)

1. augustā 15^h02^m Strēlniekā (♐)

4. augustā 3^h37^m Mežāzī (♑)

6. augustā 15^h16^m Ūdensvīrā (♒)

9. augustā 0^h57^m Zivīs (♓)

11. augustā 8^h23^m Aunā (♈)

13. augustā 13^h40^m Vērsī (♉)

15. augustā 17^h07^m Dvīņos (♊)

17. augustā 19^h14^m Vēzī (♋)

19. augustā 20^h55^m Lauvā (♌)

21. augustā 23^h26^m Jaunavā (♍)

24. augustā 4^h05^m Svaros (♎)

26. augustā 11^h54^m Skorpionā (♏)

28. augustā 22^h48^m Strēlniekā (♐)

31. augustā 11^h19^m Mežāzī (♑)

2. septembrī 23^h07^m Ūdensvīrā (♒)

5. septembrī 8^h29^m Zivīs (♓)

7. septembrī 15^h02^m Aunā (♈)

9. septembrī 19^h23^m Vērsī (♉)

11. septembrī 22^h30^m Dvīņos (♊)

14. septembrī 1^h13^m Vēzī (♋)

16. septembrī 4^h10^m Lauvā (♌)

18. septembrī 7^h53^m Jaunavā (♍)

20. septembrī 13^h07^m Svaros (♎)

22. septembrī 20^h41^m Skorpionā (♏)

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes:

2017. gada vasaras naktīs nenotiks spožu zvaigžņu aizklāšana.



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

Jauns Mēness ●: 24. jūnijā 5^h31^m; 23. jūlijā
12^h46^m; 21. augustā 21^h30^m; 20. septembrī 8^h30^m.

Pirmais ceturksnis ☽: 1. jūlijā 3^h51^m; 30. jūlijā
18^h23^m; 29. augustā 11^h13^m.

Pilns Mēness ○: 9. jūlijā 7^h07^m; 7. augustā
21^h11^m; 6. septembrī 10^h03^m.

Pēdējais ceturksnis ☾: 16. jūlijā 22^h26^m; 15. augustā
4^h15^m; 13. septembrī 9^h25^m.

METEORI

Jūlija otrajā pusē un augustā ir novērojamas vairākas aktīvas meteoru plūsmas.

1. **Delta (δ Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 12. jūlija līdz 23. augustam. 2017. gadā maksimums gaidāms 30. jūlijā, kad vienas stundas laikā var cerēt ieraudzīt līdz 25 meteoriem. Ap to pašu periodu aktīvas ir vēl dažas vājākas plūsmas. Tāpēc reāli

novērojama meteoru skaits var būt vēl lielāks, vienīgi visi tie nepiederēs pie δ Akvarīdu meteoru plūsmas.

2. **Perseīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām un stabilākajām plūsmām. Tās aktivitātes periods ir no 17. jūlija līdz 24. augustam. 2017. gadā maksimums gaidāms nakši no 12. uz 13. augustu. Tad intensitāte var sasniegt pat 150 meteoru stundā. D

ŠOVASAR ATCERAMIES | ŠOVASAR ATCERAMIES | ŠOVASAR ATCERAMIES

Pirms **130 gadiem – 1887. g. 23. augustā** Rīgā dzimis **Frīdrihs Canders**, padomju raķešu tehnikas celmlauzis. Miris Kislovodskā 1933. g. 28. martā. Ar izcilību beidzis Rīgas Politehniskā institūta Mehānikas nodaļu (1914), jau studiju gados nodarbojās ar raķešu kustības problēmām. Kā fabrikas *Provodnik* inženieris evakuējās (1915) uz Maskavu, kur turpināja pētījumus par reaktīvo aparātu izmantošanu starpplanētu lidojumos. Viens no F. Candra līdzgaitniekiem bija vēlākais padomju pilotējamo kosmisko kuģu *Vostok*, *Voshod*, *Sojuz* galvenais konstruktors PSRS ZA akadēmiķis Sergejs Koroļovs (1907-1966). Candra vārdā nosaukts krāteris (*Tsander*) uz Mēness.

