

ZVAIŽNOTĀ DEBĒSS

2001
PAVASARIS

★ HABLA KOSMISKAJAM TELESKOPAM – 10

★ ZVAIŽNĀJI PAVASARA PUSNAKTĪ

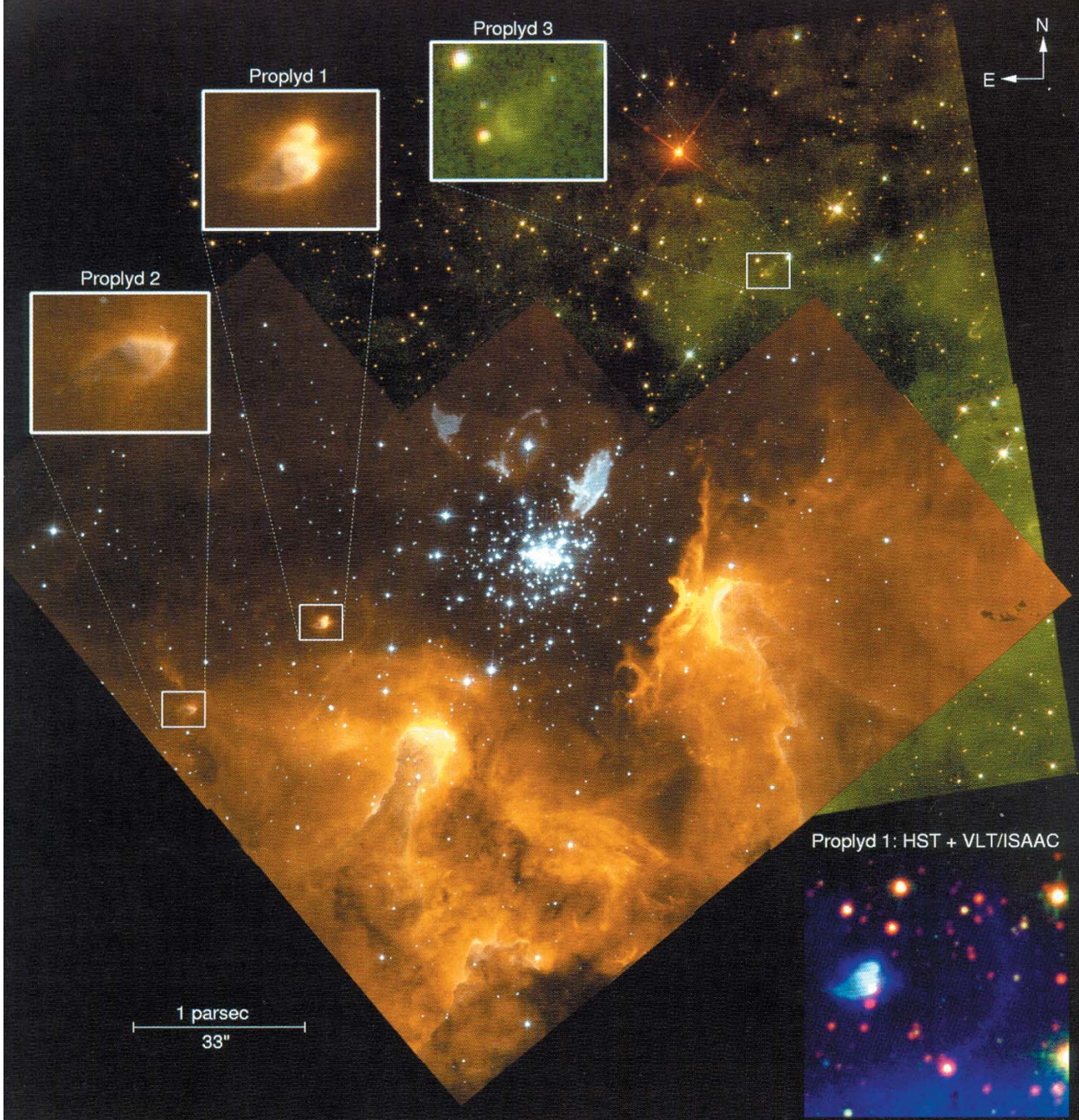
★ GAGARINA LIDOJUMAM – jau 40

★ Vai AGRĒNAIS MARSS bija LĪDZĪGS ZEMEI?

★ Kā IZGATAVOT SAULES PULKSTENI?

★ PASAULES RADĪŠANA – BĪBELE un ZINĀTNE

★ Pielikumā KALENĀRS
VASARAS LAIKAM



Jaunas zvaigžņu kopas NGC 3603 attēls, kurā apvienoti 1997. gadā (*augšējā daļa*) un 1999. gadā (*apakšējā daļa*) iegūtie uzņēmumi. Kopu aptver plašs jonizēta ūdeņraža apgabals, kurā redzami gāzes stabi. Ar taisnstūriem iezīmēti, kā arī palielināti parādīti trīs protoplanetārie diski (*proplyd*).

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Habla kosmiskā teleskopa pirmā desmitgade".

Vāku 1. lpp.:

Astronauts uz Mēness.

NASA foto

Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi. Lielo sasniegumu laiks (1961–1973)".

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2001. GADA PAVASARIS (171)



Redakcijas kolēģija:

A. Alksnis, A. Andžāns (atbild.
red. vietn.), **A. Balklavs** (atbild.
redaktors), **M. Gills, R. Kūlis,**
I. Pundure (atbild. sekretāre),
T. Romanovskis, L. Roze,
I. Vilks

Tālrunis 7034580
E-pasts: astra@latnet.lv
<http://www.astr.lu.lv/zvd>



Mācību grāmata

Rīga, 2001

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžnotajā Debessī"

LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas radio-
interferometra projekts. Astronomiski aprēķini
ar elektronu skaitļojamo mašīnu.....2

Zinātnes ritums

Habla kosmiskā teleskopa pirmā desmitgade.
Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....3

Jaunumi

Ap Pulksteņa Jotu (1) riņķo planēta un putekļu disks.
Zenta Alksne.....13
Stāsts par Sakuraja zvaigzni turpinās.
Zenta Alksne.....15

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Kosmosa žurnālistika Interneta laikmetā.
Jānis Jaunbergs.....19
Kosmiskie lidojumi: lielo sasniegumu laiks
(1961–1973). *Ilgonis Vilks*.....21
Zemes mākslīgo pavadoņu fotogrāfisko
novērojumu vēsture. *Igors Abakumovs*.....30

Atziņu ceļi

Ātīeksme pret cilvēku: mūsdienu variācijas.
Maija Kūle.....36

Skolā

Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģijas pamatprincipi
un Visuma modeļi (*nobeigums*). *Kārlis Bērziņš*.....40
Rīgas 28. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde.
Māris Krastiņš.....43
Keplera elipse – isākā laika ceļš.
Tomass Romanovskis.....46
Latvijas 25. atklātā fizikas olimpiāde. *Viktors Fļorovs,*
Andrejs Cēbers, Dmitrijs Docenko, Vjačeslavs Kaščejevs...48
Starptautiskā komandu olimpiāde
"Baltijas ceļš" matemātikā. *Agnis Andžāns*.....53
Par Eilera kvadrātiem. *Aina Atvara*.....56
Dažas binomiālo koeficientu dalāmības īpašības.
Arnīs Granis.....57
Astronomijas skolotāju asociācija informē.
Iveta Murāne.....58

Marsa tuvplānā

Marsa vulkāni, nogulumieži un klimata vēsture.
Jānis Jaunbergs.....59
Brīvā mājupceļa trajektorijas uz Marsu.
Kristofers Hirata.....62
Konkurss lasītājiem. *Jānis Jaunbergs, Mārtiņš Gills*.....65

Amatieriem

Par efemerīdu izskaitļošanu. *Pauls Leckis*.....67
Saules pulksteņi visai Latvijai (1. turpin.).
Aleksandrs Nikolajevs.....70

Jauniešu astronomijas klubā

Zvaigznāji pavasara pusnaktī. *Inga Začeste*.....73

Hronika

Astronomijas institūts, tūkstošgadi noslēdzot.
Arturs Balklavs.....74

Ierosina lasītājs

"..astronomijas zināšanas ir obligāti nepieciešamas
modernajam cilvēkam" (Lasītāju aptaujas'99 apkopojums).
Irena Pundure.....81

Jautā lasītājs

Pasaules radišana – Bībele un zinātne. *Arturs Balklavs*....84

Zvaigžnotā debess 2001. gada pavasarī. *Juris Kauliņš*.....89

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

LPSR ZA ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS RADIOINTERFEROMETRA PROJEKTS

Astrofizikas laboratorijas kolektīvs pēta aukstas milžu zvaigznes, kuru atmosfēras bagātas ar titānu, oglekli un cirkoniju, lai noteiktu zvaigžņu attīstību un izcelšanos. Zvaigžņu izcelšanās un attīstība cieši saistīta ar starpzvaigžņu vidi, kas sastāv no gāzes un putekļiem, maz izstaro redzamo gaismu un grūti pētāma ar optiskajiem teleskopiem. Toties starpzvaigžņu gāze stipri vien izstaro radioviļņus, un to iespējams pētīt ar radioteleskopiem.

Iepazīstoties ar radioastronomiju un radioteleskopu būves sasniegumiem Padomju Savienībā un citās valstīs, tika formulēti šādi vispārīgi nosacījumi LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas (AL) radioteleskopa projektēšanai.

1. Radioteleskopam jābūt ar maksimālo izšķiršanas spēju divos savstarpēji perpendikulāros virzienos, lai pētītu starpzvaigžņu vides mikrostruktūru un varbūt pat zvaigžņu radiouzliesmojumus. Tādat nepieciešams maksimāla garuma krustveida interferometrs.

2. Radioteleskopam jāuztver izstarojumi decimetru un metru viļņu diapazonā. Tādat antenas izgatavošanas precizitātei jābūt vismaz 1,5 cm.

3. Radioteleskopam jābūt pietiekoši jutīgam, tādat ar pietiekoši lielu antenu laukumu. Krusta centra stacionārās antenas laukums tika noteikts apmēram 500 m², bet 4 pārvietojamo antenu koplaukums ne mazāks par 1000 m².

4. Visām antenām jābūt azimutāli montētām.

Lai realizētu šādu projektu, tika noorganizēta speciāla projektētāju grupa, kas sastāvēja no 11 inženieriem konstruktoriem. Darba rezultātā radās radiointerferometra objektu kompleksa projekts. Radiointerferometra celtniecības darbi uzsākti 1960. gadā AL Riekstukalna novērošanas stacijā.

(Saisināti pēc J. Ikaunieka un G. Petrova raksta, 29.–34. lpp.)

ASTRONOMISKI APRĒĶINI ar ELEKTRONU SKAITĻOJAMO MAŠĪNU

Mūsu republikas astronomi savā darbā sākuši izmantot moderno skaitļošanas tehniku – Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas elektronisko skaitļošanas mašīnu LM-3. Tā pirmām kārtām palīdz Astrofizikas laboratorijas darbiniekiem veikt aprēķinus, kas nepieciešami sarkano zvaigžņu īpatnējo kustību kataloga sastādīšanai.

Zvaigžņu īpatnējo kustību aprēķināšanai sastādīta attiecīga programma. Tā ievada mašīnā zvaigznes pozīcijas, šīm pozīcijām atbilstošos novērošanas gadus jeb epochas un svarus, kā arī skaitli, kas norāda pozīciju skaitu. Visus šos datus ievada ar perforētas palīdzību. Tālāk programma liek mašīnai pārveidot skaitļus no decimālās sistēmas diādiskajā, aprēķināt svaru summu, vidējo pozīciju, vidējo epochu, izrēķināt zvaigznes īpatnējo kustību, kā arī pozīcijas un īpatnējās kustības kļūdu. Rezultātus mašīna pārveido no diādiskās sistēmas decimālajā sistēmā, un speciāla izvades iekārta nodrukā tos uz papīra lentes. Programma sastādīta tā, ka aprēķini tiek veikti divas reizes un pēc tam rezultāti salīdzināti. Ja rezultāti nesakrīt, mašīna vēlreiz atkārtoti aprēķinus. Šāda kontrole nepieciešama nejaūšu kļūdu novēršanai. Praktiski kļūdas gadās vienīgi perforatora darbā – var tikt ievadīti nepareizi dati.

Pirmajos 5 rēķināšanas seansos aprēķinātas vairāk nekā 200 zvaigžņu īpatnējās kustības. Salīdzināšanai var atzīmēt, ka viens aprēķinātājs ar aritmometru vienā dienā var aprēķināt trīs līdz četrus zvaigžņu īpatnējās kustības. Mašīnai ir vēl viena priekšrocība, salīdzinot ar aritmometru. Rēķinot ar aritmometru, kļūdas ir gandrīz neizbēgamas un tās daudz grūtāk atklāt.

(Saisināti pēc Z. Alksnes un L. Reiziņa raksta, 37.–39. lpp.)

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

HABLA KOSMISKĀ TELESKOPA PIRMĀ DESMITGADE

2000. gada aprīlī Baltimorā (ASV) Kosmiskā teleskopa zinātnes institūts rīkoja konferenci, kas veltīta desmit gadu pētījumiem ar Habla kosmisko teleskopu (HKT). Tajā uzklusēja ziņojumus par daudziem un ļoti dažādiem pētījumiem, kas balstās uz novērojumiem ar HKT. Pētījumu rezultāti ir ietekmējuši gandrīz visas astronomijas nozares, bet it sevišķi veicinājuši astrofizikas un kosmoloģijas attīstību. Pamatojoties uz sasniegtajiem rezultātiem, tika apspriesti arī turpmākie uzdevumi. Ieskats šīs konferences programmā liecina par paveikto darbu ietilpību, aptverot milzīgu telpas un laika apjomu no mūsdienu Saules sistēmas līdz pirmatnējām galaktikām Visuma sākumlaikā.

Istenībā Habla kosmiskā teleskopa vēsture ir garāka par šiem desmit aktīvās darbības gadiem. Pirmās Lielā kosmiskā teleskopa (to-reizējais HKT nosaukums) ieceres tapa 20. gadsimta 60. gados, apsverot virsatmosfēras jeb orbitālo teleskopu lieliskās iespējas. To apspriešana kāpināja astronomu interesi un izvērsa Lielā kosmiskā teleskopa darbības plānu kaldināšanu. Sākumā šis teleskops bija paredzēts gandrīz vienīgi ārpusgalaktikas objektu novērošanai, taču pamazām radās ieceres par daudz tuvāku debess ķermeņu pētīšanu, tai skaitā Saules sistēmas planētu regulāru apsekošanu. Projektēšanas sākumā Lielajam kosmiskajam teleskopam bija paredzēts galvenais (primārais) spogulis ar trīs metru diametru, tomēr vēlāk projektētāji samierinājās ar 2,4 metru diametru. Jaunais teleskopa variants 1982. gadā ieguva arī galīgo nosaukumu – Habla kosmiskais teleskops, godinot ASV as-

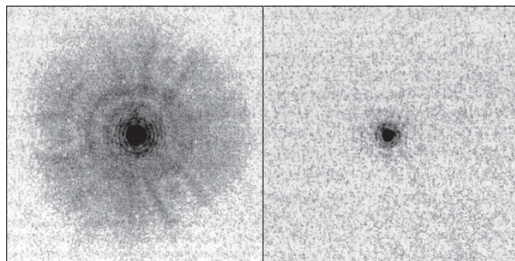
tronomu Edvīnu Hablu, kuram ir sevišķi izcili nopelni galaktiku pasaules pētniecībā.

HKT finansēja NASA – Nacionālā aeronautikas un kosmosa pārvalde (ASV) – un ESA – Eiropas Kosmiskā organizācija, kopā izdodot divus miljardus dolāru.

1990. gada 25. aprīlī ASV “Kosmiskās atspoles” (*Space Shuttle*) *Discovery* komanda ievadīja ap 600 km augstā orbitā un samontēja HKT. Šķita, ka tūlīt sāksies lielā darba augļu plūkšana, taču sākās istenas nedienas. Jau jūnijā bija skaidrs, ka teleskopu piemeklējusi ārkārtīgi nepatīkama kļūme – galvenā spoguļa nepareiza forma, kura radīja sfērisku aberāciju jeb fokālās plaknes atkarību no staru gaitas teleskopā. Tāpēc attēli bija pārāk neskaidri, un stipri samazinājās teleskopa jutība, kā arī izšķirtspēja. Šā defekta dēļ teleskopa iespējas bija kļuvušas daudz nabadzīgākas par iecerētajām. Astronomi bija ļoti sarūgtināti, bet ASV kongresmeņi, no kuriem lielā mērā bija atkarīgs turpmākais finansējums, bija nikni. Kāds no viņiem HKT dzēlīgi nodevēja par “tehnisko titaru”, tēmēdams uz pārākiem slavinājumiem pirms tā pacelšanas orbitā un smago izgāšanos, novērojumus uzsākot. Preses, radio un televīzijas mutē bija teiciens “*Hubble trouble*” – “Habla ķeza”. Daži astronomi jau sāka izsamist, ka pasākuma finansētāji varētu visu paveikto norakstīt zaudējumos un pārtraukt HKT darbību, pirms tā īsti uzsāktu. Tomēr tā nenotika, lai gan HKT pirmā darbības gada laikā atklājās vēl citi defekti. Piemēram, teleskopa notēmēšanu un vadišanu novērošanas laikā apgrūtināja traucējumi orientācijas sistēmā. Visi defekti tika

sīki izanalizēti un laimīgā kārtā atrasti to risinājumi, pārveidojot teleskopa vadības un datu apstrādes programmas, nomainot teleskopa bojātos blokus. Galveno – optikas kļūmi – novērsa, uzstādot jaunas uztvērējkameras, kuru optika kompensē galvenā spoguļa sfērisko aberāciju. Sarežģīto un atbildīgo remontu veica “Kosmiskās atspoles” komanda 1993. gada decembra lidojuma laikā. (*Sīkāks kļūmju apraksts lasāms: R. Fosberijs. “HST pirmais gads” – ZvD, 1992. g. pavasaris, 17.–18. lpp.; E. Mūkins. “Kā remontēs HST” – ZvD, 1993. g. rudens, 16.–17. lpp.* (šeit HST – saīsinājums no angļu *Hubble Space Telescope*.) Ar Habla kosmisko teleskopu iegūtais objekta attēls pirms un pēc optikas kļūdas novēršanas parādīts 1. attēlā.

Līdz ar veiksmīgi izdarītiem labojumiem varēja sākties HKT lielisko iespēju izvaras gājiens, ko nosaka teleskopa atrašanās ārpus Zemes atmosfēras. Pirmkārt, HKT neietekmē Zemes atmosfēras turbulences, un tāpēc tam visā redzes laukā piemīt ļoti augsta leņķiskā izšķirtspēja, sasniedzot 0,05". Jāatzīst, ka tagad izcili labās vietās uz Zemes novietotie jaunās paaudzes teleskopi (Ļoti lielais teleskops Paranalā, Čīlē, un Keka teleskopi Havaju salās) ar krietni lielāku starojumu savācošo laukumu, kas veidots kā aktīvā optika, sasniedz tādu pašu izšķirtspēju, taču pavisam mazā laukumīnā dažu loka sekunžu rādiusā. Tāpēc vienīgi HKT sniedz plašu objektu – miglāju un galaktiku – izcilus attēlus. Otrkārt, ar HKT



1. att. Ar HKT iegūts objekta attēls pirms (*pa kreisi*) un pēc (*pa labi*) optikas defekta novēršanas.

starojuma uztveršanu neierobežo Zemes atmosfēras absorbējošās neaurlaidības joslas un novērošana iespējama visos viļņu garumos no ultravioletās līdz infrasarkanajai spektra daļai. Treškārt, HKT dod vizuālo debess fona līmeni, kāds krīt uz katru attēla elementu, un tāpēc attēliem piemīt nepārspējams kontrasts. Visi šie apstākļi padara HKT unikālu, salīdzinot ar teleskopiem, kas atrodas uz Zemes virsmas.

Kā jau sākotnēji bijis plānots, novērošanas iekārtu pilnveidošana un jaunu uzstādīšana notika arī 1997. gadā un 2000. gadā, kad uz teleskopu atkal devās “Kosmiskās atspoles” komandas.

Lai gan sākumā bijušas dažādas nepatīkšanas un grūtības, ar HKT kopš tā pacelšanas orbitā ir nepārtraukti izdarīti astronomiskie novērojumi. Tie kalpojuši par pamatu daudziem pētījumiem tik daudzās astronomijas nozarēs, ka visus šos darbus nav iespējams izzināt un apjēgt, kur nu vēl ietvert vienā apskatā. Varam tikai ieskicēt pētījumu jomas, ilustrējot tās ar piemēriem no atsevišķiem darbiem. Dažos gadījumos atsauksimies uz rakstiem, kas “*Zvaigžņotajā Debessī*” jau publicēti.

Planētu pasaules pētījumi. Salīdzinot ar kosmiskajiem aparātiem, kas sūtīti lidojumam uz kādu planētu vai garām tai, HKT piemīt svarīga priekšrocība – tas var ilgstoši sekot uz planētas notiekošajiem procesiem – mākoņu kustībai, putekļu vētrām, vulkāniskai darbībai un citām parādībām. Līdz 1995. gadam jau bija vairāk vai mazāk apsekotas visas planētas, izņemot Merkuru. Lūk, dažu novērojumu rezultāti. 1994. gadā HKT saskatīja, ka Neptūna mākoņainajā atmosfērā kļūst neredzams lielais tumšais plankums, kuru atklāja *Voyager 2* 1989. gadā, toties parādās jauns līdzīgs plankums vienlaikus ar gaišiem mākoņiem lielākā augstumā. Planētas pētnieki domā, ka virs lielajiem plankumiem plīvo gāze, kas atdziestot veido sasalušā metāna kristālu mākoņus. Atgādināsim, ka HKT spēj izšķirt ap 1000 km lielas Neptūna planētas detaļas. Rūpīgi apsekots ir Urāns, konstatējot sezonu

maiņas uz tā un gūstot pārlicinošus pierādījumus, ka uz Urāna tāpat kā uz citām lielajām gāzveida planētām plosās vētras (HKT uz Urāna var izšķirt ap 600 km lielas detaļas). Uz nelielā asteroīda Vesta, kura diametrs ir tikai 500 km, HKT varēja saskatīt lavas tecējumus un izsistu krāteru pēdas. Sistemātiska planētu virsmas apsekošana ir svarīga, lai pētītu to atmosfēru un ģeoloģisko uzbūvi.

HKT ir spējīgs reaģēt arī uz negaidītiem notikumiem Saules sistēmā. 1994. gada jūlijā ar HKT izsekoja Šumeikera–Levi komētas fragmentu krišanu uz Jupitera, parādot radušās rētas un to pārveidošanos laikā gaitā. Šie novērojami sniedza jaunas ziņas par apstākļiem Jupitera atmosfērā. 1996. gada jūlijā HKT fiksēja vulkāna izvirdumu uz Jupitera mēneša Jo bridī, kad tas projicējās uz lielās planētas mākoņiem, padarot ainu ipaši krāšņu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*).

Ar HKT ir izdarīti daži citplanētu meklēšanas mēģinājumi. 1999. gadā parādījās ziņa par astrometriskiem pētījumiem, kuru mērķis bijis atrast pie Saulei tuvām zvaigznēm – Centaura Proksimas un Barnarda zvaigznes – nelielas masas pavadoņus, t. i., planētas vai brūnos pundurus. Lai gan precizitāte bija pietiekama tāda Jupitera masas pavadoņa atrašanai, kas ātrāk nekā 60 dienās apceļotu Proksimu vai 150 dienās Barnarda zvaigzni, rezultāts bijis negatīvs. Arī citi pētījumi apstiprināja šādu pavadoņu neesamību. Daudz plašāks bija pasākums, kura gaitā mēģināja atrast Jupitera masas citplanētas pie simtiem zvaigžņu Tukāna 47 lodveida kopā. Taču arī šis pētījums beidzās bez panākumiem. (*Sīkāk sk. Z. Alksne, A. Alksnis. "Ārpus Saules sistēmas planētas jeb citplanētas" – ZvD, 2000. g. rudens, 19.–26. lpp.*)

Zvaigžņu pasaules pētījumi mūsu un citās galaktikās. Zvaigznes ir jebkuras galaktikas redzamākā sastāvdaļa, kas pamanāma pirmām kārtām. Taču zvaigžņu pasaule nav galaktiku nemainīga, sastingusi sastāvdaļa. Tieši otrādi, zvaigznes nepārtraukti attīstās: reiz dzimst, dzīvo īsāku vai garāku mūžu,

mirst, lēnām izdziestot vai pēkšņi uzsprāgstot. Novērojumi ar HKT ir devuši lielu ieguldījumu zvaigžņu dzīves atsevišķu etapu pētīšanā mūsu Galaktikā un citās tuvākās galaktikās.

Vispirms pievērsīsimies HKT nopelniem zvaigžņu tapšanas novērojumos. Ar HKT iegūts iespaidīgs Čuskas zvaigznāja Ērgļa miglāja (M16) attēls, kurā redzami milzīgi molekulārās gāzes stabi, ko dēvē par “ziloņu snuķiem”. To garums ir aptuveni viens gaismas gads (g. g.). Attēlu visā krāšņumā var aplūkot uz “ZvD” 2000. gada rudens laidiena vāka otrās lappuses. Šajos stabos, kur starpzvaigžņu vielas blīvums ir relatīvi ļoti liels, top jaunas zvaigznes. Dažas topošās zvaigznes ir izslējušās no stabiem sava veida “pirkstu” galos, citas pagaidām slēpjas stabu iekšienē. Zvaigžņu tapšanas apgabali ar HKT ir novēroti arī Oriona zvaigznajā (*sk. A. Balklaus. "Habla teleskops par Oriona miglāju" – ZvD, 1994. g. rudens, 14.–16. lpp.*), kur ir saskatāmas jau gatavas zvaigznes. Ap tām redzami veidojumi, kas nosaukti par protoplanetāriem diskiem. No gāzu un putekļu disku vielas vēlāk var veidoties planētas.

Kad jaunu masīvu zvaigžņu spēcīgais vējš aizpūš prom dzimtā molekulārā mākoņa pārpalikušo vielu, kļūst redzams, ka zvaigznes lielā skaitā radušās vienkopus. Žurnālā “*Messenger*” 1999. gada decembrī ASV astronomi B. Brendls, V. Brendness, E. Grebels un H. Cīnekers no Vācijas ir publicējuši jauntapušās zvaigžņu kopas NGC 3603 attēlu, kas iegūts ar HKT (*sk. att. vāku 2. lpp.*). Kopa atrodas Galaktikas spirāļu zarā ap 20 000 g. g. attālumā no Saules un satur vairāk nekā 50 sevišķi masīvu (masa pārsniedz 10 Saules masas) un starjaudīgu zvaigžņu, kuru vecums ir tikai daži miljoni gadu. Šo kopu aptver zvaigžņu starojuma jonizēti ūdeņraža apgabali, kuros redzami milzīgi gāzes stabi, kas līdzīgi Ērgļa miglāja “ziloņu snuķiem”. Tajos zvaigžņu tapšana turpinās. Kopa NGC 3603 ir varenāka par Saulei daudz tuvāko jaunu zvaigžņu sistēmu Oriona zvaigznāja Trapecē (ap pusotra tūkstoša g. g. attālumā), un tai piemīt

simtreiz lielāka spēja jonizēt apkārtējo gāzi. Taču zvaigžņu kopa NGC 3603 un tās apkārtnē savukārt nav gluži tik iespaidīgs veidojums, kāda ir jaunu zvaigžņu kopa R136 un to aptverošais Tarantula miglājs Lielajā Magelāna Mākonī (LMM). Šis debess apgabals ar HKT tika uzņemts jau 1992. gadā (*sk. Z. Alksne. "Magelāna Mākoņi tuvplānā" – ZvD, 1998./1999. g. ziema, 3.–15. lpp.*). Iepriekš minētie autori mūsu Galaktikas kopu NGC 3603 tomēr dēvē par klonētu masu LMM kopai R136. Viņi uzskata, ka tieši šāda veida jaunas kopas kalpo par "būvķieģeļiem" visās galaktikās, kur top zvaigznes. Izdarot papildu novērojumus ar ļoti lielo teleskopu sistēmas Antū 8 metru teleskopu, noskaidrots, ka kopā NGC 3603 vienlaikus ar lielas masas zvaigznēm top arī Saules masas un vēl mazākas masas zvaigznes, turklāt to vecums nepārsniedz miljonus gadu.

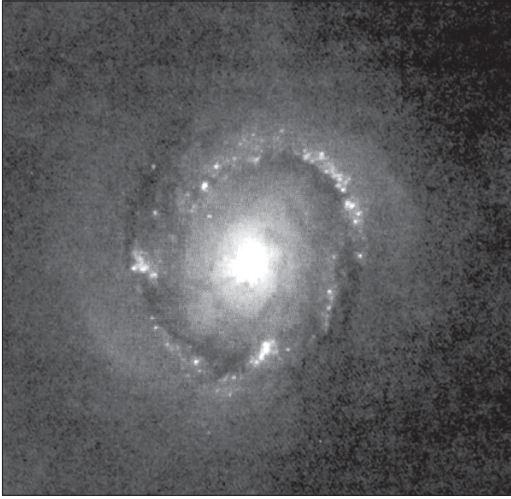
Interesanti, ka ar HKT iegūtajā kopas NGC 3603 un tās apkārtnes attēlā (*sk. vēlreiz attēlu vāku 2. lpp.*) saskatīti arī trīs protoplanetāro disku tipa kurkuļveida objekti. To galvas vērsta pret kopu, bet vājāk redzamās astes – prom no kopas. Pēc uzbūves tie ir līdzīgi Oriona miglājā saskatāmajiem, bet dažu desmitu reižu lielāki (6000 x 20 000 astronomiskās vienības). Protoplanetāro disku forma liecina par vielas izplūšanu no tiem.

Te jāpiebilst, ka vielas izplūšana no jaunām zvaigznēm ir to tapšanas procesa neatņemama sastāvdaļa. No visām topošām zvaigznēm, kamēr tās atrodas saraušanās stadijā, tiek izmestas gludenas (kolimētas) šauras gāzes strūkļas, kas novērojamas vizuālos un tuvos infrasarkanos staros, vai notiek haotiskāki masīvi molekulāri izplūdumi, kurus novēro submilimetru vai milimetru garos viļņos ar radioteleskopiem. Bieži vienlaikus novērojami abi vielas aizplūdes veidi. Domājams, ka vielas aizplūde palīdz topošajai zvaigznei atbrīvoties no liekā kustības daudzuma momenta, lai tā no sākotnējā sabiezinājuma molekulārā mākonī spētu sarauties līdz zvaigznes izmēriem. Topošo zvaigžņu izmetumu un aiz-

plūdes mehānikas pētīšanā arī izmanto HKT novērojumus. Piemēram, Eiropas Kosmiskās organizācijas biļetenā "*Astroneus*" M. Fridlunds ziņoja par jauna zvaigžņveida objekta L1551 IRS5 novērojumiem. Šis debess objekts atrodas tikai ap 150 gaismas gadu tālu no mums, un no tā izmestās strūkļas struktūra labi saskatāma ar HKT iegūtajos attēlos. Molekulārais izplūdums no šā objekta bija jau iepriekš novērots radioviļņos. Pirms šā darba tika domāts, ka molekulāro izplūdi rosina strūkļas, taču šis pētījums to apgāza. Vismaz aplūkojamā gadījumā strūkļas kustības daudzuma moments ir simtkārt par mazu, lai virzītu molekulāro izplūdumu. Šā pētījuma secinājums – abu veidu vielas izplūdes topošajā zvaigznē nav savstarpēji saistītas. Vielas izplūde no centrālās zvaigznes un nostabilizējušies pirmsplanētāri diskā ar HKT ir detalizēti pētīti arī pie jaunām zvaigznēm, kas pazīstamas kā Vērša T tipa mainīgzvaigznes.

Citas galaktikās, izņemot pašas tuvākās, ar HKT nepēta vairs atsevišķu zvaigžņu veidošanās mehānismu, bet gan mēģina izsekot zvaigžņu tapšanas procesam kopumā, pētot veselu zvaigžņu tapšanas apgabalu vecumu un izvietojumu galaktikā. Ikvienam astronomijas interesentam ir pazīstams spirāļu zarus sakārtotu vai izklaidus izmētātu spoži mirgojošu jaunu zvaigžņu tapšanas apgabalu izvietojums galaktikās. Tāpēc piedāvājam iepazīties ar savdabīgo galaktiku NGC 4314, kuras attēls iegūts ar HKT (*sk. 2. att.*). Galaktika NGC 4314 atrodas 40 miljonu g. g. tālu Berenikes Matu zvaigznāja virzienā. Ap tās centru redzams tikai aptuveni piecus miljonus gadu vecu zvaigžņu riņķis. Tā forma ir tik izteikta tāpēc, ka nekur citur šajā galaktikā zvaigznes pašlaik netop. Šis "zvaigžņu audzētavas" rādiuss ir ap 1000 g. g., un tajā bez jaunajām zvaigznēm ietilpst daudz gāzes un putekļu. Ir zināmas arī citas galaktikas ar līdzīgu jauno zvaigžņu sakārtojumu. Astronomi cenšas atminēt ipatnējā sakārtojuma iemeslus.

Galaktiku dzīvē mijas periodi, kuros zvaigžņu tapšana ir strauja, mērena vai gandrīz



2. att. Galaktikā NGC4314 jaunu zvaigžņu tapšanas apgabali veido apli, kura rādiuss ir ap 1000 g. g.

apstājusies. Ar HKT ir atrastas daudzas galaktikas, kurās pašlaik zvaigžņu tapšanas process ir ļoti aktīvi, un tās dēvē par zvaigžņu buma (*starburst*) galaktikām. Par vienu tādu galaktiku sīkāk *sk. A. Balklavs. "Zvaigžņuuzliesmums galaktikā NGC 5223" – ZvD, 1999. g. pavasaris, 11.–13. lpp.*

Strādājot ar HKT, ir izdevies mūsu Galaktikas pētījumos izstrādātās zvaigžņu astronomijas klasiskās metodes pielāgot un izmantot citu galaktiku zvaigžņu populāciju pētījumos. Sevišķi veiksmīgi ir izmantotas zvaigžņu krāsu–spožuma diagrammas, šķirojot galaktiku zvaigznes tipus un paaudzēs. Te jāņem vērā, ka galaktikās sadzīvo dažāda vecuma zvaigžņu paaudzes, kas radušās secīgos zvaigžņu tapšanas bumos.

Neaplūkosit daudzus novērojumus, kas vēltiti interesantām zvaigznēm dažādos to garās dzīves etapos, it sevišķi dubultzvaigznēm, kuru komponentes ar HKT iegūtajos attēlos ir labi izšķiramas. Pievērsīsimies zvaigžņu mūža norietam.

Mazas un vidējas masas zvaigznes (masa nepārsniedz 8–10 Saules masas) sava mūža nogalē pārdzīvo sarkano milžu (aukstu un milzīgu uzpūstu zvaigžņu) fāzi, kas beidzas

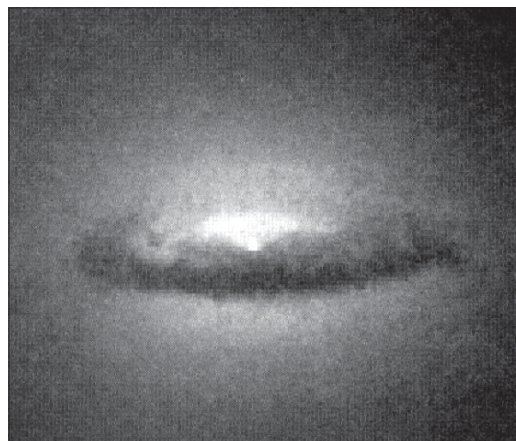
ar zvaigznes ārējā slāņa samērā mierīgu nometšanu. Slāņa viela aizplūst pasaules telpā uz visām pusēm no zvaigznes atkailinātā, karstā kodola, izveidojot plānu gāzes apvalku. Tas spīd, jo absorbē karstā kodola ultravioleto starojumu un pārstaro to kā redzamo gaismu, kļūstot saskatāms miglāja veidolā. Miglājs iekrāsojas dažādās krāsās atkarībā no gāzes ķīmiskā sastāva. Miglāju forma ir ārkārtīgi dažāda, sākot no pilnīgi simetriskas jeb aplveida līdz skaidri asimetriskai – vairāk vai mazāk bipolārai (*sk. divus attēlus krāsu ielikuma 1. lpp.*). Tik detalizēti miglāju attēli, kādus tikko varējāt aplūkot, iegūti ar HKT, bet nelielos teleskopos tie izskatās kā aplīši, un tāpēc guvuši planetāro miglāju nosaukumu. Planetārā miglāja redzamais izskats lielā mērā ir atkarīgs no leņķa, kādā to redzam, bet patieso uzbūvi nosaka sarežģītas un līdz galam vēl neizzinātas sakarības. Pētot Galaktikas planetāros miglājus, iezīmējās uzbūves (arī simetriskuma un asimetriskuma) atkarība no priekšgājējas zvaigznes īpašībām, vispirms jau masas. Taču Galaktikā sakarību meklējumus apgrūtina neprecīzi nosakāmie miglāju attālumi. Tāpēc radās plāns sakarību noteikšanai izmantot LMM planetāro miglāju novērojumus ar HKT. Šādā darbā var pamatoti pieņemt, ka LMM visi miglāji praktiski atrodas vienādi tālu no Saules. Biļetena “*Astroneus*” 1999. gada septembra laidienā L. Stanghellini ziņoja par 50 planetāro miglāju novērojumiem LMM. Tos vispusīgi apstrādājot, iegūtas ziņas par šo miglāju morfoloģiju, izmēriem, blīvumu, jonizētās vielas masu, ķīmisko sastāvu, kā arī par centrālās zvaigznes spožumu, temperatūru un masu. Analizējot plašo informāciju, noskaidrots, ka Lielajā Magelāna Mākonī ir relatīvi vairāk asimetrisku planetāro miglāju nekā Galaktikā. Tas skaidrojams ar ķīmisko elementu sastāva atšķirību – LMM ir mazāk smago elementu. Apstiprinājās planetāro miglāju morfoloģijas saistība ar to blīvumu un ķīmisko sastāvu, kā arī ar priekšgājējas zvaigznes īpašībām. Par HKT lomu planetāro miglāju pētīšanā stāstīts arī A. Balklava rakstā

“Astronomi vēro planetāro miglāju dzimšanu” – *ZvD*, 1999./2000. g. ziema, 23.–27. lpp.

Lielas masas zvaigznes (masa lielāka par 10 Saules masām) savu dzīvi beidz pavisam savādāk – uzsprāgstot jeb eksplodējot un piesakot šo notikumu ar pēkšņu ļoti krasu spožuma pieaugumu. Šāds notikums tiek dēvēts par supernovas uzliesmojumu. Arī kataklizmām pakļauto zvaigžņu novērojumos iesaista HKT, kas savas izšķirtspējas dēļ var sekot notikumu norisei. Spilgts piemērs ir 1987. gada supernovas novērojumi LMM. Kopš HKT pacelšanas orbitā tas pieslēdzās novērojumu programmai, ko līdz tam veica uz Zemes izvietotie teleskopi, un sekoja pēkšņās eksplozijas notikumiem, reģistrējot par g. g. sīkākas detaļas. “*ZvD*” 2000. gada rudens laidiena *krāsu ielikuma 1. lpp.* ir reproducēts lielisks supernovas SN 1987A uzņēmums. Tajā redzami divi plaši apļi, katrs uz savu pusi no zvaigznes. To viela ir izmesta no supernovas priekšteces jau tūkstošiem gadu pirms zvaigznes beigu eksplozijas. Apļu atsevišķas daļas top spožākas, kad tās sasniedz un sasilda brāzmainais vilnis no eksplozijas vietas. Ap pašu supernovu redzams vēl trešais aplis, kuru veido karsta un ātri kustīga gāze, kas izmesta eksplozijas laikā.

Galaktiku pasaule Piena Ceļa tuvumā un Visuma tālēs. Galaktikās vislabāk pamanāmas ir zvaigznes, bet tās nebūt nav vienīgās zvaigžņu sistēmu iemītnieces. Telpā starp zvaigznēm ir gāze, kuras daudzums, sadalījums un kustība nosaka galaktikas uzbūvi un rada apstākļus zvaigžņu tapšanai. Savukārt starpzvaigžņu telpas putekļi, kas daļā galaktiku atrodas ļoti bagātīgi un ir sakārtojušies mākoņos, slāņos, diskos vai gredzenos, dramatiski ietekmē no gāzes un zvaigznēm būvēto galaktiku caurredzamību. HKT ir it kā tuvplānā parādījis ļoti daudz tuvu un tālu galaktiku, palīdzot izziņāt to dabu un attīstības gaitu. Piemēram, ir savākti un apkopoti detalizēti dati par spirālisko galaktiku zariem, par šķēršu veidošanos un nozīmi galaktikas gāzes kustībā, par centrālā blīvuma tapšanu.

Tomēr svarīgākie panākumi ir sasniegti galaktiku aktīvo kodolu izpratnē. Par aktīvo kodolu runā gadījumos, kad galaktikas kodols ir ar neparasti, ārkārtīgi, izcili lielu starjaužu un tā spektrs uzrāda spēcīgas emisijas līnijas, kas atbilst ļoti dažādām jonizācijas pakāpēm. Dažāda veida aktīvo kodolu starjauža var atšķirties plašās robežās, kaut gan vienmēr tā ir ļoti liela. Šeit aplūkosim divu veidu galaktikas ar aktīviem kodoliem, kuras dēvē par kvazāriem un Seiferta galaktikām. Lielākā starjauža ir kvazāriem, kamēr Seiferta galaktikām tā ir krietni mazāka, taču tās pārstāv visplašāk izplatīto aktīvo kodolu veidu. Jau drīz pēc galaktiku aktīvo kodolu atklāšanas teorētiķi norādīja, ka milzīgo enerģijas izdalīšanos galaktiku centros var izraisīt vieniģi tāda parādība kā melnais caurums. Melnos caurumus teorētiķi iztēloja kā milzīgas masas koncentrācijas relatīvi nelielā telpā, kas gravitācijas ietekmē rauj sevi iekšā gan apkārtējo vielu, gan starojumu. Šādu melno caurumu klātbūtnei galaktiku centrā var pierādīt tikai ar novērojumiem. Jau Zemes teleskopi pamatoja aizdomas par melno caurumu varenajā galaktikā M87, kas atrodas 50 miljonus g. g. tālu Jaunavas galaktiku kopā. Ar HKT izdevās sīki izpētīt šīs galaktikas centra tuvāko ap-

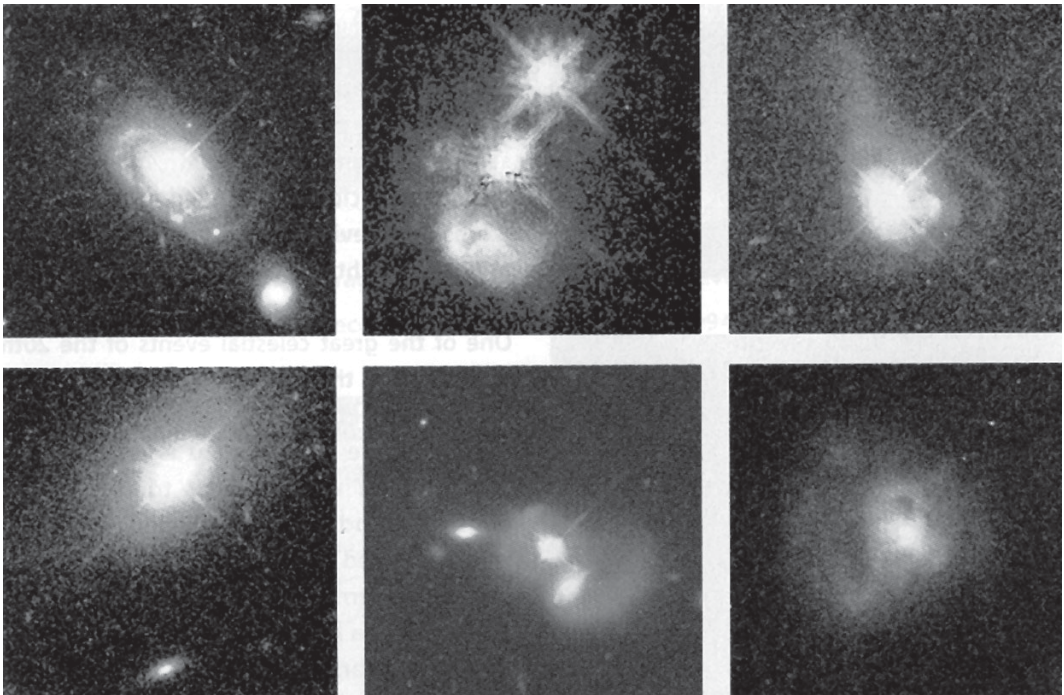


3. att. Putekļu tors apņem melno caurumu galaktikā NGC7052.

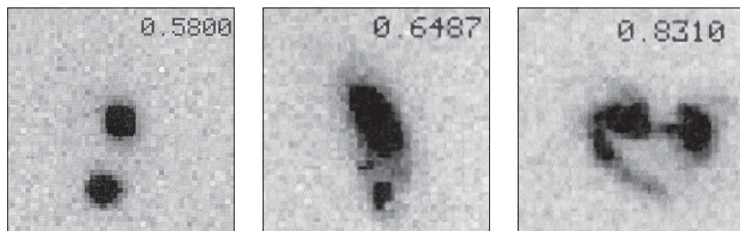
kārtņi. Tur atrada gāzes disku un izmērija gāzes virpuļveida kustības ātrumu tā abās pusēs. Mērījumu rezultāti apliecināja, ka rotējošā gāze kustas arī virzienā uz centru, un ļāva noteikt iesūktās masas daudzumu. Izrādījās, ka M87 pašā serdē 120 g. g. diametrā patiešām ir sablīvējusies kolosāla masa – ap diviem miljardiem Saules masu. Vēlāk ar HKT daudzu samērā tuvu galaktiku centros ir atrasti melnie caurumi. Jo lielāka galaktika, jo varenāks izrādījās tās melnais caurums. Jāsecina, ka galaktika un melnais caurums rodas vienotā procesā.

Melnais caurums pēc savas dabas ir ārkārtīgi kompakts un masīvs, bet tumšs un nesaķatāms objekts. Savu klātbūtni tas uzrāda kā aktīvu galaktikas kodolu, kas rada spēcīgu jonizētu starojumu, izsviež grandiozas vielas strūkļas un ietekmē apkārtnējo galaktikas telpu. Astronomi no Kosmiskā teleskopa zināt-

niskā institūta un citām pētniecības iestādēm ar HKT un Ļoti lielo radiointerferometru ir guvuši daudzpusīgu ieskatu galaktikas M87 centra apgabalā. No šā apgabala gandrīz ar gaismas ātrumu gāzes laukā spēcīga subatomu daļiņu plūsma, kura gandrīz kā taisns vielas kūlis vai strūkļa stiepijas tūkstošiem gaismas gadu garumā (*sk. attēlu krāsu ielikumā 1. lpp.*). Ap galaktiku centru melnajiem caurumiem ir saskatīti no putekļiem veidoti tori – barankveida gredzeni. Viens no uzskatāmākajiem piemēriem ir putekļu tors ap eliptiskās galaktikas NGC 7052 centru (*sk. 3. att.*). Šajā galaktikā tors, kura diametrs ir 3700 g. g., apņem melno caurumu, kura masa tiek lēsta ap 300 miljonu Saules masu liela. Šādi tori regulē emisijas līniju platumu Seiferta galaktikās, radot 1. un 2. tipa Seiferta galaktikas attiecīgi ar platām un šaurām emisijas līnijām.



4. att. Kvizāri dažāda veida saimniekgalaktikās: parastajās (*kreisās puses attēli*), sadūrušajās (*vidējie attēli*) un izkropļotajās (*labās puses attēli*).



5. att. Divas galaktikas, kas satikušās (*kreisajā pusē*), sadūrušās (*vidū*), mijiedarbojas, radot tiltu starp galaktikām un garu asti (*labajā pusē*). Attēlu augšā norādīta galaktiku sarkanā nobīde z .

Kas attiecas uz kvazāriem, tad kādu laiku pēc to atklāšanas 1963. gadā kļuva skaidrs, ka šie izcilie enerģijas izdalītāji “sēž” parastu eliptisko un spirālisko galaktiku centros. Taču iegūt saimniekgalaktikas attēlu bija ārkārtīgi grūti divu iemeslu dēļ: 1) kvazāri ir ļoti tāli objekti un tāpēc saimniekgalaktikas vāji redzamas, 2) kvazāru brīnumspēcīgais starojums liedz saskatīt vājās galaktikas. Ar HKT iekārtām ir sekmīgi izdevies pārvarēt šīs grūtības un ir iegūti teicami saimniekgalaktiku attēli (*sk. 4. att.*). Tajos redzams, ka kvazārus aptver gan normāla izskata galaktikas, gan sadūrušās galaktikas, gan deformētas galaktikas. Šāda dažādība apgāž kādreiz valdošo priekšstatu par kvazāriem kā galaktiku katastrofālu sadursmju radītu un barotu parādību.

Galaktiku satikšanās, sadursmes un saplūšana tomēr neapšaubāmi spēlē ļoti lielu lomu galaktiku dzīvē un veicina to attīstību (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Galaktiku mijiedarbība” – ZvD, 2000. g. vasara. 3.–13. lpp.*). Detalizēti pētījumi tuvos Visuma apgabalos parāda, kā vareni galaktiku saplūšanas gadījumi ietekmē galaktiku uzbūvi un rosina zvaigžņu rašanos. Tā kā šādas vairāk vai mazāk liktenīgas satikšanās var gadīties jebkurā galaktikas dzīves laikā, tad tās uzbūve, masa, starжда ar laiku mainās. Cik bieži notiek galaktiku sadursmes? Lai atbildētu uz šo jautājumu, ļoti liela astronomu grupa no Eiropas, Amerikas un Austrālijas izskatīja ar HKT iegūtos attēlus, meklējot galaktiku pārus, mijiedarbībā esošas galaktikas un galaktikas, kuru uzbūve liecina par jau notikušām galaktiku saplūšanām (*sk. 5. att.*). Izmantojot citos pētījumos noteikto galaktiku sarkano nobīdi, viņi atrada, ka laika posmā

no mūsu dienām ($z = 0$) līdz astoņu miljardu gadu senai pagātnei ($z = 1$) parasta galaktika ir pārcietusi no 0,8 līdz 1,8 saplūšanas gadījumiem. Mijiedarbībā esošo galaktiku pāru skaits pieaug, atkāpioties laikā. Šo darbu pētnieku grupa publicējusi “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*” 2000. gada janvāra laidienā.

Kas notika ar galaktikām senākos laikos (lielāki z)? Atbildi sniedza pētījumi, kas balstās uz HKT attiecīgi 1995. un 1998. gadā veiktajiem detalizētiem novērojumiem divos apgabalos debess ziemeļu un dienvidu puslodē, t. s. dziļajos laukos (*sk. L. Začs. “Logs uz bezgalību” – ZvD, 1997. g. rudens, 13.–15. lpp.; Z. Alksne. “Astronomi tuvojas Visuma sākumlaikam” – ZvD, 1999. g. vasara, 16.–17. lpp.*). Šie dziļie lauki būtu jāsauc par lauciņiem, jo katrs ietver tikai dažas loka kvadrātminūtes, toties to eksponēšanas laiks līdzinās 100 stundām un to uzņēmumos var saskatīt 30. vizuālā zvaigžņlieluma spidekļus. Šajos divos virzienos teleskops kā ar zīmuli iedūra dziļi telpā un laikā, paverot mazu spraudziņu uz Visuma pagātnei. Katrā laukā redzami vairāki tūkstoši galaktiku. Tuvākajām no tām sarkano nobīdi spektroskopiski noteica ar Zemes teleskopiem. Fotometriski nosakot šo galaktiku krāsu indeksus, astronomiem izdevās atrast sakarību starp krāsu indeksu un sarkano nobīdi. Šī sakarība savukārt palīdzēja noteikt vistālāko galaktiku $z = 5$, kas liecina par to, ka šīs galaktikas pastāvējušas Visumā jau drīz pēc tā dzimšanas Lielajā sprādzienā. Aplūkojot tālās galaktikas, nācās konstatēt, ka tās ir mazākas un neregulārākas pēc formas nekā tuvākās (*tās var apskatīt ZvD 2000./2001. g.*

ziemas laidiena krāsu ielikuma 1. lpp.). Radās nemaldīgs secinājums – galaktikas kopš to rašanās laika ir nemītīgi pārcietušas smagas sadursmes, pamazām palielinot izmērus un mainot formu.