Latvijas Zinātņu akadēmija iedibinājusi (1967) Frīdriha Candra vārdā nosauktu prēmiju mehānikā un astronomijā. Ar to apbalvoti arī LU Astronomijas institūta zinātnieki – M. Ābele (2000), A. Balklavs-Grīnhofs (2004), K. Lapuška (2007), J. Žagars (2002).

Par F. Candra dzīves gaitām plašāk sk. *Zvaigžņotajā Debesī: Balklavs A. Izcilais padomju astronauts – rīdzinieks F. Canders.* – 1959, *Ziema* (2), 33.-44. lpp.; *Jirgensene-Candere M. Mans brālis Frīdels.* – 1967, *Ziema* (34), 24.-33. lpp.; *Salcēviča S. Padomju raķešu būvniecības pionieris Frīdrihs Canders – Rīgas Politehniskā institūta students.* – 1979/80, *Ziema* (86), 60.-64. lpp.; *Stradiņš J. Par "Zvaigžņoto Debesi", Frīdrihu Canderu, Valentīnu Gluško un kādu polemiku.* – 1995/96, *Ziema* (150), 4.-11. lpp.; *Žagars J. Par F. Candra darba novērtējumu.* – 1997, *Vasara* (156), 31.-34. lpp. u.c. rakstos.

I. P.

Pirms **110 gadiem – 1907. g. 20. jūlijā** Ilūkstes apriņķa Laucesas pagastā dzimis **Staņislavs Vasiļevskis**, latviešu izcelsmes amerikāņu astronoms, LU docētājs (1928-1944), 17. III 1944. Rīgā parakstfijis Latvijas Centrālās Padomes memorandu, Lika observatorijas astronoms (1949), profesors (1964-1974), Starptautiskās Astronomijas savienības Paralakšu un īpatnējo kustību komisijas prezidents (1970-1973). Konstruējis pasaulē pirmo automātisko astronomisko fotouzņēmumu mēriekārtu, izstrādājis jaunu metodi zvaigžņu trigonometrisko paralakšu noteikšanai ar divreiz lielāku precizitāti nekā līdz tam. Viņa vārdā nosaukta mazā planēta nr. 2014. Miris 1988. g. 1. jūlijā Kalifornijā (ASV).

Par S. Vasiļevska dzīves lappusēm un zinātnisko mantojumu vairāk sk. *Zvaigžņotajā Debesī: Daube I., Dīriķis M. Profesors S. Vasiļevskis Rīgā.* – 1977, *Pavasaris* (75), 65.-66. lpp.; *Dīriķis M. Jauni mazo planētu nosaukumi.* – 1978, *Pavasaris* (79), 28. lpp.; *Daube I. Staņislavs Vasiļevskis (1907–1988).* – 1989, *Vasara* (124), 46.-51. lpp.; *Alksnis A. Starptautiski pazīstamajam astronomam Staņislavam Vasiļevskim – 100.* – 2007, *Vasara* (196), 27.-28. lpp.; *Leimanis E. Pieminot ievērojamo astronomu profesoru Staņislavu Vasiļevski.* – 2007, *Vasara* (196), 29.-32. lpp.; *Pustīļņiks I. Par latviešu astronoma Staņislava Vasiļevska (1907-1988) dramatisko dzīvi un zinātnisko mantojumu.* – 2007, *Rudens* (197), 33.-41. lpp.