Habla kosmiskais teleskops dod vēl vienu iespēju palūkoties uz pirmatnējam galaktikām, izmantojot Einšteina atklāto gravitācijas lēcu efektu (sk. B. Rolovs. “Gravitācijas lēcas un kosmoloģija” – *ZvD*, 1992. g. rudens, 2.–7. lpp.). Ja no kādas ļoti tālas galaktikas nākošie gaismas stari ceļā uz teleskopu sastop galaktiku kopu, tad kopas galaktiku gravitācijas spēks noliec jeb lēco tālās galaktikas starus. Tāpēc ap galaktiku kopu rodas vairāki tālās galaktikas liekie attēli jeb tālās galaktikas mirāža. Centrā attēlam, kas redzams *krāsu ielikuma 1. lpp.*, atrodas eliptisku un spirālisku galaktiku kopa 0024+1654. Tā atrodas piecu miljardu gaismas gadu tātumā. Noliecot aizmugurē esošās 10 miljardu g. g. tālās galaktikas gaismas starus, kopa ir radījusi vairākus tās attēlus: vienu centrā un pārējos apli ap sevi. Arī paši attēli ir izkropļoti, jo parastas spirāliskas galaktikas attēls ir pārvērsts par lokveida attēliem. Šo attēlu analīze rāda, ka tālā galaktika zili mirdz un ir neparasti gabalaina. Tā var būt pavisam jauna galaktika aktīvas zvaigžņu tapšanas stadijā. Lai gan galaktiku lēcošanas parādība bija zināma arī agrāk, HKT augstās izšķirtspējas attēli atsedz tādas lēcotā objekta detaļas, kādas iepriekš nevarēja saskatīt. (*Par vēl vienu HKT novērotu tālas galaktikas lēcošanu sk. L. Začs. “Logs uz bezgalību” – ZvD*, 1997. g. rudens, 13.–15. lpp.).

Visuma attālumu skalas un vecuma noteikšana. Viens no pašiem svarīgākajiem, aktuālākajiem HKT uzdevumiem, kas tika plānots jau teleskopa ieceres laikā, bija Visuma attālumu skalas noteikšana. Tika izstrādāts īpašs “*ārpusgalaktikas attāluma skalas risinājuma projekts*”, kura izpildē iesaistījās vairāk nekā 20 astronomu. Šā darba pamatā bija ātri pulsējošu maiņzvaigžņu – cefeīdu – novērošana galaktikās. Galaktiku attālumu noteikšanai cefeīdas noder tāpēc, ka starp to patieso

spožumu un pulsāciju periodu, kas viegli nosakāms no redzamā spožuma maiņām, pastāv sakarība. Izvēlētajā galaktikā atrod cefeīdas, nosaka to periodus, izmantojot minēto sakarību, uzzina to patieso spožumu un aplēš galaktikas attālumu, kas var kalpot kā atbalsta punkts attālumu skalā. Šī metode jau bija pārbaudīta un izmantota tuvu galaktiku attāluma noteikšanai. Lai attālumu skalu pastieptu pēc iespējas tālāk, arī tālajās galaktikās jāizšķir atsevišķas zvaigznes. Te nu slēpjas HKT izcilā loma darba izpildē. Tajā laikā, kad projekta izpildi sāka, uz Zemes bāzētie teleskopi tālās galaktikas redzēja kā neskaidru gaismas traipu (jaunā, tagadējā teleskopu paaudze vēl nefunkcionēja), kamēr vienīgi HKT tajās varēja izšķirt atsevišķas zvaigznes (runa te ir par galaktikām, kas atrodas 50 miljoni g. g. tālajā Jaunavas galaktiku kopā un citās galaktiku kopās vai grupās līdzīgā attālumā). Sākot programmas izpildi 90. gadu sākumā, punktveida spidekļu atrašanās un apstrādes automatiskā tehnika bija attīstījies tik tālu, ka spēja darbu veikt īsā laikā. Tāpēc jau 1995. gadā pirmajā plānotajā galaktikā bija atrastas cefeīdas un apstrādāti to novērojumi. Tā bija Jaunavas kopas spirāliskā galaktika M100, tās attālums izrādījās 56 miljoni g. g. Par attālumu skalas risināšanas projektu un pirmo sasniegto rezultātu sīki izklāstīts U. Dzērviša rakstā “*Habla konstantes precizēšana cefeīdu novērojumos ar kosmisko teleskopu*” – *ZvD*, 1996. g. pavasaris, 7.–10. lpp. Pēc sekmīgā iesākuma galaktiku novērošana un cefeīdu meklēšana raiti turpinājās, ik gadus sniedzot datus arvien jauniem ziņojumiem. 1999. gadā parādījās ziņojums par galaktikas NGC3319 (pēdējās no projektā paredzētajām) attāluma noteikšanu.

Tālo galaktiku attāluma noteikšana kalpoja galvenā uzdevuma veikšanai – Habla konstantes noteikšanai. Par Habla konstanti dēvē proporcionalitātes koeficientu E. Habla noteiktajā sakarībā starp Visuma izplešanās ātrumu, ko nosaka pēc Doplera efekta radītās spektrāllīniju nobīdes galaktiku spektros, un attālumu līdz galaktikām. Tikai zinot konstan-

tes vērtību, var izmantot Habla sakarību jeb likumu Visuma dzīlēs esošo objektu attāluma noteikšanai un paša Visuma vecuma izvērtēšanai. Par konstantes noteikšanas sarežģītību un grūtībām var lasīt M. Krastiņa rakstā *“Habla konstantes precizēšana turpinās” – ZvD, 1995. g. pavasaris, 2.–6. lpp.* Ar HKT veiktais darbs deva Habla konstantes vērtību $H_0 = 70$ km/s/Mpc, noteikšanas kļūdai nepārsniedzot 10%, kā tas bija iecerēts. Šī Habla konstantes vērtība ir mazāka nekā vēl nesenā pagātnē lietotā $H_0 = 100$ km/s/Mpc. Mazāka Habla konstante liecina par lēnāku Visuma izplešanos un lielāku Visuma vecumu. Saskaņā ar HKT noteikto Habla konstantes vērtību Visuma vecums ir 14 miljardi gadu. Vai ar HKT palīdzību noteikto Habla konstantes vērtību var uzskatīt par galīgo, pareizo, vienīgo isto? Nekādā ziņā, tiek meklētas arvien jaunas konstantes noteikšanas metodes, tiek uzlabota darbu precizitāte.

Viens konstantes uzlabošanas virziens saistīts ar iespējām attāluma skalu pastiept vēl tālāk Visumā, iesaistot supernovu novērojumus ar HKT. Supernovu starjaudīgie uzliesmojumi sekmīgi saskatāmi tālāk par cefeidām (sk. Z. Alksne, A. Alksnis. *“Supernovas astronomu tiklos” – ZvD, 1998. g. vasara, 15.–20. lpp.*), taču nepieciešams precīzi kalibrēt supernovu patieso spožumu. Tas izdarāms, izmantojot tās tuvās galaktikas, kurās gan uzliesmojusi supernova, gan saskatītas cefeidas. Par šāda

veida darbu 1999. gada nogalē ziņoja A. Saha ar kolēģiem. Viņi sekmīgi kalibrējuši supernovu patieso spožumu un rezultātu izmantojuši 34 īpaši tālu galaktiku attāluma noteikšanai. Apkopojot iegūtos datus, viņi aplēsuši $H_0 = 60 \pm 2$ km/s/Mpc.

HKT uzvaras gājiens turpinās. HKT aizritējušajos 10 gados ir bijis astronomisko novērojumu līderis, lai gan parādījušies jaunās paaudzes Zemes teleskopi un to skaits pieaug. Lai kā būtu uzlabotas šo teleskopu optikas īpašības, tomēr tos visus atšķirībā no HKT ierobežo Zemes atmosfēra. HKT ir daudz sniedzis arī astronomijas interesentiem, sagādājot lieliskus debess ķermeņu un veidojumu attēlus. Izcilākajiem no tiem ir veltīta piecu ASV pastmarku sērija (sk. *ZvD 2000./2001. g. ziemas laidiena krāsu ielikuuma 3. lpp.*).

Ar HKT bija paredzēts strādāt 15 gadus, bet tagad radusies cerība strādāt vēl otru desmit gadus, gan apgādājot teleskopu ar jauniem instrumentiem. Ievērojot dziļo lauku eksperimenta lieliskos panākumus, nolemts mainīt novērojumu laika sadalīšanas politiku. Astronomi iesaka atlikt sīkākus darbus un koncentrēties uz Visuma tālās telpas pētījumiem, plašos debess apgabalos izdarot ilgās ekspozīcijas, kā līdz šim dziļajos laukos. Iegūtais novērojumu materiāls būtu ista zelta raktuve simtiem pētnieku grupu, kas varētu izvēlēties visdažādākos pētījumu virzienus, papildinot tos ar citiem novērojumiem no orbitālām un Zemes observatorijām. 🐦

Zvaigznāji pavasara pusnaktī (sk. 73. lpp.)

1. Lauvas 2. Regulus 3. Jaunavas 4. Galaktiku 5. Vērša Dzinēja 6. Spika 7. Denebola 8. Pavasara 9. Kvadrantidu 10. Herkulesa 11. Vērša Dzinēja 12. Ziemeļu Vainaga 13. Herkulesa 14. M13 15. Apekss 16. Lielā Lāča 17. Micars 18. Alkors 19. Mazais Lācis 20. Polārzcvaigznes 21. Precesijas 22. Paisumu 23. Kasiopejas 24. Piena Ceļš 25. Supernova 26. Starojuma 27. Persejs 28. Plejādes 29. Vedējs 30. Vēzi 31. Dviņus 32. Kastors

ZENTA ALKSNE

AP PULKSTEŅA JOTU RIŅĶO PLANĒTA UN PUTEKĻU DISKS

Planētas, kas riņķo nevis ap Sauli, bet gan ap citām zvaigznēm (citplanētas), vairs nav nekāds retums un pārsteigums, jo tādas atrastas jau pie desmitiem Saulei līdzīgu zvaigžņu. Arī putekļu diski, kas izveidojušies no zvaigžņu tapšanā pārpalikušās vielas, ir novēroti gan ap gluži jaunām zvaigznēm, gan ap Saules līdzinieciem. Taču īpaši vilinoši ir atklāt tādas zvaigznes, pie kurām ir gan viena vai vairākas planētas, gan arī putekļu diski, kur planētas veidojušās. Putekļu diski varētu būt vēl saglabājis ziņas par citplanētu veidošanās procesu laikā, kad tās tapa, saduroties planēt-ezīmāļiem vai protoplanētām. Vai un ko isti varētu spriest par planētu veidošanās procesu pēc diskā novērotām detaļām, pagaidām gan ir visai neskaidrs. Piemēram, vienas milzu planētas rašanās varētu spēcīgi ietekmēt turpmāko planētu veidošanās gaitu, sarežģījot visu analizējamo ainu. Tikai konkrēti putekļu diska un planētas vai planētu vienlaicīgas klātbūtnes gadījumi palīdzēs šķetināt sarežģītās savstarpējās iedarbības jautājumus.

Patiesībā viena tāda sistēma ir pazīstama jau sen. Tā ir mūsu Saules sistēma, kurā bez planētām un sikākiem ķermeņiem pastāv arī liels daudzums putekļu daļiņu. To klātbūtne kā vājas gaismas konuss ir novērojama izcili skaidrā bezmēness laikā un mākslīgās gaismas nepiesārņotā vietā vakaros pēc Saules rieta pie rietumu apvāršņa vai rītos pirms saullēkta pie austrumu apvāršņa. Blāvais spīdums ir starpplanētu telpas putekļu izkļiedētā Saules gaisma, un to dēvē par zodiakālo gaismu. Uz Saules sistēmas zodiakālās gaismas avotu var paskatīties arī no malas ar kosmiskiem aparā-

tiem. Izrādās, ka Saules gaismu atstarojošais un izkļiedējošais putekļu slānis sniedzas pat aiz Plutona orbītas, t. i., tālāk par 40 astronomiskajām vienībām no Saules.

2000. gada 13. oktobra Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) ziņojums preseī vēsti par putekļu diska atklāšanu zvaigznei Pulksteņa t (jota), kurai jau bija atrasta planēta (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. "Planētas ārpus Saules sistēmas" – ZvD, 2000. g. vasara, 13.–19. lpp.*).

Pulksteņa t ir G0 spektra klases zvaigzne, kas Hercšprunga–Rasela diagrammā atrodas uz galvenās secības, un tās spožums vizuālos staros ir 5,4 zvaigžņlielumi, bet attālums no Saules – 56 gaismas gadi. Šī zvaigzne ir nedaudz karstāka un starjaudīgāka par mūsu Sauli, kā arī mazlietīn masīvāka un lielāka par to. Tās vecumu vērtē no 30 miljoniem līdz diviem miljardiem gadu, tātad tā ir krietni jaunāka par Sauli, un uz tās virsmas notiek aktīvi procesi.

Par planētas atklāšanu pie Pulksteņa t 1999. gada decembrī ziņoja EDO pārstāvis M. Kirsers un citi astronomi no Vācijas, Austrijas un ASV. Šī planēta, tāpat kā pārējās līdz šim atklātās citplanētas, nav tieši saskatīta. Tās klātbūtne ir konstatēta, izmantojot radiālo ātrumu metodi (par citplanētu atklāšanas metodēm *sk. norādīto rakstu*). Radiālo ātrumu metodes lietošanu apgrūtināja zvaigznes aktivitāte, jo aktīvo apgabalu pārvietošanās, zvaigznei rotējot, bez planētas izraisītajām zvaigznes ātruma novirzēm radija papildu novirzes. Tomēr planētas atklājēji ir pārliecināti par izskaitļoto planētas orbītas pareizību: orbītas lielā pusass ir 0,9 astronomiskās

vienības un apriņķošanas periods ir 320 dienas. Pēc šiem parametriem Pulksteņa t planētas orbīta no visām zināmām citplanētu orbītām visvairāk līdzinās Zemes orbītai ap Sauli. Taču šī orbīta ir daudz izstieptāka, tās ekscentritāte ir ap 0,16. Minimālā masa M (pareizāk M_{Sini} , kuri i – orbītas plaknes noliece, kas nav zināma) ir 2,3 Jupitera masas, tātad vismaz divreiz lielāka par Jupitera masu. Lai atklātu Pulksteņa t planētu, nācies ilgāk par pieciem gadiem pacietīgi izdarīt novērojumus ar samērā nelielo 1,4 metru Kudē paligteleskopu EDO Lasiljas observatorijā Čīlē.

Putekļu disku ap Pulksteņa t atklājuši vācu un franču astronomi sadarbībā ar EDO pārstāvjiem. Grupu vadīja Z. Elss no Heidelbergas Universitātes, un tajā darbojās daļa astronomu, kas atklāja planētu. Ari šī grupa izdarīja novērojumus Lasiljā, bet ar 3,6 metru teleskopu, kas apgādāts ar Adaptīvās optikas sistēmu tuvajā infrasarkanajā daļā (*ADONIS*). Šī iekārta novērošanas laikā spēj izlabot Zemes atmosfēras turbulences ietekmi ar datorvadāma elastīga spoguļa palīdzību, radot apstākļus iespējami asāka attēla iegūšanai. Ņemot vērā to, ka meklējamais putekļu disks spēj atstarot tikai mazu daļu centrālās zvaigznes gaismas, novērošanas laikā pašas zvaigznes spilgto gaismu nepieciešams, cik iespējams, mazināt. To izdara, teleskopā gaismas uztvērēja priekšā ievietojot t. s. koronogrāfa masku, kas aiztur zvaigznes gaismu. Maskas diametra izvēle ir kompromiss starp vēlēšanos saskatīt zvaigznei iespējami tuvas diska detaļas un nepieciešamību maksimāli mazināt zvaigznes gaismu. Pulksteņa t diska atklāšanai bija izvēlēta maska ar vienu loka sekundi lielu diametru, kas aizsedz zvaigznes tuvāko apkārtni 8,5 astronomisko vienību rādiusā jeb gandrīz līdz Saturna attālumam no Saules.

Novērojumi izdarīti 2000. gada 6./7. septembra naktī ļoti labos atmosfēras apstākļos. Iegūtas 150 isas ekspozīcijas tuvajā infrasarkanajā (1,64 μm) spektra daļā, lai diska un zvaigznes gaismas intensitātes attiecība būtu vislabāka. Apstrādes gaitā daudzās ekspozīcijas

tika kombinētas, iegūstot iespējami labu attēlu (*sk. att. krāsu ielikuma 4. lpp. pa kreisi*). Līdzīgā veidā tika iegūts attēls kontrolzvaigznei, ap kuru putekļi nav konstatēti (*sk. att. krāsu ielikuma 4. lpp. pa labi*). Ari kontrolzvaigznes attēlā redzams gaismas vainags ap maskas segto apgabalu. Tā ir nenovēršama izkliedētā gaisma, kas rodas galvenokārt teleskopā. Sākotnēji tā bija arī Pulksteņa t attēlā, un, lai no tās izvairītos, apstrādes gaitā no Pulksteņa t attēla "atņēma" kontrolzvaigznes attēlu. No liekās gaismas atbrīvotais Pulksteņa t diska izskats skatāms *krāsu ielikuma 4. lpp. attēla kreisajā pusē*. Tajā redzams plašs, mazliet iegarens veidojums. No šā attēla vien nevar secināt, ka veidojums ap zvaigzni ir disks. Redzamo ainu varētu radīt arī gandrīz sfērisks putekļu apvalks – halo – ap zvaigzni. Ka ap zvaigzni ir disks, autori pamato ar citiem novērojumiem. Piemēram, novērojumi radioviļņu diapazonā neuzrāda oglekļa monoksīda (CO) klātbūtni, kas varētu liecināt par pirmatnējā molekulārā mākoņa daļēju saglabāšanos ap Pulksteņa t. Tā kā šī zvaigzne neatrodas nevienā zināmā zvaigžņu tapšanas apgabalā vai tā tiešā tuvumā, ir ārkārtīgi mazvarbūtīgi, ka uz skata linijas nejauši atrastos mākonis, kura viela varētu imitēt sfērisku apvalku (halo) ap zvaigzni. Taču nesenie novērojumi no pavadoņa *ISO* rāda izteikti pastiprinātu zvaigznes infrasarkanā starojumu, apstiprinot putekļu klātbūtni pie zvaigznes, jo tieši putekļi staro spektra infrasarkanajā daļā, papildinot pašas zvaigznes starojumu. Ja jau putekļi ap zvaigzni patiešām pastāv, tad tie visdrīzāk varētu būt sakārtojušies diskā – stabilākā veidojumā nekā sfērisks apvalks.

Putekļu disks ap Pulksteņa t ir plašs, jo stiepjas līdz 65 astronomiskām vienībām no zvaigznes jeb vairāk nekā divas reizes tālāk par Neptūna orbītu no Saules. Tas varētu būt ne tikai plašāks, bet arī blīvāks par Saules sistēmā pastāvošo putekļu disku. Spriežot pēc izstiepuma, disks varētu būt noliekts 42° leņķī pret debess plakni. Pulksteņa t diska atklājēji ir iecerējuši to novērot dažādos viļņu

garumos, lai varētu noteikt putekļu daļiņu īpašības: temperatūru, lielumu, ķīmisko sastāvu. Turpmāk viņi plāno strādāt arī ar EDO Ļoti lielo teleskopu Paranalā (Čīlē), kad trešajam no tajā ietilpstošiem 8 metru teleskopiem pievienos adaptīvo optiku. Tad varēs novērot vājākus diskus un citas sīkākas struktūras pie zvaigznēm ar zināmām planētām.

Kāpēc diska pētnieki neieraudzija planētu? Viņi to nemaz nevarēja izdarīt, jo zināmās planētas orbītas lielā pusass ir tikai viena astronomiskā vienība un šo apgabalu pilnībā aizsedza maska.

Darba autori min vēl trīs zvaigznes (Ziemeļu Vainaga ρ , HD 210277 un Eridānas ϵ), kurām esot atrasti diski un planētas, bet mums pagaidām nav izdevies iegūt ziņas par šiem diskkiem. 🐼

ZENTA ALKSNE

STĀSTS PAR SAKURAJA ZVAIGZNI TURPINĀS

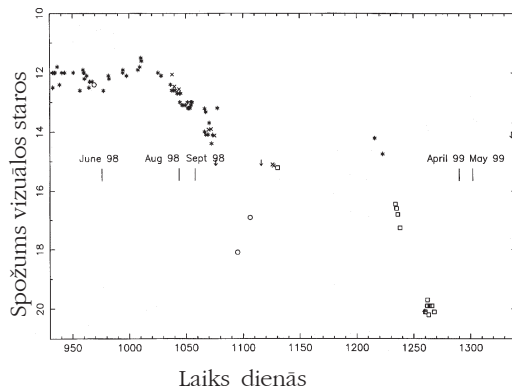
1996. gadā, strauji kāpinādama spožumu, uzmanību sev piesaistīja līdz tam necila debess dienvidu puslodes zvaigzne, kuru maiņzvaigžņu katalogā reģistrēja kā Strēlnieka zvaigznāja 4334. maiņzvaigzni (V4334 Sgr). Šai zvaigznei ne tikai spožuma, bet arī citu raksturlielumu maiņas izrādījās tik interesantas, ka to pētīšanai nekavējoties pievērsās vismaz kāds desmits astronomu no dažādām valstīm. Zvaigznei arvien vairāk apliecinot savu īpatnējo dabu, astronomu interese par šo objektu auga un auga, ik pa brīdim izpaūžoties jaunos novērojumus un teorētisku darbu publicējumos. Šajās publikācijās Strēlnieka V3443 parasti gan dēvē par Sakuraja zvaigzni, tās spožuma mainīguma atklājēja vārdā. Zvaigznes īpašais nosaukums pievērsis interesei uzmanību jau publikāciju virsrakstā. *“Zvaigžņotās Debess”* slejās vairākkārt esam ziņojuši par Sakuraja zvaigznes pētījumu gaitu (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Vēl vienas oglekļa zvaigznes atdzimšana” – ZvD, 1998. g. pavasaris, 7.–11. lpp.*; *“Sakuraja zvaigzne satumst” – īsziņa, ZvD, 1998. g. vasara, 22. lpp.*; *A. Alksnis. “Sakuraja zvaigznes spožums dramatiski krītas” – ZvD, 1999./2000. g. ziema, 15.–19. lpp.*). Tiem, kas nav šos rakstus lasījuši, īsumā izklāstīsim agrākās ziņas par Sakuraja zvaigznes dabu, papildinot tās ar ziņām

no jaunākajiem darbiem, kuri palīdz sekot līdz savdabīgās zvaigznes uzvedībai.

Sakuraja zvaigznes visdīvainākā īpašība ir spožuma maiņu neparastums. Laikā no 1984. gada līdz 1996. gadam tās spožums strauji audzis, zvaigžņlielumam vizuālos staros izmaiņoties no 21 līdz 11,3. Pēc tam pāris gadus tās spožums gandrīz nemaz nemainījās, bet 1998. gada sākumā pēkšņi pavājinājās par diviem zvaigžņlielumiem. Pēc tam zvaigzne brīdi nomierinājās. Tomēr jau 1998. gada rudenī Sakuraja zvaigzne nepilnās simt dienās samazināja spožumu par veseliem sešiem zvaigžņlielumiem un, nemaz neuzkavējusies dziļajā minimumā, tūlīt tiecās no tā ārā. Nav zināms, cik spoža kļuva zvaigzne, jo ziemas vidū Strēlnieka zvaigznājs nav novērojams. Kad 1999. gadā novērojumi atsākās, zvaigzne jau atkal strauji grima dziļā spožuma minimumā. Vizuālos staros pavājinājusies līdz 15.–16. zvaigžņlielumam, zvaigzne pazuda astronomijas amatieru skatieniem. Kā liecina maiņzvaigžņu novērojumus tikla dati Kioto Universitātes (Japāna) interneta mājaslapā, vismaz līdz 2000. gada decembrim Sakuraja zvaigzne vēl arvien bija palikusi zem šīs redzamības robežas. 1999. gada martā, kad zvaigznes spožums vizuālos staros tuvojās 20. zvaigžņlielumam, profesionāliem astronomiem novē-

rojumos nācās iesaistīt lielāku teleskopu – Kitpika (ASV) observatorijas 4 metru teleskopu. Sakuraja zvaigznes vizuālā spožuma maiņas gaita 1998.–1999. gadā aplūkojama 1. attēlā. Kamēr zvaigznes spožums vizuālajos staros katastrofāli pavājinājās, tās spožums infrasarkanajos staros auga. Tāpēc astronomi turpināja zvaigznes spožuma mērīšanu I, J, H, K, L un M caurlaidības joslās, kas aptver 0,9–5,0 μm spektra intervālu. Šajās joslās novērojumi turpinājās 1999. gada rudenī un 2000. gada pavasarī. Pagaidām ir zināms, ka 2000. gada maijā zvaigzne I joslā (0,9 μm) vairs nebija novērojama, J joslā (1,2 μm) kļuva arvien vājāka, kamēr K joslā (2,2 μm) tās spožums turpināja pieaugt.

Sākot ar 1997. gadu, notika arī nepārtrauktas pārmaiņas Sakuraja zvaigznes spektrā. Nozīmīgākā no tām bija oglekļa molekulas (C_2) absorbcijas joslu parādīšanās spektrā un šo joslu intensitātes nemitīgs pieaugums, kā arī vāju ciāna (CN) absorbcijas joslu parādīšanās. Zvaigznes spektrs kļuva līdzīgs oglekļa zvaigznes spektram, taču tieši oglekļa zvaigznes jau sen ir bijušas LZA Radioastrofizikas observatorijas (vēlāk LU Astronomijas institūta) astronomu pastāvīgi pētījumu objekti. Tāpēc šis pārvērtības pievērša mūsu uzmanību Sakuraja zvaigznei un rosināja ne tikai sekot zvaigznes savādajām gaitām, bet arī pastāstīt par tām “Zvaigžņotās Debess” lasītājiem. Pamazām noskaidrojās spektra pārmaiņu iemesli – ievērojamas pārmaiņas zvaigznes atmosfēras ķīmiskajā sastāvā. Bija pieaudzis ne tikai oglekļa relatīvais daudzums (oglekļa pārsvars pār skābekli ir neatņemama oglekļa zvaigžņu iezīme), bet arī smago elementu saturs, vienlaikus bija iestājies udeņraža iztrūkums. Šādas izmaiņas atmosfēras sastāvā astronomi saista ar zvaigznes enerģijas avota – kodolreakciju – rakstura krasām maiņām: udeņraža “degšanu” nomainījis t. s. hēlija slāņa uzliesmojums, kura laikā vielas plūsma no zvaigznes iekšienes uzjunda virspusē lieku oglekli un smago elementus. Tādas enerģijas avota maiņas piemīt vienīgi vēlā attīstības

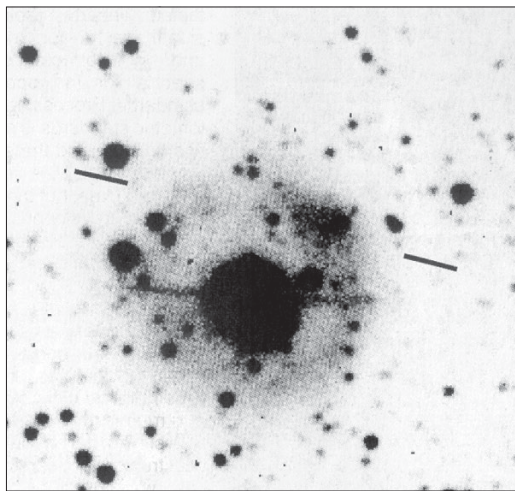


1. att. Sakuraja zvaigznes spožuma maiņas likne vizuālajos staros. V. Taina vadītās grupas apkopoti astronomijas amatieru un profesionāļu novērojumi no 1998. gada marta līdz 1999. gada martam. Atzīmēti arī spektru novērojumu iegūšanas laiki.

stadijā esošām (vecām) zvaigznēm jeb sarkanajiem milžiem jeb sarkanajiem milžiem. Sarkanie milži guvuši savu apzīmējumu to ļoti auksto (tātad sarkani kvēlojošo) un milzīgi uzpūsto atmosfēru dēļ.

Starp sarkanajiem milžiem, tajā skaitā oglekļa zvaigznēm, sastopamas zvaigznes ar pēkšņiem spožuma kritumiem, kuriem allaž seko tūlītēji lēnāki kāpumi līdz parastajam spožuma līmenim. Tās sauc sava prototipa vārdā par Ziemeļu Vainaga R jeb R *Coronae Borealis* (RCB) tipa maiņzvaigznēm. Vismaz 1998.–1999. gada laikā visi pētnieki uzskatīja, ka arī Sakuraja zvaigzne pārliecinoši pieder pie šā tipa maiņzvaigznēm. Ar šādu secinājumu astronomi bija ļoti apmierināti, jo gan spožuma, gan ķīmiskā sastāva izmaiņu īpatnības ļoti saskanēja ar teorētiskajiem prātņēmumiem un paredzējumiem (jau pirms Sakuraja zvaigznes pirmā spožuma krituma iestāšanās teorētiski to pareģoja). Sakuraja zvaigznes RCB tipa spožuma maiņas bija vēl viens iemesls, kas piesaistīja mūsu uzmanību šai zvaigznei. Diemžēl pašlaik nav skaidrs, vai zvaigzne vispār “rāpsies ārā” no dziļā spožuma minimuma, kā tas pienāktos RCB tipa maiņzvaigznei, un kad tas notiks.

Tostarp ir izdevies apzināt arī Sakuraja zvaigznes pagātņi. Tikko Sakuraja zvaigzni sāka pētīt, ap to tūlīt atklāja ar zvaigzni saistītu planetāro miglāju – jonizētas gāzes apvalku. Miglāja klātbūtne nozīmē tikai vienu – Sakuraja zvaigzne jau kaut kad agrāk ir bijusi sarkanais milzis un beigusi šo savas dzīves attīstības stadiju, isā brīdī zaudējot lielu daļu savas masas. Nometot ārējo apvalku, atsedzās zvaigznes karstais kodols. Kodola starojuma ietekmē nomestā viela tika jonizēta un kļuva redzama miglāja veidā, kas izplešas no zvaigznes uz visām pusēm. Jaunus miglāja novērojumus ir veikusi franču un vācu astronomu grupa, kuru vadīja F. Kerbers no Habla kosmiskā teleskopa Eiropas koordinācijas centra. Savus rezultātus viņi publicējuši Eiropas Dienvidu observatorijas izdevumā *“The Messenger”* 2000. gada septembra laidienā. Lai gan Sakuraja zvaigznes planetāro miglāju *“ZvD”* lasītājiem jau esam demonstrējuši, tomēr gribas parādīt jauno lielisko uzņēmumu, kurā labi



2. att. Sakuraja zvaigznes planetārais miglājs. Apaļajam miglājam ir mazs virsmas spožums un izraibināts izskats, ietverot sevī spožu plankumu ZR malā. Divas līnijas norāda spektrogrāfa spraugas stāvokli miglāja spektra iegūšanas laikā. Attēlā ziemeļi atrodas augšā, bet rietumi pa labi.

redzams, ka Sakuraja zvaigzne atrodas pilnīgi apaļā miglāja centrā (*sk. 2. att.*). Attēlā redzamā miglāja diametrs pārsniedz 40 loka sekundes, bet par tā lineāriem izmēriem nav skaidrības, jo pastāv domstarpības Sakuraja zvaigznes attāluma noteikšanā. Vieni astronomi šīs zvaigznes attālumu vērtē ap 8 kiloparsekiem (kpc) jeb 26 tūkstošiem gaismas gadu (kā to agrāk stāstījam), citi – 5,5 kpc jeb 18 tūkstošu g. g., trešie – 1,1 kpc jeb 3,6 tūkstoši g. g. F. Kerbera vadītā novērotāju grupa ar Eiropas Dienvidu observatorijas Ļoti lielā teleskopa (VLT) pirmo (Antū) teleskopu ieguvusi izcili labu planetārā miglāja spektru. Nosakot dažādu ķīmisko elementu emisijas līniju intensitāti un pieņemot optimālu jonizācijas modeli, autori novērtējuši, ka miglāja gāzi jonizējusi zvaigzne patiešām ir bijusi gana karsta un starjaudīga, lai atbilstu spideklī, kas, pamazām atdziestot, virzās uz balto punduru stadiju. Pavisam precīzus zvaigznes parametru vērtējumus nav iespējams iegūt slikti zināmā attāluma dēļ.

Kā Sakuraja zvaigzne, savā attīstībā jau virzoties uz baltajiem punduriem, no jauna varēja kļūt par sarkano milzi? Arī šo zvaigznes likteņa pavērsienu astronomi ir atšifrējuši: iepriekšējās sarkanā milža attīstības fāzes beigās zvaigznes enerģijas avots pamatā bija izsmelts un kodolreakcijas apstājušās, tomēr zvaigznes “apcirkņos” vēl bija palikuši kodoldegvielas atlikumi, lai uz kādu brīdi kodolreakcijas uzliesmotu no jauna. Astronomi šo procesu dēvē par pēdējo, noslēdzošo enerģijas izstrādes uzliesmojumu. Tas izraisīja novērotās zvaigznes raksturlielumu maiņas: spožuma pieaugumu, ķīmiskā sastāva pārveidošanos, temperatūras krišanos, apmēru palielināšanos. Astronomu acu priekšā sarkanais milzis piedzima no jauna jeb atdzima oglekļa zvaigznes izskatā. Tālāk zvaigzne dzīvoja atbilstoši sarkano milžu dabai – sāka zaudēt savu masu. Aizplūstošai vielai pietiekami attālinoties no zvaigznes, tā atdziest un gāzes plūsmā sāk veidoties cietas daļiņas. Zvaigznes starojums, spiezdams uz daļiņām, dzen tās

prom. Daļiņas savukārt velk līdzī gāzi. Tādējādi ap jebkuru sarkano milzi pamazām veidojas plānāks vai biezāks apvalks. RCB tipa mainzvaigžņu gadījumā šis process nav vienmērīgs – viela tiek izmesta laiku pa laiku un veido milzu mākoņus, kas zvaigzni novērotājam aizsedz uz laiku, līdz izmestā viela izklist. Domājams, ka Sakuraja zvaigznes gadījumā darbojas tas pats mehānisms, tikai pārākā pakāpē. Putekļu mākoņi rodas tik bagātīgi un tik bieži, ka viens nepagūst izklist, kad tam pievienojas nākamais, kopumā izveidojot arvien biezāku un necaurredzamāku slāni.

V. Taina vadītā Anglijas, Vācijas, Beļģijas, Zviedrijas un ASV astronomu grupa, no kuras vairākums jau kopš paša sākuma piedalījās Sakuraja zvaigznes pētījumos, apkopoja zvaigznes spožuma mērījumus vizuālos staros (šīs apkopojums redzams *1. attēlā*), kā arī savāca spektra mērījumu datus. Paši viņi ieguva zvaigznes 1–5 μm spektra apgabala novērojumus 1999. gada aprīlī un maijā, kad zvaigzne jau bija dziļajā minimumā. Novērojumu analīzes rezultātus viņi publicēja žurnālā *“Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”* 2000. gada jūlijā.

Izrādās, ka gadu no gada putekļu daudzums ap Sakuraja zvaigzni ir audzis, to temperatūra kritusies, daba mainījiesies. 1997. gadā, kad zvaigzne bija spoža un gandrīz nemainīga, putekļu bija par maz, lai tie spētu aizsegt zvaigzni, un starojums nāca no pašas zvaigznes. Putekļu temperatūra bija ap 1500 K, tos nevar uzskatīt par aukstiem. 1998. gada pavasarī, kad bija noticis pirmais, neliels

spožuma kritums, putekļu daudzums bija audzis un to temperatūra kritusies – vairs tikai ap 700 K. Infrasarkanā pavadoņa *ISO* novērojumi vēstīja, ka putekļus veido grafīta daļiņas. 1999. gada pavasarī, kad zvaigzne bija ieslīgusi dziļajā spožuma minimumā un tajā iestrēgusi, putekļu daļiņu bija tik daudz, ka pašas zvaigznes starojums novērotājus vairs nemaz nerasniedza, plūda vienīgi pavisam aukstu (temperatūra ap 600 K vai zemāka) daļiņu infrasarkanais starojums. Daļiņas bija prāvas – 0,6 μm, un tās sastāvēja no amorfa oglekļa. Minētās publikācijas autoriem nav skaidrs, kā grafīta daļiņas varēja pārvērsties amorfā ogleklī. Cik liela isteni bija putekļu masa, nevar skaidri atbildēt slikti zināmā zvaigznes attāluma dēļ. Pēc autoru vērtējuma, daļiņu kopējā masa varētu būt ap divām simtmiljonām daļām Saules masas, ja zvaigznes attālums ir 3600 g. g., vai ap vienu miljondaļu, ja zvaigznes attālums ir 26 tūkstoši g. g. Pirmajā gadījumā putekļu daudzums atbilst 0,05 Marsa masām, otrajā – gandrīz trim Marsa masām. Autori arī atzīst, ka viņiem nav drošas pārlicības, vai putekļi ir koncentrēti milzīgās mākoņu gubās, kas aptumšo zvaigzni, vai sadalīti vienlaidus apvalkā ap zvaigzni. Atliek gaidīt, vai milzīgais putekļu daudzums izkļidīs un ļaus atkal ieraudzīt zvaigzni.

Eiropas Dienvidu observatorijas astronomi, kas novēroja Sakuraja zvaigznes spožumu infrasarkanajos staros 2000. gada maijā, uzskata, ka šie novērojumi neliecina par putekļu temperatūras tālāku pazemināšanos, bet gan par zvaigznes izdzišanu. 🐦

Ziemas laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 4. Altairs. 7. Marss. 8. Svāri. 12. Alfa. 13. GRO. 15. Auns. 20. Sūknis. 21. Šteins. 24. Tri. 25. Aur. 26. Sirahs. 27. Arturs.

Stateniski: 1. Ikars. 2. Algols. 3. Arnebs. 5. Auriga. 6. Tvaika. 9. Mir. 10. Planks. 11. Antena. 13. Gemini. 14. Orbita. 16. Jūlijs. 19. Sniegs. 22. Orts. 23. Lira.

JĀNIS JAUNBERGS

KOSMOSA ŽURNĀLISTIKA INTERNETA LAIKMETĀ

Simtiem miljonu dolāru vērtie kontrakti profesionālā sporta pasaulē nebūtu iedomājami bez neskaitāmo televīzijas skatītāju interese, kas rada iespējas TV reklāmai un līdz ar to sporta spēļu bagātīgam finansējumam. Masu mediji ir tas spēks, kas attīstīja sporta komerciālo potenciālu un kļuva par starpnieku starp skatītājiem, reklāmas aģentūrām un sportistu komandām.

Dvīdesmit pirmā gadsimta sākumā arī kosmosa apgūšanas jomā sāk iezīmēties līdzīgas simbiozes iedīgļi. Sportistu lomu šeit spēlē aerokosmiskās kompānijas, kas pagaidām būvē kosmiskos aparātus vienīgi valdību un privāto pavadņosakaru kompāniju vajadzībām, bet nekad ne reklāmai vai publikas izklaidei. Maksātspējīgi kosmiskās informācijas patērētāji noteikti eksistē, kā to parādīja *Mars Pathfinder* interneta lapas simt miljoni apmeklējumu 1997. gadā. Līdz šim vienīgi pietrūka komerciālo mehānismu, kas izplatījuma jaunumus pārvērstu par pārdodamu, līdz ar to privātfirmām iegūt vērtu preci.

Nedaudzie astronomijas amatieri žurnāli ir masu auditorijai par dārgu un jaunumus atspoguļo ar pāris mēnešu kavējumu. Internets piedāvā iespējas veidot kosmosa jauniem veltītas, ļoti operatīvas publikācijas ar niecīgu pašizmaksu. Daudzas šādas lapas jau apmeklē miljoniem lasītāju, kuri citādi ne mūžam nemaksātu 40 dolārus par "*Sky & Telescope*" abonementu un kuri vēlas kosmosa jaunumus uzzināt laikus. Šie izplatījuma apgūšanas entuziasti, bieži vien skolēni un studenti, ir tas potenciālais tirgus, kas nākotnē var finansēt Saules sistēmas izpēti. Atliek tikai

noslīpēt naudas koncentrēšanas metodes, kas miljoniem zinātkāru prātu ļaus konsolidēt savu siknaudu un kopā finansēt kosmiskās misijas.

Visas kosmosa apgūšanai veltītās interneta lapas ir pieejamas bez maksas – to ienākumi veidojas no reklāmas devēju samaksas par lasītājiem demonstrēto reklāmu līdzīgi FM radiostaciju vai daudzu TV kanālu biznesa modelim. Saprotams, ka reklāmas devēju piedāvātās naudas summas ir proporcionālas tīkla lapu apmeklētībai un tāpat arī satura kvalitātei un oriģinalitātei. Sacensība par interneta "sērfortāju" uzmanību nopietnākajām un operatīvākajām kosmosa publikācijām liek uzturēt savu korespondentu tīklus NASA struktūrās un privātajā industrijā. Nākotnē šī sacensība izvērtīsies miniatūrās, lētās un oriģinālās kosmiskās misijās, līdzīgi kā žurnāls "*National Geographic*" finansē ģeogrāfiskas un arheoloģiskas ekspedīcijas, kas bagātina tā saturu.

Kosmosa publikācijas internetā ir vērts regulāri apmeklēt ikvienam, ko interesē ārpuszemes notikumi. Tam vienīgi ir vajadzīgs dators ar interneta pieslēgumu. Tāpēc apskatīsim dažas interesantākās lapas.

www.spaceref.com ir bijušā NASA darbinieka Keita Kovinga (*Keith Cowing*) komercpasākums, kas piedāvā ikdienas jaunumus, kā arī dziļāku analīzi un uzziņas informāciju par kosmiskajiem lidojumiem, Saules sistēmas apguvi un astronomiju. Keita Kovinga personiskā, nekomerciālā mājaslapa ***www.nasawatch.com*** apkopo jaunākās baumas un publikai citādi nepieejamus dokumentus

no NASA iekšienes. *NASA Watch* ironiskie un reizēm kritiskie komentāri bieži kaitina NASA vadību, bet šo lapu apmeklē pat kongresmeņi, kas vēlas zināt vairāk par NASA iekšpolitiku, nekā tas ir iespējams no NASA oficiālajiem paziņojumiem. Keitam Kovingam ir daudz draugu starp bijušajiem kolēģiem, tāpēc svaigas informācijas *NASA Watch* lapā nekad netrūkst.

www.space.com ir lielākais un ekonomiski spēcīgākais kosmosa jaunumu interneta izdevums, kas nesen sāka iznākt arī iespiesta žurnāla formā. *SPACE.COM* 2000. gadā nopirka divas konkurējošas publikācijas ***www.spaceviews.com*** un ***www.flatoday.com/space***, šādā veidā cenšoties monopolizēt kosmosa jaunumu tirgu. *SPACE.COM* veidotājs Lou Dobbs (*Lou Dobbs*) ir bijušais *CNN* finansialo jaunumu analītiķis, un viņa asi noslīpētie komerciālie instinkti ir izvirzījuši *SPACE.COM* līdera pozīcijās, pateicoties vairākiem desmitiem štata žurnālistu, plašai auditorijai saprotamiem materiāliem un krietnai devai nekaunīgas pašreklāmas.

www.spacer.com ir ļoti laba Austrālijā bāzēta publikācija, kas atspoguļo planetoloģijas un kosmisko lidojumu jaunumus, uztur apjomīgu jaunumu arhīvu un ir vienīgā lapa, kas nav tieši vai netieši saistīta ar NASA.

www.spaceflightnow.com lapa orientējas galvenokārt uz kosmisko transportu un privāto industriju, lai gan pārpublicē arī visus pārējos jaunumus. *Spaceflight Now* nav gluži tik aktīva publikācija kā pārējās, bet, ja vienas vai divu dienu kavējums jaunumu apkopošanā netraucē, ir interesanti lasīt tās piedāvātos oriģinālos un kompetentos materiālus.

Runājot par kosmosa apgūšanas aktualitātēm, vērts pieminēt arī labāko kosmonautikas vēstures lapu internetā – Marka Veides (*Mark Wade*) savākto milzīgo Astronautikas enciklopēdiju (***www.astronautix.com***). Marks Veide ir fanātiski strādājis daudzus gadus, apkopojot visu pieejamo informāciju par dažādām nesējraķešēm, raķešdzinējiem un kosmiskajiem aparātiem. Rezultāts ir iespaidīgs un ļoti interesants uzziņas avots par kosmiskās tehnikas vēsturi, veismēm un it īpaši par neveismēm, plašai publikai zināmajiem projektiem un projektiem, kas oficiāli neeksistēja vai arī netika īstenoti līdz galam.

Tuvākajos gados daudzas kosmosam veltītas publikācijas radīsies un izniks, apvienosies un specializēsies šaurākās nozarēs. Nav tik svarīgi, kā veiksies konkrētiem izdevumiem, bet gan šo pasākumu veicinātā sabiedrības interese un zināšanas par notikumiem ārpus Zemes un pieaugošais pieprasījums pēc intriģējošiem datiem no citām pasaulēm. Kosmiskajai teknikai sārūkot no autobusu lieluma mašīnām, kas maksā dolāru miljardus, līdz portatīva datora izmēriem un cenai, tieši publikas intereses motivētās jaunumu un izklaides aģentūras varētu kļūt par dominējošajiem spēlētājiem Saules sistēmas izpētē. Varbūt Marka Veides *Encyclopedia Astronautica* līdzīgs izdevums tad sūtīs savus miniatūros robotus arheoloģiskās ekspedīcijās, lai sīki izpētītu 20. gadsimta milzīgos un primitīvos kosmiskos aparātus, kas riņķo ap Sauli un atrodas uz dažādu debess ķermeņu virsmām. Varbūt tad mēs beidzot uzzināsim, kas isti notika ar *Mars Polar Lander*. 🐱

Internetā ir pieejami visu “Zvaigžņotās Debess” laidienu satura rādītāji un vāku attēli:
<http://www.astr.lv/zvd/saturs.htm>

Ja vēlaties iegādāties iepriekšējo gadu (1980–1996) laidienus, dariet to zināmu pa tālruni 7 034 580 (Irenai Pundurei) vai pēc adresēm: e-pasts: astra@latnet.lv; Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586.

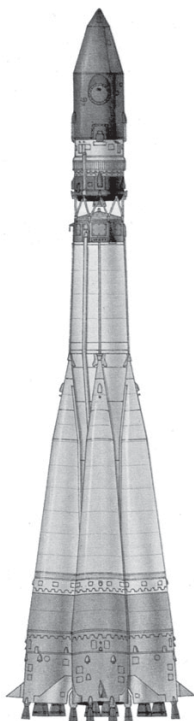
Redakcijas kolēģija

KOSMISKIE LIDOJUMI. LIELO SASNIEGUMU LAIKS (1961–1973)

1961. gada 12. aprīlī kosmosā kosmosa kuģi *Vostok* devās pirmais cilvēks¹ – Jurijs Gagarins. Pirmajam lidojumam tūlīt pat sekoja citi. Kosmonautikas attīstība pilotējamo lidojumu pirmajā desmitgadē bija ļoti strauja. Pirmie kosmiskie lidojumi vairāk bija domāti jauno tehnoloģiju izmēģināšanai un prioritātes pierādīšanai, taču

itin drīz daudzas organizācijas saprata kosmosa izmantošanas lietderību.

Pilotējamie lidojumi ap Zemi. Otrais cilvēks kosmosā formāli bija amerikānis Alans Šepards, kurš 1961. gada maijā veica suborbitālo² lidojumu, paceļoties 186 km augstumā. Divus mēnešus vēlāk tādā pašā lidojumā devās arī Virdžils Grisoms. ASV “sasniedza orbītu” tikai 1962. gada 20. februārī, kad kosmosa



Nesējaķete A1, kas pacēla kosmosā pirmo cilvēku.



Kosmosa kuģi *Mercury* izceļ no ūdens.



Džons Glens – pirmais ASV astronauts, kas veica orbitālo lidojumu. *NASA foto*

¹ Par kosmisko lidojumu priekšvēsturi sk. I. Vilka rakstu “Kosmiskie lidojumi. No sapņa līdz pirmajam solim (1903–1961)” – *ZvD*, 2000./2001. g. ziemas laidienā, 25.–30. lpp.

² paceļoties kosmosā, bet neveicot pilnu aprīņojumu

1. tabula. Pirmie pilotējamie lidojumi (1961–1966)

Nosaukums	Starta datums	Apkalpe	Aprīņojumi ap Zemi	Paveiktais
<i>Vostok</i>	12.04.1961.	J. Gagarins	1	Pirmais cilvēka lidojums kosmosā
<i>Mercury – 3</i>	5.05.1961.	A. Šepards	–	Suborbitāls lidojums
<i>Mercury – 4</i>	21.07.1961.	V. Grisoms	–	Suborbitāls lidojums
<i>Vostok – 2</i>	6.08.1961.	H. Titovs	17	Vairāk nekā diennakti kosmosā
<i>Mercury – 6</i>	20.02.1962.	Dž. Glenss	3	Pirmais orbitālais lidojums ASV
<i>Mercury – 7</i>	24.05.1962.	M. Kārpenters	3	Kuģa sistēmu pārbaude
<i>Vostok – 3</i>	11.08.1962.	A. Nikolajevs	64	Divi kosmosa kuģi palaisti tuvās orbitās
<i>Vostok – 4</i>	12.08.1962.	P. Popovičs	48	
<i>Mercury – 8</i>	3.10.1962.	V. Širra	6	Eksperimenti ar vadības sistēmu
<i>Mercury – 9</i>	15.05.1963.	G. Kupers	22	Kuģa pārbaude garākā lidojumā
<i>Vostok – 5</i>	14.06.1963.	V. Bikovskis	81	Eksperimenti ar rokas vadību
<i>Vostok – 6</i>	16.06.1963.	V. Tereškova	48	Pirmā sievieti kosmosā
<i>Vosbod</i>	12.09.1964.	V. Komarovs K. Feoktistovs B. Jegorovs	16	Pirmais vairāku cilvēku lidojums
<i>Vosbod – 2</i>	18.03.1965.	P. Beļajevs A. Ļeonovs	18	Pirmā cilvēka iziešana atklātā kosmosā
<i>Gemini – 3</i>	23.03.1965.	V. Grisoms Dž. Jangs	3	Pirmais manevrs orbitā ar rokas vadību
<i>Gemini – 4</i>	3.06.1965.	Dž. Makdivits E. Vaits	62	ASV astronauta iziešana atklātā kosmosā
<i>Gemini – 5</i>	21.08.1965.	G. Kupers Č. Konrads	120	Bezsvara ietekmes izpēte
<i>Gemini – 7</i>	4.12.1965.	F. Bormans Dž. Lovels	206	Divu kuģu cieša tuvošanās orbitā
<i>Gemini – 6</i>	15.12.1965.	V. Širra T. Stafords	15	
<i>Gemini – 8</i>	16.03.1966.	N. Ārmstrongs D. Skots	6	Sakabināšanās ar raķešpakāpi <i>Agena</i>
<i>Gemini – 9</i>	3.06.1966.	T. Stafords J. Sernans	44	Manevri raķešpakāpes tuvumā
<i>Gemini – 10</i>	18.07.1966.	Dž. Jangs M. Kolinzs	43	Sakabināšanās un manevri kopā ar raķešpakāpi
<i>Gemini – 11</i>	12.09.1966.	Č. Konrads R. Gordons	44	Kosmosa kuģa un raķešpakāpes savienošana ar trosi
<i>Gemini – 12</i>	11.11.1966.	Dž. Lovels E. Oldrins	59	Ilgstošs darbs atklātā kosmosā

kuģi *Mercury – 6* trīs aprīņojumus ap Zemi veica Džons Glenss. Visiem šiem lidojumiem tika izmantots vienvietīgais kosmosa kuģis *Mercury*, kas, atšķirībā no kosmosa kuģa *Vos-*

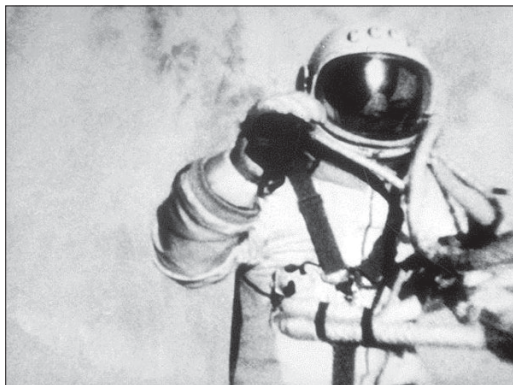
tok (sk. att. *krāsu ielikuma 2. lpp.*), sastāvēja tikai no viena nodalījuma un nolaidās okeānā. Suborbitālajiem lidojumiem tika izmantota modificēta ballistikā raķete *Redstone*, bet orbi-

tālajiem lidojumiem – nesējraķete *Atlas*. Ar kosmosa kuģi *Mercury* līdz 1963. gadam lidojumos devās seši cilvēki un viens šimpanze, vārdā Enoss.

Līderpozīcijās šajā laikā neapšaubāmi atradās PSRS. Viens no panākumu cēloņiem bija talantīgā raķeškonstruktora Sergeja Koroļova darbība. Viņa vadībā tika palaists pirmais pavadoņs un pirmās starpplanētu zondes, izveidots kosmosa kuģis *Vostok*. Vienvietīgajā kosmosa kuģī *Vostok* līdz 1963. gadam lidojumus veica seši cilvēki, to skaitā Hermanis Titovs, kurš pavadīja kosmosā diennakti, Valērijs Bikovskis, kurš kosmiskā lidojuma ilguma rekordu pagarināja līdz 5 diennaktīm, un pirmā sieviete kosmosā – Valentīna Tereškova.

Vienvietīgo kosmosa kuģu iespējas bija ierobežotas, tāpēc 1964. gadā uz *Vostok* bāzes PSRS tika izveidots trīsvietīgs kosmosa kuģis *Vosbod*, bet 1965. gadā ASV – jauna tipa divvietīgs kosmosa kuģis *Gemini*. *Vosbod* veica tikai divus lidojumus, toties otrā lidojuma laikā 1965. gada 18. martā pirmo reizi pasaulē atklātā kosmosā izgāja un 20 minūtes ārpus kabīnes pavadīja kosmonauts Aleksejs Ļeonovs. Viņš bija tērpts izturīgā skafandrā, kuru ar kosmosa kuģi savienoja trose. Ja līdz šim kosmosa kuģi tika vadīti galvenokārt ar komandām no Zemes, tad šoreiz automātiskās vadības sistēmas bojājuma dēļ kosmonautiem nolaišanās posmā nācās izmantot rokas vadību un viņi nolaidās neparedzētā vietā Sibīrijā.