I. D.

CONTENTS

In **MEMORIAM** of **ANDREJS ALKSNIS** Curriculum Vitae of Andrejs Alksnis (1928-2017). Condolences and Parting Words. List of Publications by Professor Andrejs Alksnis. **“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** *J.Francmanis*. Enigma of Saturn's Rings Brightness (*abridged*). *E.Mūkins*. Crater on Mercury Named After Rainis (*abridged*). *Ā.Alsksne*. The Starry Sky in the Summer of 1977 (*abridged*). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** *K.Schwartz*. Early Universe Through the Eyes of Telescopes. **DISCOVERIES** *K.Schwartz*. Dwarf Galaxy Henize 2-10 with a Massive Black Hole. *J.Kuzmanis*. Hot Topic – FRB 121102. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** *J.Kalvāns*. Are Earth's Oceans of Interstellar Origin? *J.Jaunbergs*. 'Disturbances' in Saturn's Rings. *I.Pundure*. Hubble Celebrates 27 Years in Orbit with a Galactic Pair. **MARS in the FOREGROUND** *R.Misa*. Mars Teenage Rover *Opportunity*. **CONFERENCES and MEETINGS** *M.Sudārs*. Development of Space Infrastructure. **For SCHOOL YOUTH** *M.Avoitiņa, A.Šuste*. Third Round Problems of 67th Latvian State Mathematical Olympiad. **For AMATEURS** *I.Vilks*. More Public Observatories Available. *M.Keruss*. Annual Meeting of Hobby Astronomers at StarSpace Observatory in Kallīpi. **COSMOS as an ART THEME** *J.Štrauss*. The Starry Universe in Graphic Art (1st continuation). **CHRONICLE** *I.Eglītis*. Annual Report 2016 of the LU Institute of Astronomy. *I.Vilks*. Star Names Standardization. *J.Kauliņš*. **ASTRONOMICAL PHENOMENA** in Summer of 2017.

СОДЕРЖАНИЕ (№ 236, Лето, 2017)

In **MEMORIAM** **АНДРЕЙС АЛКСНИС** Описание жизненного пути Андреяса Алксниса (1928-2017). Соболезнования. Прощальные слова. Список научных работ проф. Андреяса Алксниса. **В «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** Тайны яркости колец Сатурна (по статье Ю.Францмана). Кратеру Меркурия присвоено имя Райниса (по статье Э.Мукинса). Звёздное небо летом 1977 года (по статье А.Алксне). **ПОСТУП НАУКИ** *К.Щварц*. Телескопы бросают взгляд на раннюю Вселенную. **ОТКРЫТИЯ** *К.Щварц*. Карликовая галактика *Henize 2-10* с массивной чёрной дырой. *Я.Кузманис*. Актуальная тема – *FRB 121102*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** *Ю.Калванс*. Имеют ли океаны Земли межзвёздное происхождение? *Я.Яунбергс*. Волнения в кольцах Сатурна. *И.Пундуре*. Две взаимодействующие галактики к 27-летию юбилею телескопа *Hubble*. **МАРС ВБЛИЗИ** *Р.Миса*. Подросток марсоход *Opportunity*. **КОНФЕРЕНЦИИ и СОВЕЩАНИЯ** *М.Сударс*. Развитие космической инфраструктуры. **Для ШКОЛЬНОЙ МОЛОДЁЖИ** *М.Авоитя, А.Шустэ*. Задачи третьего этапа 67-ой Латвийской олимпиады по математике. **ЛЮБИТЕЛЯМ** *И.Вилкс*. Круг публичных обсерваторий расширяется. *М.Кэрусс*. Ежегодный слёт любителей астрономии в обсерватории *Starspace*. **ТЕМА КОСМОСА в ИСКУССТВЕ** *Е.Штраусс*. Звёздная вселенная в графическом искусстве (1-ое продолж.). **ХРОНИКА** *И.Эглитис*. Отчёт о деятельности Института астрономии ЛУ за 2016 год. *И.Вилкс*. Стандартизация имён звёзд. *Ю.Каулиньш*. **НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА** летом 2017 года.

THE STARRY SKY, No. 236, SUMMER 2017
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2017
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2017. GADA VASARA
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2017
Redaktore *Anīta Bula*
Datortālis *Jānis Kuzmanis*



AlphaSat liela izmēra ZMP pilna izmēra modelis.
Sk. Sudārs M. Kosmosa infrastruktūras attīstība.

ESA attēls

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS



ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena 3,00 €

2005. gada 19. maijā savas 489. Marsa dienas vakarā *Spirit* uzņēma saulrietu, iemūžinot to, kā Saules disks aizslīd aiz apmēram 80 km attālās Guseva krātera malas. Saules diska vizuālais izmērs ir apmēram 2/3 no uz Zemes redzamā, jo Marss atrodas tālāk no Saules.

NASA/JPL attēls

Sk. Misa R. Marsa pusaudzis visurgājējs *Opportunity*.