ASV kosmosa kuģi *Gemini* laikā līdz 1966. gada beigām veica 10 pilotējamus lidojumus. 1965. gada jūnijā amerikānis Eduards Vaits atkārtoja A. Ļeonova panākumu, pavadot atklātā kosmosā 21 minūti. Viņš manevrēja kosmosā, izmantojot nelielu reaktīvo pistoli. Drīz darbs atklātā kosmosā kļuva par samērā pierastu procedūru. Piemēram, Edvīns Oldrins *Gemini – 12* lidojuma laikā strādāja ārpus kosmosa kuģa vairāk nekā 5 stundas. Cilvēki sāka arī doties kosmosā atkārtoti. Pirmais cilvēks, kurš otrreiz devās kosmiskā lidojumā,



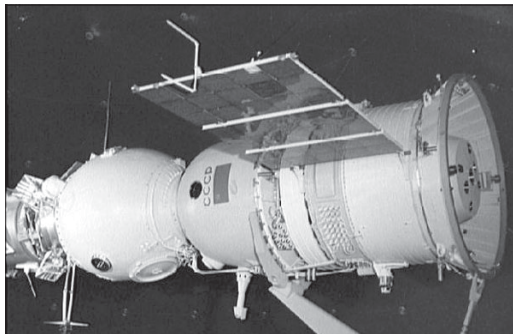
Aleksejs Ļeonovs ārpus kosmosa kuģa.

NASA arhīvs

bija Gordons Kupers no kosmosa kuģa *Gemini – 5* apkalpes.

Gemini kosmiskā programma galvenokārt bija paredzēta, lai sagatavotos pilotējamiem lidojumiem uz Mēnesi, tāpēc tajā liela nozīme bija piešķirta manevriem kosmosā. Piemēram, *Gemini – 6* un *Gemini – 7*, kas sākotnēji atradās 2000 km attālumā, tuvojās viens otram līdz pat 0,3 m attālumam. Vēl tika veiktas vairākas sakabināšanās ar speciālu, atsevišķi palaistu raķešpakāpi *Agena*.

1966. gadā PSRS izmēģināja jauna tipa kosmosa kuģi *Sojuz*. Tas sastāvēja no lodveida orbitalā nodalījuma, konusveida nolaižamā aparāta un cilindriskā iekārtu nodalījuma. Jaunais kuģis nodrošināja lielāku kom-



Kosmosa kuģis *Sojuz*.

NASA foto

2. tabula. Pirmie kosmosa kuģu *Sojuz* lidojumi ar apkalpi

Nosaukums	Starta datums	Apkalpe	Apriņķojumi ap Zemi	Paveiktais
<i>Sojuz – 1</i>	23.04.1967.	V. Komarovs	18	Kuģa izmēģinājumi. Atgriežoties kosmonauts gāja bojā
<i>Sojuz – 3</i>	26.10.1968.	G. Beregovojs	64	Tuvošanās bezpilota kuģim <i>Sojuz–2</i>
<i>Sojuz – 4</i>	14.01.1969.	V. Šatalovs	48	Sakabināšanās ar pāreju no viena kuģa otrā
<i>Sojuz – 5</i>	15.01.1969.	B. Volinovs A. Jeļisejevs J. Hrunovs	49	
<i>Sojuz – 6</i>	11.10.1969.	G. Šoņins V. Kubasovs	80	Grupas lidojums. Divu kuģu sakabināšanās neizdevās
<i>Sojuz – 7</i>	12.10.1969.	A. Filipčenko V. Volkovs V. Gorbatko	80	
<i>Sojuz – 8</i>	13.10.1969.	V. Šatalovs A. Jeļisejevs	80	
<i>Sojuz – 9</i>	1.06.1970.	A. Nikolajevs V. Sevastjanovs	286	18 diennaktis kosmosā

fortu ilgstošu lidojumu laikā, un tā ekipāžā varēja ietilpt 2 vai 3 cilvēki. Kosmiskā kuģa konstrukcija bija tik veiksmīga, ka ar dažām modifikācijām (*Sojuz – T*, *Sojuz – TM*) tiek izmantota vēl šodien. Protams, ka iekšējais apriņķojums laika gaitā tika pilnveidots. Kosmosa kuģa nogādāšanai orbitā izmanto trīspakāpju nesējraķeti *Sojuz*, kas izveidota uz nesējraķetes *Vostok* bāzes. Raķete, kas pati sver 310 tonnu, var nogādāt zemā orbitā 7 tonnas kravas.

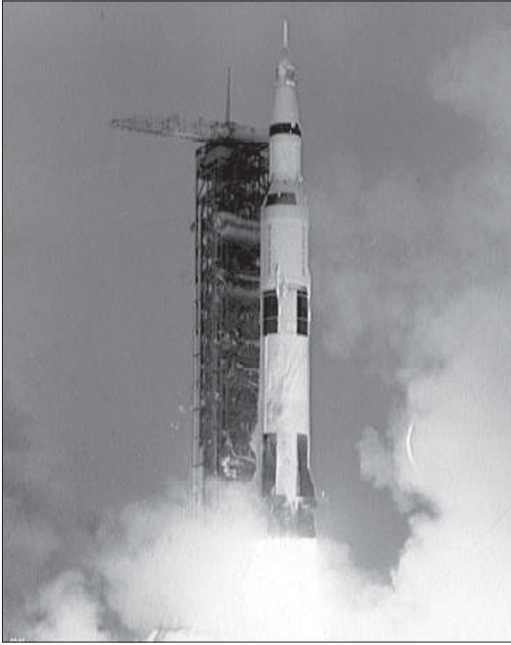
Sojuz ilgākais autonomais pilotējamais lidojums ilga 18 diennaktis, bet galvenokārt šis kosmosa kuģis tiek izmantots kā transportkuģis apkalpijū nogādāšanai uz Krievijas orbitālajām stacijām. Nedaudz pārveidotu, šo pašu kuģi ar nosaukumu *Progres* izmanto arī kravu pārvadāšanai. Orbitālajā nodalījumā izvietoj uz orbitālo staciju nogādājamo kravu, bet nolaižamajā aparātā – degvielu stacijas krājumu papildināšanai. Atšķirībā no *Sojuz* kosmosa kuģis *Progres* uz Zemes neatgriežas, bet sadeg atmosfēras blīvajos slāņos.

Līdz šim galvenokārt uzsvērām kosmosa izpētē gūtos panākumus, tomēr kosmonautikas attīstību nevar uzskatīt par gludu ceļu

bez šķēršļiem. Piemēram, 1967. gads kosmonautikas vēsturē iegājis kā traģisku notikumu gads. Pašā pirmajā *Sojuz* pilotējamā lidojumā 1967. gada aprīlī gāja bojā kosmonauts Vladimirs Komarovs. Viņa kosmosa kuģa nolaižamajam aparātam neatvērās izpletņi, un kuģis ar lielu ātrumu ietriecās zemē. Savukārt ASV astronauti Virdžils Grisoms, Eduards Vaits un Rodžers Čafijs gāja bojā uz Zemes treniņa laikā, kosmosa kuģa *Apollo* kabinē izceļoties ugunsgrēkam.

Cilvēki uz Mēness. 1966. gadā ASV sāka intensīvi realizēt programmu *Apollo*, kuras mērķis bija nogādāt cilvēkus uz Mēness. Tā kā līdz Mēnesim bija jānogādā liela krava, bija nepieciešama jaudīga nesējraķete. V. fon Brauna vadībā tika projektētas *Saturn* sērijas nesējraķetes, kurās pirmo reizi tika izmantota pati efektīvākā ķīmiskā raķešdegviela – šķidrās ūdeņradis. Jāpiebilst, ka *Apollo* un *Sojuz* programmas bija pēdējais izcilo konstruktoru V. fon Brauna un S. Koroļova inženieriskās sacensības produkts.

Raķete *Saturn – 1B* veica trīs lidojumus, paceļot orbitā ap Zemi bezpilota kosmosa



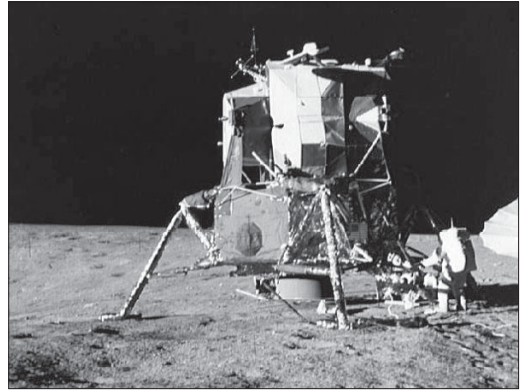
Jaudīgā nesēja raķete *Saturn – 5*. *NASA foto*

kuģus *Apollo*. Tomēr tās vilce nebija pietiekama, lai veiktu lidojumu uz Mēnesi, tāpēc tā tika papildināta ar jaudīgu apakšējo pakāpi un kļuva par vienu no spēcīgākajām nesēja raķetēm kosmonautikas vēsturē – *Saturn – 5*. 1967. gada novembrī šī raķete veica pirmo bezpilota lidojumu. Tās starta radīja tādas vibrācijas, kas līdzinājās zemestrīcei. Pēc vairākiem izmēģinājumiem 1968. gada oktobrī kosmosā devās pirmais pilotējamais kuģis *Apollo – 7*. Gatavojoties lidojumam uz Mēnesi, amerikāņi rīkojās ļoti pakāpeniski. Katrs lidojuma posms tika iepriekš izmēģināts, tāpēc lidojumā ap Mēnesi (bet bez nolaišanās uz tā) tika sūtīti veseli trīs kosmosa kuģi. Un tad pienāca kosmosa kuģa *Apollo – 11* vēsturiskā lidojuma brīdis.

1969. gada 21. jūlijā uz Mēness nolaidās ASV kosmosa kuģis *Apollo – 11*. Darbam uz Mēness tika izveidota Mēness kabīne, kas sastāvēja no divām daļām un svēra 15 tonnu (tiesa, uz Mēness tā svēra 6 reizes mazāk). Kabīnes apakšējā daļā atradās dzinēji un deg-

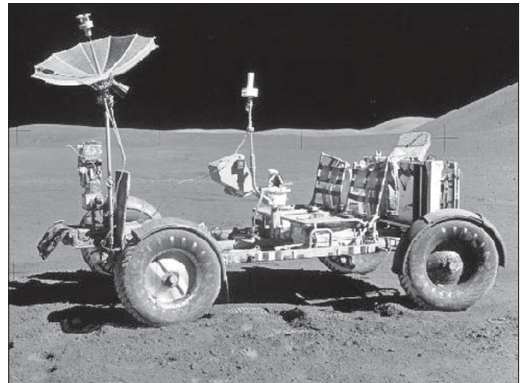
viela, kas tika izmantoti, lai nolaistos uz Mēness. Kabīnes augšējā daļā atradās dzīvojamā telpa, aparātūra un dzinējs startam no Mēness. Pirmais uz Mēness izkāpa Nīls Ārmstrongs, vēlāk viņam pievienojās Edvins Oldrins. Astronauti uzstādīja dažādas zinātniskās iekārtas, savāca Mēness iežu paraugus, fotografēja apkārtni un pārraidīja televīzijas reportāžu (*Sk. att. krāsu ielikuma 3. lpp.*). Viņi pavadīja uz Mēness 22 stundas un tad devās atpakaļceļā uz Zemi. Par savu pirmo soli uz Mēness N. Ārmstrongs sacīja tā: “*Tas ir neliels solis cilvēkam, bet liels solis uz priekšu visai cilvēcei.*”

Nākamajos trijos gados notika vēl piecas veiksmīgas Mēness ekspedīcijas, un kopumā līdz 1972. gadam uz šā debess ķermeņa



Mēness kabīne.

NASA foto



Lunomobilis.

NASA foto

3. tabula. Pilotējamie lidojumi *Apollo* programmā

Nosaukums	Starta datums	Apkalpe	Paveiktais
<i>Apollo – 7</i>	11.10.1968.	V. Širra D. Eizels V. Kaningems	Kosmosa kuģa izmēģinājumi orbitā ap Zemi
<i>Apollo – 8</i>	21.12.1968.	F. Bormans Dž. Lovels V. Anderss	Pirmais lidojums apkārt Mēnesim
<i>Apollo – 9</i>	3.03.1969.	Dž. Makdivits D. Skots R. Šveikarts	Kuģa un Mēness kabines izmēģinājumi orbitā ap Zemi
<i>Apollo – 10</i>	18.05.1969.	T. Stafords Dž. Jangs J. Sernans	Kuģa un Mēness kabines izmēģinājumi orbitā ap Mēnesi
<i>Apollo – 11</i>	16.07.1969.	N. Ārmstrongs E. Oldrins M. Kolinzs*	Pirmā izkāpšana uz Mēness
<i>Apollo – 12</i>	14.11.1969.	Č. Konrads A. Bīns R. Gordons*	Otrā Mēness ekspedīcija
<i>Apollo – 13</i>	11.04.1970.	Dž. Lovels Dž. Svidžerts F. Heiss	Avārija pa ceļam uz Mēnesi
<i>Apollo – 14</i>	1.02.1971.	A. Šepards E. Mičels S. Rusa*	Trešā ekspedīcija. Mēness izpēte
<i>Apollo – 15</i>	26.07.1971.	D. Skots Dž. Irvins A. Vordens*	Ceturta ekspedīcija. Uz Mēness nogādāts pirmais lunomobils
<i>Apollo – 16</i>	16.04.1972.	Dž. Jangs Č. Djūks T. Matinglijs*	Piektā ekspedīcija. Mēness kontinentālā rajona izpēte
<i>Apollo – 17</i>	7.12.1972.	J. Sernans H. Šmits R. Evanss*	Sestā ekspedīcija. Ģeoloģiskie pētījumi

* – trešais astronauti, kurš palika orbitā ap Mēnesi.

pabija 12 cilvēku. Kaut arī katrā lidojumā piedalījās trīs astronauti, uz Mēness nolaidās tikai divi, bet trešais astronauti palika orbitālajā blokā, kas riņķoja ap Mēnesi. Pedējo triju ekspedīciju uzturēšanās ilgums uz Mēness sasniedza 3 diennaktis, kuru laikā tās veica daudzveidīgus zinātniskus pētījumus. Izlūbraucieniem astronauti izmantoja speciālu

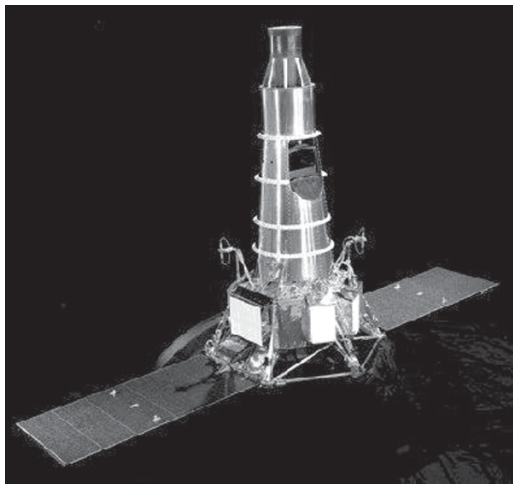
elektrisko lunomobili. Vienīgā Mēness ekspedīciju neveiksme bija *Apollo – 13* avārija. Ceļā uz Mēnesi sprāga skābekļa balons un tika bojāta orbitālā bloka elektroapgāde. Astronautiem nācās pāriet uz Mēness kabīni un tikai ar pūlēm viņiem izdevās atgriezties uz Zemes.

Lidojumi uz Mēnesi bija dārgs “priekš”. *Apollo* programmai tika iztērēti 24 miljardi

dolāru. Tas nozīmē, ka viena cilvēka nogādāšana uz Mēnesi izmaksāja 2 miljardus dolāru. Neraugoties uz to, tas bija izcils zinātnes un tehnikas sasniegums, ko pagaidām nav izdevies pārspēt un kas izvirzīja ASV liderpozīcijas kosmiskās telpas apgūšanā.

Arī PSRS gatavojās sūtīt cilvēku uz Mēnesi, taču aktīvu darbu pie šīs programmas uzsāka samērā vēlu – tikai 1967. gadā. Uz kuģa *Sojuz* bāzes tika izveidots orbitālais kuģis *L-1*, kas bezpilota variantā ar nosaukumu *Zond* (*Zond-5* līdz *Zond-8*) no 1968. līdz 1970. gadam veica samērā sekmīgus lidojumus apkārt Mēnesim un atgriezās atpakaļ uz Zemes. Šā kuģa palaišanai pietika ar nesen izveidoto nesējraķeti *Proton*, taču uz Mēnesi bija nepieciešams nogādāt arī ekspedīcijas kuģi, kas nolaistos uz Mēness. Tik jaudīgas nesējraķetes PSRS rīcībā nebija, tāpēc tika izveidota nesējraķete *N-1* ar lielu kravnesību. Diemžēl tās konstrukcija bija neveiksmīga – raķetes pirmajā pakāpē bija uzstādīti 30 dzinēji, jo konstruktoru S. Koroļova un V. Gluško domstarpību dēļ raķetei netika izstrādāti jauni lieljaudas dzinēji. Visi četri raķetes izmēģinājumi laikā no 1969. līdz 1972. gadam beidzās ar avāriju, turklāt otrajā starta mēģinājumā notika spēcīgs sprādziens, kas sagrāva raķetes starta kompleksu. Ekspedīcijas kuģis gan tika izgatavots, taču to izmēģināja tikai bezpilota lidojumos tepat ap Zemi 1970. un 1971. gadā. Apstākļu spiesta, PSRS atteicās no pilotējamiem lidojumiem uz Mēnesi un koncentrēja uzmanību uz automatiskajām Mēness zondēm.

Mēness zondes. Gatavojoties pilotējamiem lidojumiem uz Mēnesi, ASV realizēja trīs automatisko zondu programmas – *Ranger*, *Surveyor* un *Lunar Orbiter* – ar nolūku izpētīt Mēnesi un izvēlēties *Apollo* kuģu nolaišanās vietas. Mēnesi sasniedza pieci no deviņiem *Ranger* sērijas kosmiskajiem aparātiem, no tiem trīs (*Ranger 7, 8, 9*) 1964. un 1965. gadā, kritot uz Mēnesi, pārraidīja tā virsmas fotogrāfijas. Pēdējo attēlu izšķirtspēja sasniedza pat 0,3 m. Citi eksperimenti, piemēram, tāda seismo-

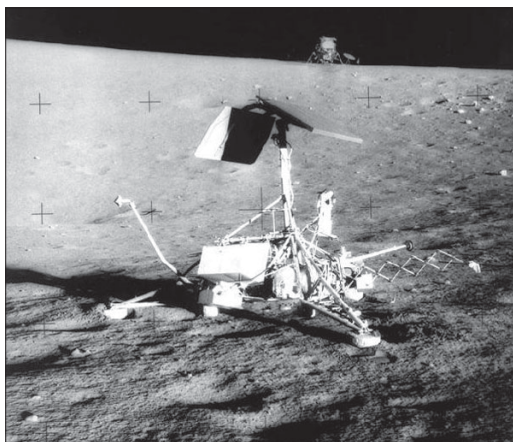


Mēness zonde *Ranger*.

NASA foto

metra nogādāšana uz Mēnesi, kurš vēl spētu funkcionēt pēc trieciena, neizdevās.

Surveyor programmas uzdevums bija izmēģināt lēno nolaišanos uz Mēness. 1966.–1968. gadā tika palaisti septiņi *Surveyor* sērijas aparāti, pieci no tiem sekmīgi nolaidās uz Mēness, analizēja Mēness grunti, pārraidīja daudzus, tai skaitā krāsainus, Mēness virsmas attēlus un panorāmas. Paralēli tika palaistas piecas zondes *Lunar Orbiter*, kas kļuva par Mēness



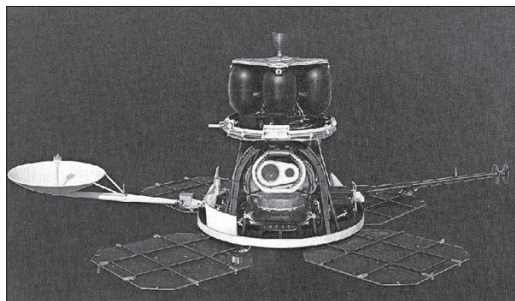
Zonde *Surveyor-3* uz Mēness.

NASA foto

4. tabula. ASV palaistās Mēness zondes*

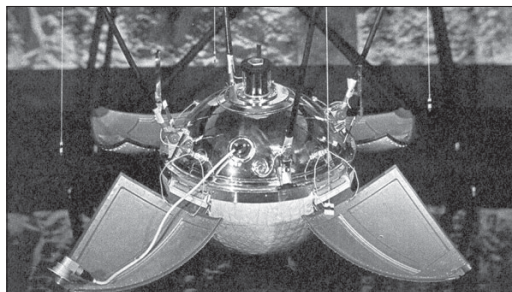
Nosaukums	Starta datums	Paveiktais
<i>Ranger – 4</i>	23.04.1962.	Trāpījums Mēnesim
<i>Ranger – 5</i>	18.10.1962.	Palidoja garām Mēnesim
<i>Ranger – 6</i>	30.01.1964.	Nokrita uz Mēness, nepārraidot attēlus
<i>Ranger – 7</i>	28.07.1964.	Pirmie Mēness attēli tuvplānā, nokrita uz Mēness
<i>Ranger – 8</i>	17.02.1965.	7100 Mēness attēlu, nokrita uz Mēness
<i>Ranger – 9</i>	21.03.1965.	5800 Mēness attēlu, nokrita uz Mēness
<i>Surveyor – 1</i>	30.05.1966.	Lēna nolaišanās, attēlu pārraide no virsmas
<i>Surveyor – 2</i>	20.09.1966.	Neveiksmīgs nolaišanās mēģinājums
<i>Surveyor – 3</i>	17.04.1967.	Lēna nolaišanās, attēlu pārraide no virsmas
<i>Surveyor – 4</i>	14.07.1967.	Neveiksmīgs nolaišanās mēģinājums
<i>Surveyor – 5</i>	8.09.1967.	Lēna nolaišanās, attēlu pārraide un grunts analīze
<i>Surveyor – 6</i>	7.11.1967.	Tas pats un manevrs uz virsmas
<i>Surveyor – 7</i>	7.01.1968.	Nolaišanās Tiho krātera rajonā, attēlu pārraide, grunts analīze
<i>Lunar Orbiter – 1</i>	10.08.1966.	Fotogrāfiju iegūšana, atrodoties orbitā ap Mēnesi
<i>Lunar Orbiter – 2</i>	6.11.1966.	Fotogrāfiju iegūšana, atrodoties orbitā ap Mēnesi
<i>Lunar Orbiter – 3</i>	5.02.1967.	Fotogrāfiju iegūšana, atrodoties orbitā ap Mēnesi
<i>Lunar Orbiter – 4</i>	4.05.1967.	Fotogrāfiju iegūšana, atrodoties orbitā ap Mēnesi
<i>Lunar Orbiter – 5</i>	1.08.1967.	Fotogrāfiju iegūšana, atrodoties orbitā ap Mēnesi

* – zondes, kas sasniegušas Mēnesi vai tā tuvāko apkaimi.



Pavadonis *Lunar Orbiter*.

NASA foto



Zonde *Luna – 9*.

mākslīgajiem pavadoņiem un ar augstu izšķirtspēju nofotografēja 99% Mēness virsmas.

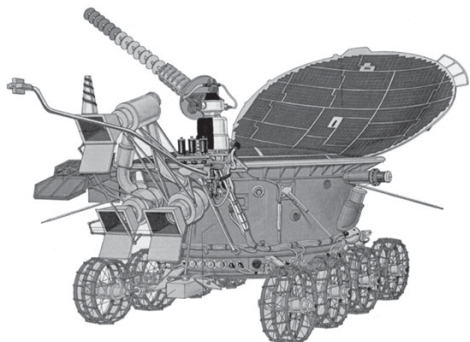
PSRS realizēja savu programmu, kuras ietvaros 1959.–1976. gadā vairāk vai mazāk sekmiņi savu uzdevumu veica 24 kosmiskie aparāti. Neskaitot pašus Mēness pētījumus, svarīga bija arī prioritātes pierādīšana. *Luna – 2* bija pirmais kosmiskais aparāts, kas sasniedza Mēness virsmu un ietriecās tajā. Tas notika 1959. gada janvārī. Tā paša gada oktobrī zonde *Luna – 3*

pārraidīja uz Zemi pirmos Mēness neredzamās puses attēlus. Tad sekoja vairāki ne tik veiksmīgi lidojumi, līdz 1966. gada 3. februārī *Luna – 9* kļuva par pirmo kosmisko aparātu, kas lēni nolaidies uz cita debess ķermeņa virsmas. Zonde pārraidīja uz Zemi vairākas apkārtnes panorāmas. Savukārt *Luna – 10* 1966. gada 3. aprīlī kļuva par pirmo Mēness mākslīgo pavadoņi. Tā veica atsevišķus Mēness pētījumus, kā arī raidīja uz Zemi *Internacionāli*.

4. tabulas turpinājums. PSRS palaistās Mēness zondes*

Nosaukums	Starta datums	Paveiktais
<i>Luna – 1</i>	2.01.1959.	Aizlidoja garām Mēnesim 5000 km attālumā
<i>Luna – 2</i>	12.09.1959.	Sasniedza Mēnesi un ietriecās tajā
<i>Luna – 3</i>	4.10.1959.	Pārlidoja Mēnesi un nofotografēja tā neredzamo pusi
<i>Luna – 4</i>	2.04.1963.	Palidoja garām Mēnesim, lēnā nolaišanās neizdevās
<i>Luna – 5</i>	9.05.1965.	Sasniedza Mēnesi, lēnā nolaišanās neizdevās
<i>Luna – 6</i>	8.06.1965.	Aizlidoja tālu garām Mēnesim
<i>Zond – 3</i>	18.07.1965.	Pārraidīja Mēness neredzamās puses fotogrāfijas
<i>Luna – 7</i>	4.10.1965.	Sasniedza Mēnesi, lēnā nolaišanās neizdevās
<i>Luna – 9</i>	31.01.1966.	Lēni nolaidās uz Mēness un pārraidīja panorāmas
<i>Luna – 10</i>	31.03.1966.	Pirmais Mēness mākslīgais pavadonis
<i>Luna – 11</i>	24.08.1966.	Mēness mākslīgais pavadonis
<i>Luna – 12</i>	22.10.1966.	Pārraidīja Mēness attēlus no orbītas ap to
<i>Luna – 13</i>	21.12.1966.	Lēni nolaidās uz Mēness un veica pētījumus
<i>Zond – 4</i>	2.03.1968.	Mēness kuģa bezpilota izmēģinājumi
<i>Luna – 14</i>	7.04.1968.	Mēness pētījumi no orbītas
<i>Zond – 5</i>	15.09.1968.	Lidojumā ap Mēnesi devās bruņurupuči
<i>Zond – 6</i>	10.11.1968.	Lidojums ap Mēnesi. Iegūtas Mēness fotogrāfijas
<i>Luna – 15</i>	13.07.1969.	Lēnā nolaišanās un grunts paraugu iegūšana neizdevās
<i>Zond – 7</i>	8.08.1969.	Iegūtas Mēness fotogrāfijas
<i>Luna – 16</i>	12.09.1970.	Nolaidās uz Mēness un nogādāja uz Zemi grunts paraugus
<i>Zond – 8</i>	20.10.1970.	Lidojums ap Mēnesi. Iegūtas Mēness fotogrāfijas
<i>Luna – 17</i>	10.11.1970.	Nogādāja uz Mēness pašgājēju aparātu <i>Lunobod – 1</i>
<i>Luna – 18</i>	2.09.1971.	Lēnā nolaišanās un grunts paraugu iegūšana neizdevās
<i>Luna – 19</i>	28.09.1971.	Mēness izpēte no mākslīgā pavadoņa orbītas
<i>Luna – 20</i>	14.02.1972.	Nolaidās uz Mēness un nogādāja uz Zemi grunts paraugus
<i>Luna – 21</i>	8.01.1973.	Nogādāja uz Mēness pašgājēju aparātu <i>Lunobod – 2</i>
<i>Luna – 22</i>	29.05.1974.	Manevri orbītā ap Mēnesi un Mēness izpēte
<i>Luna – 23</i>	28.10.1974.	Lēnā nolaišanās uz Mēness. Grunts paraugu iegūšana neizdevās
<i>Luna – 24</i>	9.08.1976.	Nolaidās uz Mēness un nogādāja uz Zemi grunts paraugus

* – zondes, kas sasniegušas Mēnesi vai tā tuvāko apkaimi.



Pašgājējs aparāts *Lunobod – 2*.

Tālākiem lidojumiem lielākā mērā bija zinātnisks raksturs. *Luna – 16*, kas nosēdās uz Mēness 1970. gada septembrī, izdarīja 35 cm dziļu urbumu Mēness virsmā un iegūtos iežu paraugus ar masu 105 g nogādāja atpakaļ uz Zemes. Līdzīgu uzdevumu vēlāk veica arī zondes *Luna – 20* un *Luna – 24*. Protams, kopējais iegūto iežu paraugu daudzums (0,34 kg) ir niecīgs salīdzinājumā ar tiem gandrīz 400 kg iežu, kurus pārveda amerikāņu Mēness ekspedīcijas.

Taču paši interesantākie bija pašgājēju aparātu *Lunobod* veiktie pētījumi. *Lunobod – 1* 1970. gada novembrī uz Mēnesi nogādāja zonde *Luna – 17*. Desmit mēnešu laikā *Lunobod – 1*, kuru vadīja operatori no Zemes, veica pa Mēness virsmu 10,5 km, fotografējot to un pētot Mēness grunti. Aukstās un tumšās Mēness naktis, kas ilgst 2 nedēļas, pašgājējs pavadīja nekustīgi ar aizvērtu Saules bateriju “vāku”. *Lunobod – 2*, kuru 1973. gada janvārī Lemonjē krāteri nosēdināja *Luna – 21*, darbojās 5 mē-

nešus un veica 37 km garu ceļu.

Pēc *Luna – 24* lidojuma, kas notika 1976. gadā, Mēness pētījumi ar kosmiskajiem aparātiem apstājās un atjaunojās tikai 1994. gadā, kad uz Mēnesi devās ASV kosmiskais aparāts *Clementine*. Tas vairākus mēnešus kartēja un citādi pētīja Mēnesi no mākslīgā pavadoņa orbītas. 1998. gadā tam sekoja ASV zonde *Lunar Prospector*, kas nostrādāja orbītā pusotru gadu un kuras galvenais uzdevums bija ledus meklējumi Mēness polos.

(Turpinājums sekos)

IGORS ABAKUMOVŠ

NO ZEMES MĀKSLĪGO PAVADOŅU FOTOGRĀFISKO NOVĒROJUMU VĒSTURES

IEVADAM

Ar Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) novērojumu parasti saprot to stāvokļa noteikšanu telpā noteiktā laika momentā kādā pieņemtā koordinātu sistēmā. Mūsdienās pieņemts šos novērojumus iedalīt radiotehniskajos un optiskajos.

Pie optiskajiem novērojumiem pieskaita vizuālos, fotogrāfiskos, fotometriskos un lāzermērījumus. Mūsdienās arvien plašāk tiek lietoti lāzermērījumi, izmantojot lāzertālmērus. Modernie lāzera tālmēri ļauj izmērīt attālumu līdz pavadoņiem ar 1–3 centimetru precizitāti, bet fotogrāfiskie instrumenti ļauj noteikt satelīta pozīciju ar 1–2 loka sekunžu precizitāti un laika momentu līdz 0,001 sekunde.

Satelītu ģeodēzijā liela nozīme bija fotogrāfiskajiem un lāzermērījumiem, kuri nodrošināja ļoti augstu precizitāti. Plaši lietoja kombinētos novērojumus. Programma “*Fotolāzers*” balstījās uz kopīgu fotogrāfisko un lāzermērījumu, lai noteiktu satelīta attālumu un virzienu uz to. Programma “*Fotodoplers*” deva iespēju palielināt satelīta virziena noteikšanas fotogrāfisko mērījumu precizitāti. Papildinot

viena otrā, kombinētās metodes ļāva paaugstināt kosmiskās ģeodēzijas aprēķinu precizitāti.

Vizuālās ZMP novērojumu metodes tika izmantotas gadījumos, kad ZMP ēras sākumā bija nepieciešams ātri iegūt aptuvenus datus par satelītu stāvokli orbītā, izrēķināt aptuvenu orbītu, lai turpinātu novērojumus ar citām, precīzākām metodēm.

Šādu novērojumu procesā tiek noteikts pavadoņa stāvoklis pret izvēlētām atbalsta zvaigznēm noteiktā laika momentā. Vizuālie novērojumi savulaik nodrošināja pieņemamu precizitāti (vizuālo novērojumu precizitāte ir aptuveni 0°, 1', nosakot pozīciju, un 0,1 s, nosakot laika momentu), dodot iespēju noteikt orbītas elementus un prognozēt ZMP redzamību no noteiktām observatorijām arī situācijās, kad ZMP ilgāku laiku nebija novērots vai bija “nozaudēts”. Šādi novērojumi bija noderīgi atmosfēras augšējo slāņu pētījumiem, izmantojot ZMP eksistences beigu posmu, kad tas iegāja atmosfērā un sadega. Par vizuālo novērojumu pamatinstrumentu pirmajos ZMP ēras gados pēc pirmā pavadoņa palaišanas tika izmantots neliels speciāls tele-

skops *AT-1*, refraktora tipa instruments (objektīva diametrs 50 mm, redzeslauks 11°) ar 45° leņķī novietotu plakano spoguļi pirms objektīva, lai atvieglotu novērojumus zenītam tuvajā zonā. Tajā varēja saskatīt 6.–7. lieluma zvaigznes, t. i., samērā vājas, bet ar acīm vēl saredzamas zvaigznes.

Vizuālo novērojumu sistēma ASV, kuru koordinēja Smitsona astrofizikālā observatorija (SAO), sākot no 1956. gada jūlija, tika nosaukta par "*Moonwatch*" jeb "*Mēness dienestu*". Instrumenti un mērīšanas metodes bija analogas.

ZMP koordinātu noteikšanas precizitātē fotogrāfiskie novērojumi vairākkārt pārspēj vizuālos novērojumus. Fotogrāfiskās kameras uzņēmumā tiek fiksēts ZMP optiskais attēls un zvaigžņu attēli. Izdarot precīzus pavadoņa attēla attāluma mērījumus no dažādu atbalsta zvaigžņu attēliem uz astronogātīva un zinot atbalsta zvaigžņu precīzas koordinātas no zvaigžņu kataloga, var aprēķināt precīzas pavadoņa attēla koordinātas, respektīvi, tā stāvokli telpā atbalsta zvaigžņu koordinātu sistēmā. Jāpiebilst, ka katram novērojumam jābūt piesaistītam precīzam laika momentam vienotā laika skalā.

ZMP novērojumu fotogrāfiskās metodes pirmās nodrošināja pietiekamu precizitāti kosmiskās ģeodēzijas problēmu risināšanā.

Pirmais ZMP fotouzņēmums pasaulē ir pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa (palaists 1957. gada 4. oktobrī PSRS) nesējraķetes uzņēmums, ko izdarīja T. Mak-Magons naktī no 6. uz 7. oktobrī Hobartā, Tasmānijā, un kas bija publicēts žurnālā "*Nature*" 180. sējuma 4591. numurā. Kā zināms, pats pavadonis, kura spožums sasniedza apmēram 5. zvaigžņlielumu, sākumā tika pazaudēts, bet novērota tika tā spožā nesējraķete, kas lidoja orbītā līdz ar pavadoni.

Tomēr jau minētais uzņēmums nesaturēja tik daudz zinātniskās informācijas kā 1957. gada 10. oktobrī Pulkovas observatorijā izdarītais tās pašas nesējraķetes uzņēmums ar mazo AKD tipa dubultastrogrāfu. Fotouzņēmumu

ieguva T. Kiseļeva, un tas pierādīja, ka iespējami ir ne tikai neprecīzie ZMP vizuālie novērojumi, bet arī daudz precīzākie fotogrāfiskie novērojumi.

Šim nolūkam bija nepieciešamas gaismaspējīgas lielgabārīta fotokameras. Izrādījās, ka šādas kameras ir militāro dienestu rīcībā. Kā vienu no tādām var minēt platleņķa aerofotokameru *NAFA-3s/25* ar objektīvu "*URAN-9*" (F = 25 cm, D = 10 cm, redzeslauks 30° x 50°). Šāda tipa kameru, sākot ar 1958. gadu, tad arī sāka lietot ZMP fotografēšanā, jo citu pieņemamu kameru vienkārši nebija. Zināma pozitīva loma šeit bija faktam, ka līdzīga tipa kameras jau agrāk tika lietotas meteoru dienesta sistēmās, lai fiksētu ātri kustīgo spožo "krītošo zvaigžņu" attēlus uz fotofilmas.

Kamera *NAFA-3s/25* deva iespēju iegūt ZMP uzņēmumus, ja to spožums nebija mazāks par 3. zvaigžņlielumu, t. i., varēja novērot tikai visai spožus objektus. Lai saistītu laika skalu un slēdža nostrādāšanas momentus, izmantoja laika signālu uztvērēju īsviļņu diapazonā un drukājošo hronogrāfu.

Pirmās ZMP fotogrāfijas ar kameru *NAFA-3s/25* tika iegūtas Pulkovas observatorijā 1958. gada 7. janvārī.

Ievēribas cienīgs ir Pulkovas astronoma L. Panajotova priekšlikums neliela spožuma ZMP fotografēšanai izmantot speciālu kameru ar kustīgu filmu, kuru var pārvietot fokālajā plaknē ar ātrumu, kas ir vienāds ar ZMP attēla pārvietošanās ātrumu uz filmas, ja tā būtu nekustīga. Lai pārbaudītu šāda priekšlikuma efektivitāti, 1957. gada novembrī Pulkovā uz *NAFA* kameras bāzes tika izgatavota atbilstoša konstrukcija.

Neliela spožuma ZMP redzamā leņķiskā ātruma kompensācijas ideja, izdarot fotogrāfiskos novērojumus, tika lietota vēlāk, 1960. gadā, izveidojot ZMP fotokameru *TAFO-AL-75* (M. Ābele, K. Lapuška) LVU Astronomiskajā observatorijā. Atšķirībā no Panajotova kamerā lietotās nepārtrauktās kompensācijas metodes *TAFO* kamerā tika izmantota daudz progre-

sivāka periodiskās kompensācijas metode, ko M. Ābele ieviesa jau 1958. gadā, izveidojot kameru "TELEMAR".

TAFO kamera tika uzbūvēta, izmantojot objektīvu "URAN-16" ($F = 75 \text{ cm}$, $D/F = 1:3,5$ un redzeslauku $4^\circ \times 5^\circ$). Kamera tika uzstādīta LVU AO 1961. gadā, un, sākot ar 1. augustu, tika realizēti sistemātiski ZMP fotogrāfiskie novērojumi (K. Lapuška, M. Ābele).

Balstoties uz šīs kameras ekspluatācijas pieredzi, 1965. gadā LVU Astronomiskajā observatorijā tika izstrādāta jauna, universāla, pārvietojama fotokamera AFU-75 (M. Ābele, K. Lapuška).

Pirmie ZMP fotogrāfiskie novērojumi Rīgā un Latvijā vispār tika uzsākti pēc trešā PSRS ZMP palaišanas 1958. gada 15. maijā.

Tos realizēja ar kameras NAFA-3s/25 un tai paralēli montētās kameras "TELEMAR" palīdzību, kura tika uzstādīta uz Universitātes jumta platformas Raiņa bulvārī 19 (M. Ābele, J. Valbis, E. Zablovskis).

Sākot ar 1972. gadu, fotogrāfiskie novērojumi pamazām tika aizvietoti ar lāzermērījumiem. To diktēja prasības pēc augstākas precizitātes rezultātiem, nekā varēja dot fotogrāfiskie novērojumi.

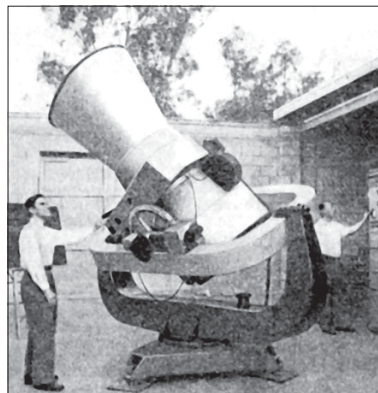
Pēdējais ģeostacionārā ZMP fotouzņēmums ar kameru AFU-75 Rīgā LU AO tika iegūts 1990. gada 19. oktobrī (I. Abakumovs).

Pavisam LU AO tika iegūti vairāk nekā 25 500 fotouzņēmumu ar dažāda spožuma ZMP attēliem.

GALVENĀS ZMP FOTOKAMERAS PASAULĒ

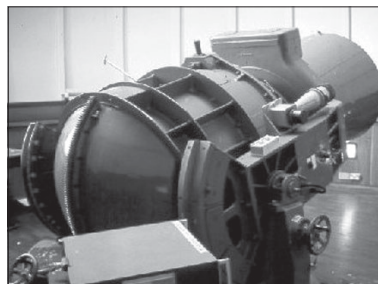
Bekera-Nanna ZMP fotokamera (Baker-Nunn, ASV). Pirmā kamera, kura 1957. gadā tika izveidota speciāli pavadoņu fotogrāfiskajiem novērojumiem. Tās autori ir D. Bekers un D. Nanns. Kameru konstruēja Smitsona institūta Astrofizikas observatorijā Kembridžā (Masačūsetsas štats, ASV). Kamera tika izveidota uz meteoru kameras bāzes, tās

optiskās shēmas pamatā liekot Super-Šmita sistēmas lēcu-spoļu konstrukciju. Kamerai ir trīspasu azimutālās sistēmas montāža, un tā pieder pie lielo sekojošo kameru klases. Pavadoņu koordinātu noteikšanas precizitāte $1''-2''$, laika momentu precizitāte 0,001 s.



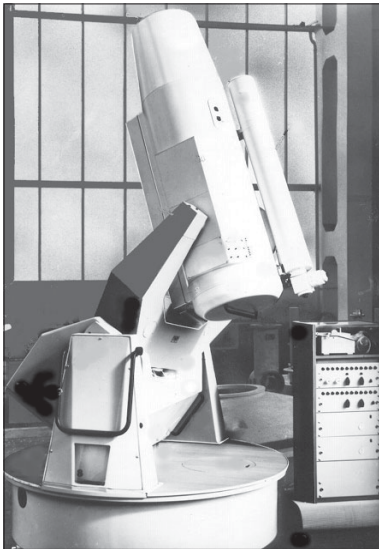
Izmantojot ar šīm kamerām iegūtos fotogrāfiskos novērojumus, 1966. gadā tika aprēķināts un definēts Smitsona observatorijas "Standarta Zemes 1966" modelis "SAO STANDARD EARTH 1966".

ZMP fotokamera HEWITT (Anglija). Tā tika izveidota 1962. gadā Karaliskajā radiolokācijas centrā Malvernā speciāli pavadoņu novērojumiem. HEWITT kamera ir pati lielākā stacionārā kamera ZMP novērošanai. Divasu azimutālā montāža. Kameras optiskā shēma: lēcu-spoļu Super-Šmita sistēma, bet ar redzeslauka korekcijas lēcu pirms fokālās plaknes, lai iegūtu plakanu attēlu. Tas ļāva kā



gaismas jutīgu materiālu izmantot fotoplates uz stikla pamata. Zvaigžņu koordinātu noteikšanas precizitāte $0'',9$, pavadoņa $1'',1$. Gaismasspēja līdz 9.–10. zvaigžņu lielumam.

ZMP fotokamera SBG (Vācija) [VDR]. Šī kamera tika izveidota 1966. gadā M. Šteinbaha vadībā kā lielu izmēru augstas precizitātes stacionāra sekojoša fotokamera ar četrasu montāžu. Tās galvenais uzdevums bija ZMP pozīciju noteikšana uz zvaigžņu fona, bet to varēja arī lietot kā gaismasspējīgu astrogrāfu debess spidekļu novērošanai līdz 18. zvaigžņu lielumam. Optiskā sistēma: lēcu-spoguļu Šmita objektīvs ar lauka korekcijas lēcu, lai varētu izmantot fotoplates uz stikla pamata. ZMP koordinātu noteikšanas precizitāte $1''-2''$, laika momenta precizitāte: 0,001–0,002 s. Gaismasspēja ir aptuveni 11. zvaigžņu lielums, ja



relatīvais ātrums starp kameras optisko asi un objektu ir $15''/s$. Vēlāk tika izveidoti daži lāzertālmēri, izmantojot šīs kameras montāžu un objektu sekošanas mehānismu.

ZMP fotokamera VAU (Krievija). 1969. gadā Astronomiskās padomes ZMP novērošanas stacijā Zveņigorodā, Maskavas tuvumā, tika

uzstādīta ZMP fotokamera VAU (*Visokotočnaja astronomičeskaja ustanovka*), kura bija vislielāko gabarītu sekojošā ZMP fotokamera pasaulē. Tā bija paredzēta ZMP fotogrāfiskajiem novērojumiem un tālo mākslīgo kosmisko objektu novērojumiem. Optiskās shēmas pamatā bija lēcu-spoguļu sistēma “ASTRODAR”. Kameras montāža – paralaktiskā.



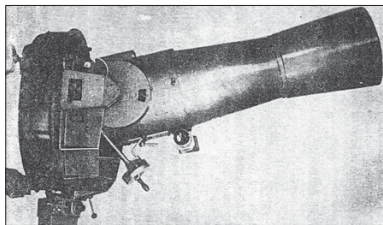
Koordinātu noteikšanas precizitāte $1''-1'',5$, laika momentu kļūda 0,0001 s.

ZMP fotokamera “ANTARES” (Francija). Šī kamera pēc P. Millera (*P. Müller*) projekta tika izveidota 1967. gadā Medonas Astronomiskajā observatorijā. Optiskās shēmas pa-



matā izmantots sešu lēcu speciāls objektīvs “*KINOPTIK*”. Četrasu ekvatoriālā kameras montāža. Koordinātu noteikšanas precizitāte 2", laika momentu kļūda 0,0001 s.

ZMP fotokamera FAS-3A (Latvija). 1969. gadā LVU Astronomiskās observatorijas ZMP novērošanas stacijā Rīgā tika izveidota kamera *FAS-3A (Fotokamera aktīvnib spūtņikov)*, kas speciāli paredzēta ar zibspuldzēm apgādātu pavadoņu fotografēšanai (M. Ābele, K. Lapuška). Kamera tika uzstādīta uz ekvatoriālās platformas, kuras darbības princips ir identisks kameras *AFU-75* ekvatoriālās platformas darbības principam. Divasu kameras montāža. Optiskās shēmas pamatā speciāls spoguļi un lēcu objektīvs, kuru aprēķināja M. Ābele. Koordinātu noteikšanas precizitāte 1", 5–3", 0.



ZMP fotokamera AFU-75 (Latvija). 1965. gadā LVU Astronomiskās observatorijas ZMP novērošanas stacijā tika izstrādāta pavadoņu fotokamera *AFU-75 (Astronomiķeskaja fotogrāfiskaja ustanovka)* ar 750 mm objektīva fokusa attālumu. Tā tika izstrādāta (M. Ābele, K. Lapuška) uz minēto autoru 1960. gadā izveidotās fotokameras *TAFO-AL-75* bāzes. Tā bija universāla, pusautomātiska, pārvietojama, azimutāli ekvatoriāla četrasu kamera, kas kļuva par visprecīzāko pamatinstrumentu ZMP fotogrāfiskajiem novērojumiem bijušajā PSRS. Kamera *AFU-75* ļāva fotografēt:

1) aktīvos ZMP līdz 3500 km attālumam (zibspuldzes jauda 15 miljonu svečmetru sekundē);

2) pasīvos spožos pavadoņus līdz 3. zvaigžņlielumam;

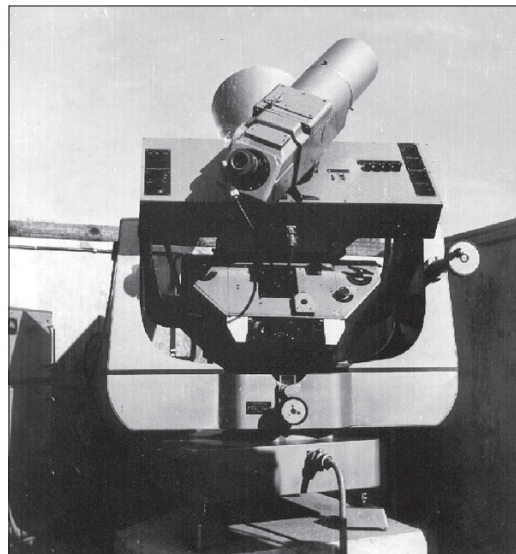
3) maza spožuma ZMP līdz 10.–11. zvaigžņlielumam, lietojot to redzamā leņķiskā ātruma kompensācijas metodi;

4) ģeostacionāros ZMP līdz 40 000 km attālumam, izmantojot speciāli izstrādātu metodiku, kura tika realizēta LVU AO.

Kamera ļauj fotografēt kosmiskos objektus no 0° līdz 90° virs horizonta, 120° topocentriskajā lokā redzamais leņķiskais ātrums ir 0°, 02–1°, 5/s. Optiskā sistēma ir septiņu lēcu objektīvs refraktors “*URAN-16*” no nakts aerofotokameras *MK-75* (fokusa attālums 737 mm, diametrs 210 mm, irisa tipa diafragma, maināms relatīvais atvērums no 1:3,5 līdz 1:16, kas instrumentu ļauj pieskaņot dažāda spožuma objektu novērošanai; starplēcu centrālais slēdzis, kurš kalpo par aizvaru fotografēšanas cikla regulēšanai).

Vēlākos gados tika izstrādāts speciāls spoguļi-lēcu objektīvs “*SATURNS-24*” (M. Ābele) pēc Kasegrēna sistēmas ar trim pamata un divām papildu optiskajām komponentēm, lai iegūtu plakānu 10° redzes lauku. Fokusa attālums 750 mm, relatīvais atvērums 1:2,8.

Kamera uzstādīta uz speciālas, oriģinālas konstrukcijas ekvatoriālās platformas (M. Ābele, K. Lapuška), kādas nebija nevienai no



eksistējošām kamerām. Šī platforma ir universāla un unikāla azimutāli ekvatoriāla montāža, kura ļauj 3 minūšu intervālā kompensēt Zemes diennakts rotācijas izraisīto zvaigžņu pārbīdi, tādā veidā nodrošinot šo zvaigžņu punktteida attēlus uz fotofilmas.

Uzvadišanas mehānismam ir četras rotācijas asis, kas nodrošina optiskās ass iestādīšanu uz ikvienu punktu pie debess sfēras ($b \geq 0^\circ$; b – augstums virs horizonta) un sekošanu novērojamajam objektam.

Vidējā virziena uz ZMP noteikšanas kļūda visos režimos ir $\pm 1",1$, laika momentu precizitāte ir $\pm 0,001$ s.

Satelītu kamerā *AFU-75* ļoti sekmīgi realizējās zināšanas un pieredze, kura bija gūta satelītu fotografēšanas procesā. Ar tās palīdzību tika pārvarēti trūkumi, kas piemita pirmajai fotokamerai "*Baker-Nunn*".

Noslēgumā jāpiebilst, ka fotogrāfisko novērojumu izmantošana deva lielu impulsu un tai bija izšķiroša nozīme kosmiskās ģeodēzijas attīstībā. 🐼

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ

Siriusa vairākkārtīgās sistēmas trešo ķermeni neizdodas atrast. Lielā Suņa zvaigznāja spožākā zvaigzne Siriuss ir tik īpašs, tik iespaidīgs nakts debess spideklis, ka pēdējā simtgadē tas ir daudz pētīts un apspriests. Siriuss atrodas tikai 8,6 gaismas gadus tālu, un tā redzamo spožumu vizuālos staros raksturo zvaigžņlielums $-1,5$. Siriuss nav vienuļa zvaigzne. Siriusa sistēmā ietilpst A1 spektra klases zvaigzne Siriuss A un tās pavadonis Siriuss B – siks baltais punduris, kas apriņķo zvaigzni 3,8" attālumā. Analizējot abu komponentu kustību pie debess, vairāki pētnieki Siriusa B orbitālajā kustībā pamanījuši novirzes, kuru periods ir ap sešiem gadiem. Tādas novirzes var radīt kāda trešā ķermeņa klātbūtne sistēmā, taču veiktā analīze neparāda, ap kuru komponenti šis ķermenis kustas. Zinot komponentu A un B masas un pieņemot, ka nezināmajam ķermenim piemīt vienkārša riņķveida orbīta, aplēses norāda uz tā atrašanās vietu tikai 1,6" jeb 4,2 astronomisko vienību attālumā no Siriusa A vai arī 1,3" jeb 4,2 astronomisko vienību attālumā no Siriusa B. Lai trešais ķermenis nesagrautu Siriusa sistēmu, tā masai jābūt pavisam niecīgai – ne lielākai par 0,05 Saules masām. ASV astronomi M. Kūners un M. Brauns 2000. gada vasarā Pacifikas Astronomijas biedrības žurnālā ziņoja par trešā ķermeņa meklēšanu, izmantojot Habla kosmiskā teleskopa infrasarkanās kameras koronogrāfu un tādā veidā aizsedzot Siriusa A pārmērīgi spožo gaismu. Diemžēl viņiem nebija iespējams meklēt trešo ķermeni pie Siriusa A, jo tas atrastos attēla pārgaismotajā daļā. Toties viņi rūpīgi izpētīja Siriusa B apkārtni un pārliecinājās, ka tur nav pavadoņa, kas būtu līdzīgs ļoti mazas masas zvaigznei vai brūnajam pundurim. Darba autoru secinājums: ja Siriusa B pavadonis eksistē, tad tas ir vājāks par brūno punduri. Vai tas nevarētu būt planētteida ķermenis?

Z. A.

MAIJA KŪLE

ATTIEKSME PRET CILVĒKU: MŪSDIENU VARIĀCIJAS

Attieksme pret **cilvēku** – katru, vienu atsevišķu būtni – ir kā lakmusa papirs, kas parāda kultūras ievirzi un valsts ideoloģijas noskaņas. Konservatīvisma teorētiķis E. Bērks kādreiz teicis, ka, viņaprāt, visa cilvēces attīstība ir virzījusies vienā pamatvirzienā: cilvēka kā atsevišķas individuālas būtnes izdalīšanās no sugas kopības. Tā ir tendence, kas sev līdzī nes tādas **vērtības kā brīvība, patstāvība, atbildība, individuālā pašpietiekamība**. Cilvēks sevi apzinās kā darbīgu, morālu, ar pašapziņu apveltītu būtni. Cilvēks ir vērtība. Ticība šādai cilvēka izpratnei ir raksturīga Jaunlaiku filosofijai, kuras ietekmē Eiropā aizsākās galvenie mūsdienu gara dzīves virzieni – Apgaismība, liberālisms u. c. Šī nostādne sekmēja zinātņu attīstību, jo izzinošais cilvēks kļuva par nozīmīgu būtni, kas pārvalda pasaules norises. Kopš šā laika filosofiskajām nostādnēm Eiropā radās mācība par cilvēktiesībām, kas patlaban pasaulē iegūst politisku aktualitāti.

Filosofijā tolaik parādās tādi koncepti kā Ego, subjekts, subjektivitāte. Raksturīgi, ka, runājot par cilvēka spējām, tās tiek diferencētas un sabalansētas, piemēram, klasikas laikmeta dižākā filosofa I. Kanta izpratnē vienlīdz būtisks ir **prāts, zināšanas un brīvā griba, tikumība, kā arī spriestspēja, patikas un nepatikas jūtas**. Kantam tās ir trīs “*Kritikas*”, trīs sistēmas daļas, kas parāda cilvēku veselumā. Cilvēka vērtība ir sabalansētībā, visu triju sfēru līdzsvarotībā. **Cilvēks nekad nedrīkst būt līdzeklis, bet tikai mērķis**. Tolaik filosofija pat nepieļauj domu, ka cilvēka vērtība var būt zināšanās bez tikumības un skaidrā izjūtas.

Varbūt jūs teiksiet, ka tas ir vecmodīgi! Tā tas šķiet tajās kultūrās, kas nav spējušas pamatīgi iesavināt klasikas mantojumu. Daudzas savdabīgas parādības mūsdienu Latvijā liecina par to, ka nav tieksmes nopietni uztvert klasikas mantojumu. Ar skubu tiek pārlēkts tam pāri, cenšoties pārņemt ietekmes no Rietumiem un ielekt postklasicisma situācijā, kurā atļaujas ironizēt par Eiropas klasiskajām vērtībām. Spilgts piemērs tam ir žurnāls “*Rīgas Laiks*” – foto, kur attēloti izkārņojumi un mēslu muša un uzraksts “*Kant!*”. Rietumiem Kants ir kļuvis par tik dziļu un stabilu pamatu, ka ironiska attieksme to nesagrautu, taču to nevar teikt par Latviju.

Latvijā Kants “ir bijis” tikai tik, cik pastāv vēsturisks fakts, ka Kanta visu trīs “*Kritiku*” pirmizdevumi ir iznākuši Rīgā (precīzāk, viens – Liepājā) 18. gadsimta beigās. Cilvēka kā vērtības konceptuālie pamati nav iesakņoti Latvijas kultūrā un neatainojas mūsdienu domāšanā. Nav vēlmes tos apgūt, bet ir vēlme tos sagraut. Tā, piemēram, Kultūrkapitāla fonds jau trīs reizes konsekventi atsaka palīdzību izdot Kanta “*Kritikas*”, neraugoties uz to, ka šie darbi Rīgu ierindo Eiropas kultūras vēstures enciklopēdijās.

Nepārliecina tēzes, kas atkārtotas mūsdienu Latvijas ideoloģiskajās nostādnēs – ka cilvēks tiek atzīts par augstāko vērtību. Šādām atziņām ir jāsakņojas kopējā vērtību sistēmā, taču praktiski Eiropas Savienības un ANO iespaidā tiek pieņemta tikai viena daļa no kopējās koncepcijas par cilvēku kā vērtību – tās ir **cilvēktiesības, turklāt galvenokārt politiski juridiskā aspektā**. Taču cilvēktie-

sibu ideja ir plašāka, tās ir arī tiesības uz dzīvību, brīvību (ne tikai politisko), pajumti un pārtiku. Tās ir eksistenciālās tiesības dzīvot pilnvērtīgas individuālas būtnes statusā.

Taču jāatgriežas pie mūsdienu realitātēm. Ja 2000. gada nogalē sakarā ar Latvijas slimokasu finansiālo nespēju segt izdevumus tiek atteikta medicīniskā palīdzība vairākās Rīgas slimnīcās, tad tas ir visklajākais *cilvēka tiesību dzīvot* apdraudējums. Kā teica ievērojamais bērnu ķirurgs Ā. Lācis: *“Jūs man neviens nevarat aizliegt izdarīt operācijas, jo jūs nedrīkstat aizskart tiesības dzīvot!”* Valsts it kā pretendē risināt cilvēktiesību jautājumus, taču sakarā ar to, ka tie tiek tverti šaurā tiesiski politiskā aspektā, fundamentālās eksistenciālās cilvēka tiesības tiek apdraudētas. Tur Cilvēktiesību birojs neiejaucas. Apdraudējumu pieļauj situācija, ka Latvijas kultūrā un sabiedrībā nav iestrādāta (ieaudzināta) apziņa par cilvēku kā vērtību, kaut arī ārēji tiek deklarēts, ka tā tiek aizsargāta.

Ātri piesavinātais Rietumu dažu sociālo teoriju skatījums uz cilvēku kā uz funkciju kopumu, kas realizē savu darbību sociālās grupās un sfērās, rada **funkcionālistiski pragmatisku skatījumu uz cilvēku**. Cilvēks tiek it kā sašķēlēts daļās, viņš ir profesijas, sociālās lomas pārstāvis. Rodas problēma, kā savienot privāto un publisko (pie mums notiek strauja privātās dzīves publiskošana, lai gūtu publicitāti kā varas izpausmes žestu, un publiskā privatizēšana). Cilvēks kopumā pazūd, nerunāsim par to, ka pazūd ētiskās un trivializējas estētiskās dimensijas. Ievērojamais krievu profesors Sergejs Averincevs, kas tagad strādā Vīnes Universitātē, atzīst: *“Es saskatu kādu mūsdienu kultūras stāvokļa tendenci. Un tā ir bistama. Ir zaudēta spēja niansēti, sarežģīti spriest, domāt un izteikties. To jau varam vērot ikdienas sintaksē un interpunkcijā – punkts un komats gandrīz izzūd no ikdienas komunikācijas. Mēs taču ik dienas mierīgi novērojam, piemēram, kā televīzija pat mediatālajā pasaulē ļoti tevērotām un respektētām personībām neļauj pabeigt frāzi.*

Cilvēks iekārtots tā, ka viņa spriedums ir komplicēts: “Jā, es saku, bet...” Un, lūk, to, kas seko aiz šā “bet”, to, kas izskaidro viņa domāšanas mehānismu, domas būtību, TV un citi masu mediji ignorē. Kristīgajai kultūrai šāda perspektīva liekas sevišķi neiespējama, jo kristietība ir ticība, kuras būtībā jau ir ietverta kāda dievišķā sarežģītība.”

Iespējams, ka šī tendence uz daudzpusības nivelēšanu, frāžu apraušana, intereses zudums par sistemātiku, valodas apslēpjošais raksturs (sk. Dienā, 13.12.2000. *Ļoti interesanto prof. Veinberga rakstu*) ir viens no dziļākajiem iemesliem, kādēļ Latvijā tik lielai daļai nepieņemama šķiet zinātne ar savu ievirzi tvert **sarežģītību**.

Taču cilvēks kā eksistenciāla būtne ir viena no vissarežītakajām parādībām pasaulē. Cilvēks nav tikai un vienīgi sociālu lomu kopums, viņš nav ekonomisks darbaspēks vai demogrāfiska vienība. Lai pierādītu viņa vērtību, jāmil sarežģītība, nav jāatsakās no tā, kas cilvēkā ir iracionāls, unikāls. Ekonomikai un politikai nav jāuzrūpē visas tiesības lemt un virzīt, jo lielā mērā tā daudzreiz izrādās tikai šķietamība. Cilvēks nav “jāietransformē” valstī, bet gan valsts ir jāattīsta cilvēka dēļ.

Latvijas valstī tiek izstrādātas dažāda līmeņa nākotnes koncepcijas, tajā skaitā par kultūras attīstību, sabiedrības integrāciju u. c. Tām piedrošies vēl viena – valstiska koncepcija par Latvijas **ilgtspējīgu** attīstību: no vizijas uz darbību. Koncepcija aplūko Latvijas valsts attīstības modeļus tālai nākotnei, pat 30 gadu garumā. Jāatzīst, ka tik tālas perspektīvas modeļa atjaunotajai Latvijas valstij vēl nav bijis. Labi, ka šīs koncepcijas radīšanā apvienojušies dažādi politiskie spēki: līdzās Tautas partijas līderim A. Šķēlem redzami teorētiķi no *Latvijas ceļa* un *Tēvzemes un brīvības*. Tas nozīmē, ka vismaz teorētiski ir cerība, ka atšķirīgi politiski spēki spēj sadarboties, radot Latvijas viziju.

Koncepcijā ir uzsvērts, ka pašreizējā pasaules un Eiropas attīstība balstās uz informācijas sabiedrības veidošanu. Tas ir izdevīgi

Latvijai, jo dod iespēju neesošu resursu trūkumu kompensēt ar zināšanām un kvalificētu darbaspēku. Taču jāpauž, cik lielā mērā līdzšinējās Latvijas valdības ir atbalstījušas zinātni un augstāko izglītību, cik procentu no nacionālā ienākuma tām tiek piešķirti? Kā zināms, pēdējos gados zinātnes finansējuma procents ir noslīdējis līdz 0,25%, un Latvija atrodas pirmspēdējā vietā Eiropā aiz Albānijas. Tādēļ šādu apgalvojumu ierakstīšana koncepcijas ievadā liecina par to, ka patiešām būtu jānotiek “revolūcijai” Latvijas valsts vērtību sistēmā, lai vīziju pārveidotu par realitāti, un zinātne, kā arī augstākā izglītība iegūtu sev pienākošos cienījamu vietu jaunajā informācijas laikmetā.

Koncepcija ir *valstisks* dokuments, tādēļ tās struktūra galvenokārt vērsta uz lielu sociālo un ekonomisko struktūru attīstību (rūpniecība, lauksaimniecība utt.). Taču valsts – tie ir cilvēki. Šeit būtu jāatgriežas pie jautājuma: kam gan pastāv valsts? Cilvēkiem? Vai otrādi: cilvēki pastāv valsts dēļ? Tas ir jautājums par “nošu atslēgu” visai koncepcijai, par tās filozofisko skanējumu, koncepcijas dziļāko jēgu.

“Nošu atslēga” vīzijai nepārprotami ir sociāla, ekonomiska, valstiska. Taču patlaban apspriežamā valsts ilgtspējīgas attīstības koncepcija “*Latvija: no vīzijas uz sadarbību*” **nav centrēta uz cilvēku**. Cilvēks tajā nav galvenais subjekts, kura dēļ būtu jāattīstās Latvijai. Te ir citas galvenās vērtības, lielākoties tie visi ir abstrakti koncepti: ekonomika, finanses, valsts reģioni, lauksaimniecība, konkurētspējīgs darbaspēks, vidusšķira. Cilvēks kā dzīva, atsevišķa, konkrēta būtne te neizskan, viņš ir tikai lielu funkcionālu konceptu sastāvdaļa: darbaspēks, pilsonis, Latvijas iedzīvotājs. Netiek izvērstas struktūras, kas skar atsevišķā cilvēka dzīvi, viņa patību (izņemot izglītību, kas tiek atainota valstiskā skatījumā). Pat viens no koncepcijas autoriem O. Kehris atzīst, ka ir izpalikusi tēma par ģimeni. Cilvēks te ir *cilvēkkapitāls*, jo paradigmā, kurā valda naudas attiecības (*Sk. ļoti interesanto “Nauda. Dzīvesstils. Identitāte. Veltījums Georgam Zimmelmanam – dzīves filosofam un sociologam.”*

Latvijas Universitātes zinātniskie raksti, Nr. 629, Rīga, 2000.), cilvēku pat vairs nesauc vārdā “cilvēks”. Neapšaubot to, ka mūsdienu ekonomikas zinātnē pastāv jēdziens “cilvēkkapitāls” un tam ir sava funkcija, jāpiebilst, ka šī funkcija neizsmēļ visus cilvēka darbības un attieksmju tikla raksturojumus.

Liels šīs koncepcijas ieguvums ir zinātnes dominante šajā vīzijā. Zināšanas kļūst par attīstības galveno dzinējspēku. Tam pilnīgi var piekrist, taču vajag atcerēties I. Kantu, ka cilvēka vērtība nav tikai prāts un izziņa, bet gan triju spēju kopība. Raksturīgi, ka šajā Latvijas vīzijā, ievaddaļā, kas publicēta avīzē “*Diena*” (14.12.2000.), vispār neizskan vārds “morāle”, prasība pēc ētiskās situācijas izmaiņas, cilvēku pašizausmes, un tā tas ir situācija, kad mūsu valsti apdraud korupcija, valsts sagrābšana, prostitūcija, narkomānija un informācijas slēpšana. Cilvēks šajā koncepcijā parādās galvenokārt kā “būtne”, kuru analizē ekonomika un sociālās zinātnes, kultūra ir tikai tradicionāla nacionālās idejas nesēja, kuru nevarot atstāt pašplūsmā.

Taču dziļākajā būtībā nevis kultūru var regulēt, izlemt, atstāt to pašplūsmā vai neatstāt, bet gan tieši kultūra plašā nozīmē regulē ļoti daudzas cilvēka dzīves norises, tajā skaitā arī ekonomiskās. Pie šīs atziņas Rietumu humanitārās un sociālās zinātnes ir nonākušas jau pirms laba laika, patlaban tā kļūst par ES ideoloģisko nostādņu jaunu akcentu. Tādēļ ir nepamatoti nostumt malā kultūras sfēru Latvijas attīstības vīzijā. Kultūras paradigma, kurā dibinās mūsdienu saprašanas veids par pasauli, ir pamats zinātnei. Kultūra ar zinātni ir daudz lielākā mērā saistīta, nekā tas izskan koncepcijā. Informācijas laikmets, kas tiek prognozēts, ir bezsaturīgs un haotisks, ja tajā netiek ieviestas un spēkā uzturētas kultūras un morāles dimensijas.

Koncepcija aprobē Latvijas vidē daudzas mūsdienu Eiropas Savienības ideoloģiskās nostādnes. Tas nav peļami, jo, integrējoties Eiropā, tai un tās diskursa valodai ir jāpieņemojas. Taču Eiropa nav un nebūs tikai šā

mirkļa sociāli pragmatiskais diskurss, kurā cilvēks tiek tvērts kā funkcionāla, sadalīta vienība bez morāles un patikas jūtām. Cilvēka vērtība ir daudzpusībā, sarežģītībā, pārkumā pār elementārajām ekonomiskajām, naudas un sociālajām norisēm, kurās viņš/a tiek ie-

kļauts. Nākotnes Latvijā, tāpat kā Eiropā, kultūras, ticības, mākslas, morāles loma pieaug un arvien vairāk iesaņidos ekonomiskās un politiskās norises. Tāpēc, lai mūsu valsti cilvēks patiešām būtu vērtība, nevar apiet cilvēciskos, humanitāros dzīves aspektus. 🖋

ASTRONOMISKAIS TESTS

1. Kas ir lielākais pavadonis Saules sistēmā?

a) Ganimēds, b) Mēness, c) Jo, d) Encelads.

2. Kurā gadā cilvēks pirmoreiz izkāpa uz Mēness?

a) 1902., b) 1953., c) 1969., d) 1980.

3. Kā sauc debess ekvatora pārvietošanos attiecībā pret ekliptiku?

a) precesija, b) dreifēšana, c) perturbācija, d) deklinācija.

4. Kas ir Saulei tuvākā zvaigzne?

a) Sīriuss, b) Altairs, c) Bārnarda zvaigzne, d) Centaura α .

5. Kas ir augstākais kalns Saules sistēmā?

a) Everest, b) Gaiziņš, c) Olimps, d) Pamirs.

6. Kā sauc līniju, kura atdala ķermeņa apgaismoto daļu no neapgaismotās?

a) apekss, b) kvazārs, c) terminators, d) parseks.

7. Kas ir radioastronomijas pamatlicējs?

a) K. Janskis, b) Hiparhs, c) G. Rebers, d) V. Heršels.

8. Kas ir pirmā teleskopa autors?

a) J. Keplers, b) G. Galilejs, c) Dž. Bruno, d) N. Koperniks.

9. Kas ir otra spožākā zvaigzne debesīs?

a) Kanopuss, b) Sīriuss, c) Arkturs, d) Vega.

10. Kādas spektra klases zvaigzne ir Saule?

a) M, b) B, c) O, d) G.

11. Kurā gadā uzliesmoja Krabja miglāja nova?

a) 1013., b) 1054., c) 1120., d) 1654.

12. Cik tālu atrodas mums tuvākā zvaigzne?

a) 4,33 a. v., b) 40 a. v., c) 0,21 a. v., d) 1 a. v.

13. Kura planēta rotē pretējā virzienā?

a) Urāns, b) Neptūns, c) Saturns, d) Marss.

14. Kas ir spožākā mazā planēta?

a) Vesta, b) Ikars, c) Krišbarons, d) Cerera.

15. Kas ir spēcīgākā meteoru plūsma vasarā?

a) Aurigīdas, b) Perseidas, c) Kasiopeidas, d) Akvarīdas.

16. Pie kāda objektu tipa pieder Plejādes?

a) miglājs, b) lodveida zvaigžņu kopa, c) zvaigžņu asociācija, d) vaļējā zvaigžņu kopa.

Sastādījis **Normunds Bite**

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

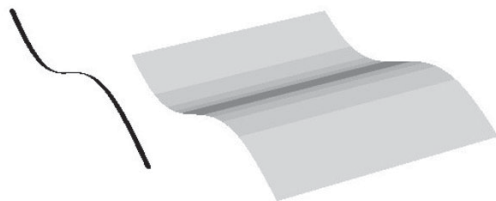
AR KOSMOLOĢIJU UZ TU: KOSMOLOĢIJAS PAMATPRINCIPI UN VISUMA MODEĻI

(Turpinājums, sākumu sk. *ZvD*, 2000. g. vasarā)

4. ALTERNATĪVĀS KOSMOLOĢIJAS

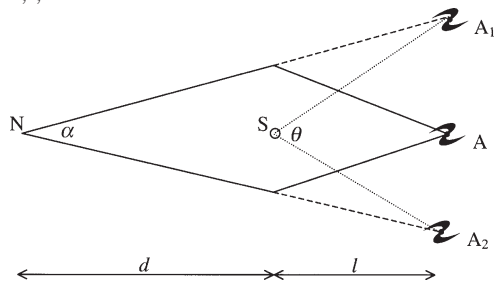
Protams, mēs nevaram aizmirst arī citas iespējas. Tā, piemēram, 1948. gadā H. Bondi, T. Golds un F. Hoils izstrādāja *nemainīgā Visuma teoriju*, kuru jau pieminējām šajā rakstu sērijā (sk. “Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģisko uzskatu attīstība” – *ZvD*, 2000. g. pavasaris, 35. lpp.). Tā balstīta uz *vispārīgo kosmoloģisko principu*, kas apgalvo, ka Visums izskatās līdzīgi visiem novērotājiem un visos laikos. Nemainīgā Visuma teorijai šobrīd ir tikai vēsturiska nozīme. Reliktā fotonu starojuma atklāšana 1965. gadā pilnībā lika noļiegt šo teoriju, liecinot par mūsu Visuma evolūcijas dažādām fāzēm. Ironisks ir fakts, ka tieši Freds Hoils ieviesa terminu “*Lielais Sprādziens*”, būdams tolaik pārliecināts tā oponents.

Īpašu vietu mūsdienu Visuma teoriju saimē ieņem topoloģijas defekti: punktveida magnētiskie monopoli, viendimensiju kosmiskās stīgas¹, divdimensiju domēnu sienas un trīsdimensiju kosmiskās faktūras (sk. 1. att.). Vienkāršiem vārdiem runājot, kosmiskās stīgas un domēnu sienas varētu uzskatīt par attiecīgiem melnā cauruma vairākdimensiju analogiem. Teorētiski varētu pastāvēt tikai divu veidu stīgas – tās var būt vai nu noslēgtas, vai arī bezgalīgi garas. Ir novērtēts, ka to biezums varētu būt ap 10^{-31} m un to masa



1. att. Kosmiskās stīgas un domēnu sienas piemērs. Kosmiskās tekstūras, kas ir trīsdimensiju laiktelpas defekti, ir daudz grūtāk vizualizējamas.

varētu sasniegt apmēram 10^7 Saules masas uz katru stīgas gaismas gadu. Skaidrs, ka, būdami masīvi veidojumi, kosmiskie defekti piedalās Visuma struktūras veidošanā. Līdzīgi kā jebkura masīva ķermeņa gadījumā, gaisma, ejot garām stīgai, noliecas, turklāt noteiktos apstākļos var rasties arī attēla dubultošanās. Attāls avots, kas atrodas aiz kosmiskās stīgas, tiks novērots kā šķietams dubults avots ar leņķisko attālumu α (sk. 2. att.):



2. att. Tāla aiz kosmiskās stīgas (S) novietota avota (A) dubultu šķietamu attēlu (A_1 un A_2) veidošanās, kā to redzētu novērotājs (N) (paskaidrojums skatīt tekstā).

¹ Nevajag jaukt *kosmiskās stīgas* ar *superstīgām*, kas ir mikroskopiski veidojumi. Piezīme: *kosmiskās stīgas* arī bieži dēvē vienkārši par *stīgām*.

$$\alpha \approx \Theta \frac{l}{d+l} = 8\pi G\mu \frac{l}{d+l}, \quad (1)$$

kur θ ir leņķis starp šķietamajiem avotiem un stīgu, l un d ir attiecīgi attālums no avota līdz stīgai un no stīgas līdz novērotājam, bet μ – masas blīvums, t. i., masa uz stīgas garuma vienību. Ja novērojumus veic ar pietiekami lielu izšķiršanas spēju, tad kosmiskajām stīgām ir jābūt pamanāmām arī kā ēnai uz reliktā starojuma fona, t. i., tā necludz izmaina novērojamo mikroviļņu temperatūru. Izmantojot tieši šo efektu, stīgu teoriju būs iespējams pārbaudīt jau drīzā nākotnē – kad darbu uzsāks *FIRST/Planck* kosmiskais aparāts, kura starts ielānots 2007. gadā.

Pievilcīgi ir tas, ka stīgu teorijas ietvaros Visums neilgi pēc Lielā Sprādziena piedzīvo strauju izplešanos, t. i., šajā teorijā nav vajadzīga it kā mākslīgi radīta inflācijas fāze, kura klasiskajā modelī nerodas seku iespaidā, bet gan ir ieviesta, lai cēloniski skaidrotu novērojamā Visuma īpašības. Tiesa, pagaidām gan mums vēl nav nekādu pierādījumu, ka jebkādi topoloģisku defektu veidojumi tik tiešām eksistē, taču, ja tie tomēr pastāv, tad tie var būt nospēlejuši būtisku lomu Visuma struktūras veidošanā. Piebildisim, ka stīgu gadījumā Visums nav homogēns, bet tas neizslēdz reliktajā starojumā novēroto izotropiju.

Bez jau iepriekš pieminētajiem ir izstrādāti arī daudz citu dažādu Visuma modeļu, taču neviens no tiem mūsdienās netiek plaši atzīts. Izstrādātas ir gan relativistiskās teorijas bez kosmoloģiskā principa, gan nerelativistiski Visuma evolūcijas skaidrojumi. Tā, piemēram, jau 1937. gadā P. A. M. Diraks pievērsa uzmanību dažādu bezdimensionālu lielumu sakritībām, kas konstruēti, par pamatu ņemot fundamentālas fizikālas konstantes. Piemēram, Kulona un gravitācijas spēka attiecība ir:

$$\frac{e^2}{Gm_p m_e} \approx 0,23 \cdot 10^{40}, \quad (2)$$

kur e ir elektrona lādiņš, G – Ņūtona gravitācijas konstante, m_p un m_e – attiecīgi protona un elektrona masas. Attiecība starp aptuvenu attālumu

līdz Visuma horizontam (cH_0^{-1}) un klasisko elektrona rādiusu ir:

$$\frac{cH_0^{-1}}{(e^2/m_e c^2)} \approx 3,7 \cdot 10^{40}. \quad (3)$$

Diraks izvirzīja hipotēzi, ka daudzi bezdimensionāli lielumi, kas parādās mikro un makro pasaulēs, nav nejauši. Izdalot vienādojumu (2) ar (3), Diraks ieguva:

$$\frac{e^4 H_0}{Gm_p m_e^2 c^3} \approx 1. \quad (4)$$

Ja vienādojums (4) ir pareizs, tad no tā seko, ka vismaz viena vai vairākas no fizikālajām konstantēm e , G , m_p , m_e un c ir laikā mainīgas, jo tāda, pēc mūsu priekšstatiem, ir Habla konstante H_0 . Diraka idejas, kaut arī netiek plaši atzītas, tomēr sekmēja daudzu dažādu teoriju rašanos ar laikā mainīgu gravitācijas konstantes izmantošanu. Šobrīd sakritības starp dažādiem mikro un makro pasaules lielumiem tiek skaidrotas kā sekas tā saucamajam *vātajam antropajam (kosmoloģiskajam) principam*, kas pašu mūsu eksistences faktu tulko tādejādi, ka mēs atrodamies kaut kādā ziņā īpašā (unikālā) vietā Visumā. Taču tas būtībā nav stingrs princips, bet tikai loģiski sekojoša ilūzija par pasaules būtību².

² *Vājais antropais princips* būtībā tikai liek padomāt, vai mēs pareizi interpretējam dotos novērojumu rezultātus. Piemēram, tas ir loģiski, ka tehnoloģijas attīstība ļauj vienlīdz tālu sasniegt gan mikro, gan makro pasaules mērogus, bet tas neliecina par to, ka cilvēks tik tiešām atrastos kādā īpašā vietā Visumā. Apkārtējā pasaule un apstākļi uz Zemes ir tieši tādi, lai mēs varētu šobrīd pastāvēt, domāt un uzdot eksistenciālus jautājumus. Taču vajag pareizi izvērtēt cēloņu un seku sakarības. Vai daba ir tieši tāda tāpēc, lai mēs varētu šeit pastāvēt, vai arī mēs šeit pastāvam tikai tāpēc, ka tikai šādos apstākļos varam eksistēt? Skaidrs ir fakts, ka šādā bioloģiskā veidolā, kādā mēs šobrīd esam, citos apstākļos (bez pielāgošanās – tātad izmaiņām) mēs nevarētu pastāvēt.

Interesanta ir 1961. gadā C. H. Bransa (*Brans*) un R. H. Dikes (*Dicke*) izstrādātā teorija, kas principā pārveidoja relativistiskos vienādojumus, dabas aprakstam izmantojot papildu skalāru lauku ϕ un bezdimensionālu konstanti w . Šajā teorijā Ņūtona fizikas tuvinājumā gravitācijas konstante ir

$$G = \frac{2w + 4}{2w + 3} \frac{1}{\phi}, \quad (5)$$

un tā ir laikā mainīgs lielums. Šobrīd arī šo modeli mēs pilnībā nevaram atmet. Novērojumu dati liecina tikai par to, ka ω vērtībai jābūt lielākai par 500. Piebilstam, ka robežgadījumā, ja $w \rightarrow \infty$, Bransa–Dikes hipotēze pārvēršas Einšteina teorijā.

Pieminēsim vēl vienu interesantu relativistiskās fizikas aizstājēju – Hoila–Narlikāra (*F. Hoyle; J. V. Narlikar*) teoriju, kura tika izstrādāta 1964. gadā. Tās pamatā ir ņemts austriešu fiziķa ideālista vārdā nosauktais Maha (*E. Mach; 1838–1916*) princips par tiešu daļiņu mijiedarbību, t. i., ķermeņa masa ir nevis tā īpašība, bet gan fona – visu pārējo daļiņu – eksistences sekas. Būtībā Hoila–Narlikāra teorijai ir daudz kā kopīga ar Einšteina fiziku, taču ir arī savas būtiskas atšķirības, piemēram, tajā nav vietas kosmoloģiskajai konstantei Λ , bet spektra sarkanā nobīde tiek skaidrota ar daļiņu masas izmaiņām laikā. Protams, varam skaidrot kosmiskos principus arī šādā veidā, taču tas šķiet mazliet samākslots risinājums. Šo teoriju varam vērtēt kā interesantu fizikāli pamatotu mēģinājumu “citas patiesības” meklējumos.

Šajā nodaļā mēs aplūkojam dažas mazāk atzītas kosmoloģijas alternatīvas, dažas tikpat svarīgas netika apskatītas. Tomēr šobrīd vairākums kosmologu tic, ka relativistiskā teorija ir “pareizā” vismaz tajā fizikas apgabalā, kurā mēs to lietojam. Ņemot to par pamatu, tiek veidots klasiskais Visuma modelis.

Kopsavilkums. Mēs redzējām, ka Visuma modeļi tiek izveidoti, balstoties uz astronomisko novērojumu materiāla un uz fundamentāla pieņēmuma pamata, ka mēs neatrodamies īpašā vietā Visumā, precīzāk, ka spēkā ir *kosmoloģiskais princips*, kas apgalvo, ka lielos mērogos Visums ir homogēns un izotropisks. *Kosmoloģiskais princips* nozīmē arī to, ka fizikālie likumi Visumā nemainās no vienas vietas uz otru. Šāds loģisks pieņēmums noved mūs pie karsta Lielā Sprādziena Visuma izcelsmes teorijas. Protams, mēs nevaram būt absolūti pārliecināti, ka tā ir pilnīgi patiesa teorija, taču, atbilstoši mūsu šābrīža pasaules izpratnei, kosmologi par to nešaubās. Protams, varbūt mēs kaut ko izprotam pilnīgi nepareizi, tāpēc no redzesloka nevajadzētu pazaudēt arī alternatīvās teorijas, bet gan meklēt jaunus risinājumus. Joprojām neatbildēts paliek jautājums, kas bija pirms Lielā Sprādziena, iespējams pat, ka šādi uzdot šo jautājumu ir nekorekti.

Kosmoloģijā diemžēl nav iespējams tīkties pēc patiesās teorijas, ir tikai iespējams izslēgt tās, kuras nonākušas pretrunā ar novērojumiem. Mēs cenšamies izskaidrot dabā pastāvošos principus vienkāršākajā un loģiskākajā veidā atbilstoši tā laika zināšanu līmenim. Jāatceras, ka tas ne vienmēr var izrādīties pareizi. Līdztekus klasiskajam kosmoloģiskajam modelim ļoti pievilcīgas šobrīd ir arī telpas topoloģisko defektu teorijas.

Jāpiebilst, ka šajā rakstā neapskatīta palika agrīnajā Visumā, pēc mūsu pašreizējiem priekšstatiem, būtisku lomu nospēlējusī inflācijas (ļoti straujas izplešanās) fāze. Būdamā pietiekami sarežģīta Lielā Sprādziena teorijas sastāvdaļa, tā pati par sevi ir atsevišķa raksta temats. Iepazīnušies ar galvenajiem kosmoloģiskajiem pamatprincipiem galvenokārt no filozofiskā viedokļa, nākamajā šīs sērijas rakstā pievērsīsimies kosmosa relativistiskajai teorijai un telpas ģeometrijas jautājumiem. 🐦

RĪGAS 28. ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

2000. gada 14. un 15. aprīlī notika Rīgas 28. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. To organizēja Latvijas Universitātes Astronomijas institūts (LU AI) sadarbībā ar Rīgas skolu valdi. Uz tās pirmo kārtu, kas norisinājās LU Fizikas un matemātikas fakultātē Rīgā, Zeļļu ielā 8, bija ieradušies 40 skolēnu. Viskuplāk bija pārstāvēts Rīgas Franču licejs – starp olimpiādes dalībniekiem bija 6 šīs mācību iestādes audzēkņi. Pārējie olimpiādes dalībnieki bija no Āgenskalna Valsts ģimnāzijas (5 skolēni), Cēsu pilsētas ģimnāzijas un Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas (no katras pa 3 skolēniem), I. Kozakēvičas Rīgas poļu vidusskolas un Rīgas 22. vidusskolas (no katras pa 2 skolēniem), Līvānu 2. vidusskolas, Madonas ģimnāzijas, Pumpuru vidusskolas, Salacgrīvas vidusskolas, Ventspils 1. ģimnāzijas, Ventspils 6. vidusskolas, Ilģuciema vidusskolas, Juglas ģimnāzijas, Puškina liceja, Rīgas Centra humanitārās ģimnāzijas, Rīgas M. Lomonosova vidusskolas, Rīgas 2. pagarinātās darba dienas skolas, Rīgas 34. vidusskolas, 44. vidusskolas, 49. vidusskolas, 69. vidusskolas, 71. vidusskolas, 89. vidusskolas un 100. vidusskolas (no katras pa vienam skolēnam).

Olimpiādes pirmās kārtas ievada uzdevums bija tradicionālais tests, kas agrāk tika dēvēts arī par aptauju. Tā rezultāti bija apmierinoši un parādīja, ka skolēnu teorētiskā sagatavotība ir atzīstamā līmenī. Nākamo piecu uzdevumu risināšanā dalībniekiem jau bija jāliek lietā arī savas praktiskās iemaņas. Grozāmās kartes izmantošana 1. uzdevuma atrisināšanā īpašas problēmas vismaz pusei dalībnieku nesagādāja. Tomēr 2. uzdevums, kas šoreiz bija vissarežģītākais, visiem olimpiādes dalībniekiem izrādījās pārāk ciets rieksis. Pārējie uzdevumi bija risināti ar mainīgām sekmēm, arī šķietami vienkāršā Īzaka Ņūtona un Johanesa Keplera saruna laikam jau realitātes faktora trūkuma ietekmē bieži vien bija palikusi līdz galam “neatšifrēta”.

Pirmajā kārtā visvairāk punktu (48 no 60 iespējamiem) ieguva Pauls Leckis no Rīgas 89. vidusskolas, savā konkurencē par vienu punktu apsteidzot Mārtiņu Sudāru no Madonas ģimnāzijas. Trešajā vietā pēc pirmās kārtas ar 44 punktiem bija Varis Karitāns no Rīgas 69. vidusskolas, bet ceturtajā – Aleksejs Kapustins no Rīgas 44. vidusskolas (43 punkti).

Uz olimpiādes otro kārtu, kas norisinājās Frīdriha Candra muzejā, bija ieradušies 26 dalībnieki. Viņiem bija jāatbild uz tradicionālajiem trīs jautājumiem par Saules sistēmu, Galaktiku, Visumu un tajā notiekošajiem procesiem. Visprecīzāk savas zināšanas apliecināja abi pirmās kārtas lideri P. Leckis un M. Sudārs, kā arī Jānis Libeks no Rīgas Centra humanitārās ģimnāzijas, iegūstot maksimālo punktu skaitu (40).

Kopvērtējumā olimpiādes žūrija piešķīra divas pirmās vietas – **P. Leckim** (88 punkti) un **M. Sudāram** (87 punkti). Otrajā vietā ar 82 punktiem ierindoja **V. Karitāns**, bet trešajā vietā – **A. Kapustins** (74 punkti). Atzinība tika izteikta Oļesjai Smirnovai no Ventspils 6. vidusskolas, Arturam Barzdim no Ventspils 1. ģimnāzijas (abu kontā pa 70 punktiem), Oskaram Žīguram no Cēsu pilsētas ģimnāzijas un J. Libekam (abiem pa 69 punktiem).

Olimpiādes noslēgumā dalībnieki saņēma olimpiādes organizatoru un Jāņa Jaunberga sarūpētās balvas. Jācer, ka arī turpmāk skolēniem ne tikai Rīgā, bet arī citur Latvijā saglabāsies interese par astronomiju. Visi tiek laipni aicināti 2001. gada pavasarī piedalīties Rīgas 29. atklātajā skolēnu astronomijas olimpiādē.

Tālāk doti olimpiādes uzdevumi un to atrisinājumi.

1. uzdevums. Antaresa (Skorpiona α) deklinācija ir -27° . Cik liels ir zvaigznes maksimālais leņķiskais augstums Rīgā (ģeogrāfiskais platumus $\varphi = 57^\circ$)? Kurā datumā zvaig-

zne kulminē pusnakti pēc vietējā laika? Cikos šajā datumā zvaigzne lec un riet Rīgā pēc joslas laika? Kuros mēnešos vēl Rīgā var novērot Antaresu? Uzdevuma atrisināšanai var izmantot grozāmo zvaigžņu karti.

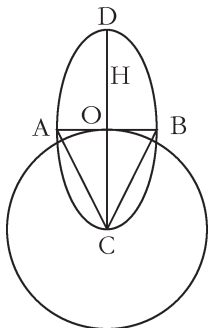
Atrisinājums. Antaresa maksimālais leišķiskais augstums augšējā kulminācijā:

$$b = 90^\circ - \varphi + \delta = 6^\circ.$$

Rīgā pusnakti pēc vietējā laika Antares kulminē 28. maijā. Šajā datumā Antares lec aptuveni plkst. 20^h50^m un riet plkst. 3^h00^m pēc vietējā laika jeb attiecīgi plkst. 21^h14^m un 3^h24^m pēc 2. joslas laika. Vislabāk Antaresu var novērot augšējās kulminācijas tuvumā, kad debesis ir tumšas (Sauls dziļums zem horizonta pārsniedz 12°). Ar grozāmās zvaigžņu kartes un *Astronomiskā kalendāra* palīdzību novērtē, ka šie nosacījumi realizējas laikā no februāra līdz maijam.

2. uzdevums. No apaļa nerotējoša asteroīda, kura rādiuss $R = 10$ km un masa $M = 8,4 \cdot 10^{15}$ kg, ar pirmo kosmisko ātrumu vertikāli uz augšu met cietu ķermeni, kura masa $m \ll M$. Noteikt, cik augstu ķermenis uzlidos un pēc cik ilga laika tas nokritīs! Citu ķermeņu gravitāciju neievērot! Elipses laukums $S = \pi ab$, kur a un b ir elipses pusasis.

Atrisinājums. Augstumu, līdz kuram uzlidos ķermenis, aprēķina pēc enerģijas nezūdamības likuma. Ķermeņa trajektorija ir taisnes nogrieznis OD (*sk. att.*), jo asteroīds nerotē un ķermenis tiek sviests vertikāli uz augšu. Trajektorijas apakšējā (O) un augšējā punkta



No asteroīda izvīstā ķermeņa trajektorija.

(D) ķermeņa pilnā enerģija E ir vienāda. To nosaka pēc formulas $E = W + U$, kur W ir kinētiskā enerģija, bet U – ķermeņa potenciālā enerģija gravitācijas laukā. Kinētiskā enerģija:

$$W = \frac{mv^2}{2}, \text{ bet } U = -G \frac{Mm}{r},$$

kur r ir attālums starp asteroīda un ķermeņa centru, bet gravitācijas konstante $G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg². Saskaņā ar enerģijas nezūdamības likumu

$$\frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{R} = -G \frac{Mm}{R+H}, \quad (1)$$

kur H ir maksimālais izvīstā ķermeņa augstums virs asteroīda virsmas. Ķermeņa sākotnējais ātrums (1. kosmiskais ātrums):

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}}.$$

Ievietojot šo izteiksmi enerģijas nezūdamības likumā (1), iegūst $H = R = 10$ km.

Lai aprēķinātu laiku t no ķermeņa izmešanas līdz tā nokrišanai atpakaļ uz asteroīda, jāievēro, ka brīvās krišanas paātrinājums ir mainīgs. Ķermeņa orbīta ir deģenerēta elipse ar lielo pusasi $a = H = R$ un mazo pusasi $b = 0$. Viena no elipses virsotnēm atrodas asteroīda centrā (punktā C). Perioda $CADB$ daļa, kurā ķermenis veic ceļu ADB , ir elipses laukuma daļa, kuru aizņem sektors $CADB$. Šā sektora laukums $S' = S_1 + S_2$, kur $S_1 = ab$ ir trīsstūra ABC laukums, bet:

$$S_2 = \frac{1}{2} \pi ab$$

ir elipses “augšējās” puses laukums. Tādā gadījumā saskaņā ar otro Keplera likumu:

$$\frac{t}{T} = \frac{ab + \frac{1}{2} \pi ab}{\pi ab} = \frac{1 + \frac{1}{2} \pi}{\pi}, \quad (2)$$

kur T ir pilnā apgrieziena pa orbītu $ADBCA$ periods. Šo periodu aprēķina, izmantojot trešo Keplera likumu, no kura izriet, ka ķermeņiem, kas kustas pa orbītām ar vienādu lielo pusasi, ir vienādi apriņķošanas periodi. Par orbītu ar tādu pašu lielo pusasi $a = R$ izvēlas riņķa

liniju. Tā kā ķermeņa ātrums riņķveida orbītā ir pēc moduļa konstants un vienāds ar pirmo kosmisko ātrumu, var uzrakstīt sakarību:

$$2\pi R = vT \text{ jeb } T = \frac{2\pi R}{v}.$$

Šo izteiksmi ievietojot formulā (2), iegūst:

$$t = R(\pi + 2)\sqrt{\frac{R}{GM}} \approx 6868 \text{ s} = 1^{\text{h}}54^{\text{m}}28^{\text{s}}.$$

3. uzdevums. Ielas luktura absolūtais zvaigžņlielums ir $+66^{\text{m}}$. Cik lukturu ir Rīgas ielās, ja Rīga, skatoties no Mēness, ir 10. zvaigžņlieluma objekts?

Atrisinājums. Ielas luktura spuldzes redzamo zvaigžņlielumu m nosaka, izmantojot formulu $m = M - 5 + 5\lg D$, kur M ir spuldzes absolūtais zvaigžņlielums, bet D – attālums no Zemes līdz Mēnesim (parsekos). Skaitliski:

$$m = 66 - 5 + 5\lg(1,2 \cdot 10^{-8}) \approx 21^{\text{m}}, 4.$$

Tā kā vienādā attālumā apgaismojums E ir proporcionāls gaismas intensitātei I , bet spuldžu gaismas intensitāte summējas, izmantojot Pogsona formulu, var aprēķināt lukturu skaitu:

$$n = \frac{I_n}{I} = \frac{E_n}{E} = 10^{0,4(m-m_n)} = 10^{0,4(21,4-10)} \approx$$

≈ 36 tūkstoši lukturu.

4. uzdevums. Novērtēt galaktiku skaitu Metagalaktikā, ja Visuma vidējais blīvums ρ šobrīd ir aptuveni 10^{-26} kg/m^3 . Par tipisku galaktikas masu, kas sakoncentrēta zvaigznēs, planētās un gāzu-putekļu mākoņos, uzskatīt $m = 10^{10} M_{\odot}$ (Saules masas vienības)! Habla konstante $H_0 = 70 \text{ km/s.Mpc}$, bet tās apgriezta vērtība ir aptuveni Visuma vecuma novērtējums. Ņemiet vērā, ka 90% Visuma masu veido tā sauktā apslēptā masa (tumšā matērija)!

Atrisinājums. Metagalaktikas rādiuss ir aptuveni vienāds ar

$$R = c\tau = \frac{c}{H_0},$$

kur $\tau = \frac{1}{H_0}$ ir Visuma vecuma novērtējums,

bet $c = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$ – gaismas ātrums. Metagalaktikas tilpums ir vienāds ar

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4\pi c^3}{3H_0^3}.$$

Metagalaktikas masu var aprēķināt, izmantojot šādas formulas:

$$M = \frac{mN}{1-k}$$

un $M = \rho V$, kur N ir galaktiku skaits Metagalaktikā, bet $k = 90\% = 0,9$. Veicot skaitliskus aprēķinus, jāņem vērā šādas sakarības: $m = 10^{10} M_{\odot} = 10^{10} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ un $1 \text{ Mpc} = 3,1 \cdot 10^{22} \text{ m}$. Izsakot galaktiku skaitu, iegūst:

$$N = \frac{4\pi\rho c^3(1-k)}{3mH_0^3} \approx$$

$$\approx \frac{43,14 \cdot 10^{-26} \cdot (1-0,9) \left(\frac{3 \cdot 10^5}{70/3,1 \cdot 10^{22}}\right)^3}{3 \cdot 10^{10} \cdot 2 \cdot 10^{30}} \approx$$

$\approx 4,9 \cdot 10^{11}$ galaktiku. Tātad Metagalaktikā ir no 10^{11} līdz 10^{12} galaktiku.

5. uzdevums. Dotajā stāstā minētie zinātnieki nav bijuši laikabiedri, tomēr viņu paustās idejas ir palikušas nemainīgas. Aprakstīta abu zinātnieku varbūtējā satikšanās. Ierakstiet tekstā izlaistos vārdus (iespiesti kursīvā)!

Astronoms *Johanness Keplers* bija nolēmis apmeklēt Anglijas izglītības citadeli Kembri-džu. Viņam bija sarunāta tikšanās ar kādu pazīstamu fiziķi. Nonācis Kembridžā vēlā vakarā, viņš piekļauvēja pie norādītā nama namdurvim. Sulainis ciemiņu uzveda augšā, kur viņu gaidīja *Īzaks Ņūtons*. Abi kungi iegāja namatēva darba istabā. Uz balkona viesis pamanīja pavidam *teleskopa* apveidus.

– Sakiet, *Ņūtona* kungs, vai tas ir *teleskops*?

– Ak, jā! Jauki, ka pamanījāt! Tas ir mans jaunākais šedevrs! Domāju, ka neko tamlīdzīgu jūs nekur neatradīsiet, jo tajā attēls rodas, atstarojoties no *spoguļa* virsmas. Bet tagad ķersimies pie lietas. Ko jūs vēlētos ar mani apspriest?

– Jā! Es domāju, ka jums jau ir pazīstamas manas pārdomas par *Ptolemaja* planētu kustības modeli, konkrētāk, par to, vai planētu orbītām jābūt *riņķveida*. Man pašam ir radušies citi pieņēmumi, kuri veidojušies manā tagadējā darbā pie *Tibo Brabes* kunga, par kura palīgu es kļuvu 1601. gadā. *Brabes* kunga veiktie *Marsa* novērojumi man ir likuši secināt, ka arī ar iepriekš minēto modeli nevar precīzi aprakstīt šīs planētas kustību. Savā grāmatā “*Astronomia Novus*”, kuru es pabeidzu 1607. gadā, izklāstīju divas idejas. Pirmā vēstija, ka visas *planētas* pārvietojas pa *elipsēm*, kuru vienā *fokusā* atrodas *Saule*, savukārt otra –, ka planētu *orbītas* vienādos *laika intervālos* apraksta *vienādus laukumus*. Savu trešo pieņēmumu es izvirzīju tikai 1618. gadā. Tas postulē, ka jebkuru *divu* planētu *orbītu* periodu *kvadrāti* attiecas tāpat kā šo *planētu* lielo *pusasu kubi*. Es redzu, ka jums ir jautājumi.

– Par jūsu trešo postulātu... Kādu formu ieņemtu *planētas orbīta* gravitācijas ietekmē, kura pakļautos šim postulātam?

– Redzu, ka jūs šī problēma ir ieintriģējusi. Kāds būtu jūsu izskaidrojums?

– Tas ir tieši saistīts ar manu postulātu, kuru es sauca par apgriezto *kvadrātu* likumu: divi ķermeņi pievelkas tieši proporcionāli to *masu reizinājumam* un apgriezti proporcionāli savstarpējā *attālumam kvadrātam*. Man pat izdevās no šīs likumsakarības iegūt interesantus secinājumus. Es konstatēju, ka zemeslodei jābūt pie poliem *saplacinātai*, nevis *izstieptai*, kā domā mans kolēģis *Kasini* Francijā. Es vēl arī aprēķināju *precesijas* konstanti, kas sakrīta ar senenos laikos *Hiparha* noteikto un manu laikabiedru precizēto konstantes vērtību.

– Lieliski! Manuprāt, jums patiešām ir izdevies atklāt dabas apslēpto *harmoniju*, pēc kuras mēs visi tā tiecamies! – iesaucās *Keplers*. 🐦

TOMASS ROMANOVSKIS

KEPLERA ELIPSE – ĪSĀKĀ LAIKA CEĻŠ

Elipses, kā arī parabolas un hiperbolas jēdzienus un pirmo definīciju deva sengrieķu matemātiķis Apolonijs (260.–170. g. p. m. ē.). Viņa grāmatas “*Koniskie šķēlumi*” nosaukums norāda uz šo likņu definīciju.

Franču zinātnieks Lisažū atklāja, ka elipse veidojas, summējoties divām savstarpēji perpendikulārām svārstībām, ja tās notiek ar vienu frekvenci. Mēs to varam novērot kā diegā iekārta atsvara kustību, ja to iekustina virzienā, kas neiet cauri līdzsvara centram.

Matemātikā šo īpašību izmanto ierīcē, kuru sauc par elipsogrāfu (sk. *T. Romanovskis. “Elipses novilkšana caur trīs punktiem” – ZvD, 1990. g. vasara, 55.–57. lpp.*).

Viļņu mehānikā zināms, ka elipsi var iegūt arī kā divu pretējos virzienos riņķojošu kustību salikumu (eliptiski polarizēti skaņas vai gaismas viļņi). Matemātikā tas nozīmē, ka

elipsi var iegūt kā divu spoguļsimetriski rotējošu vektoru salikumu (sk. *T. Romanovskis. “Die parametrische Drehungssymmetrie der Ellipse” – Praxis der Mathematikunterricht 1993, 35., 4., 172.–173. lpp.*).

Keplers, analizējot *Marsa* orbītas datus, 1609. gadā konstatēja, ka *planētas* kustas pa elipsi. Interesanti, ka viņš nevarēja noteikt to pēc orbītas formas, jo *Marsa* orbīta no riņķa atšķiras mazāk par 1%. Novelkot riņķi cauri trim *Marsa* orbītas punktiem, var konstatēt, ka riņķa centrs nesakrīt ar *Sauli*.

Keplera elipsi nevar uzlūkot par divu savstarpēji perpendikulāru vai divu pretējos virzienos notiekošu kustību salikumu, jo šo kustību centrs ir elipses centrs, nevis fokuss, un tādēļ tām neizpildās otrais Keplera likums. Saskaņā ar šo likumu rādiusvektors, kas savieno fokusu ar kustošo punktu, vienādos laikos

noklāj vienādus laukumus. Tas, ka Keplera elipse nav reducējama uz agrāk pazīstamām kustības elipsēm, ir iemesls, ka līdz šim nav izdevies izveidot vienkāršu planētas kustības kinemātisku modeli.

Pirms dažiem gadiem jau tika izvirzīta ideja, ka planētu kustību var aplūkot kā cirkulāras un lineāras kustības salikumu (sk. T. Romanovskis. "Planētu kustība kā vienkāršu kustību salikums" – *ZvD*, 1994. g. rudens, 29.–31. lpp.). Planēta vienlaikus piedalās divās neatkarīgās un vienkāršās kustībās: tā kustas kādā nemainīgā virzienā ar ātrumu v_l un perpendikulāri virzienam Saule–planēta ar nemainīgu ātrumu v_c . Tā kā abas kustības notiek ar nemainīgu ātrumu, tad kustību var raksturot ar ātrumu moduļu attiecību $\varepsilon = v_l/v_c$. Tas nozīmē, ka planētas kustības ātrumu telpā apraksta riņķa līniju. Šo planētas kustības īpašību matemātiski atklāja slavens iru zinātnieks V. Hamiltons 1847. gadā. Taču šo īpašību uzskatīja un vēl arvien uzskata par kuriozu, kaut gan var parādīt, ka no riņķveida ātruma hodogrāfa izriet Keplera likumi (sk. T. Romanovskis. "Instead of two Keplers Law – one velocity axiom" – *Teaching Astronomy, Barcelona, 1995, 42. lpp.*).

Izrādās, ka matemātiskā iespējams izveidot koordinātu sistēmu, kurā var attēlot neatkarīgu cirkulāru un lineāru kustību. Jaunā koordinātu sistēma sastāv no koncentriskiem riņķiem $r = d \cdot i$ ($i = 1, \dots, n$) un taisnēm $x = d \cdot i$ ($i = -n, \dots, n$). Jebkuru punktu šīs koordinātas pusplaknē raksturo viennozīmīgs koordinātu pāris $[x, r]$. Tā kā elipse ir spoguļsimetriska, tad jebkuru punktu apakšējā pusplaknē izsaka tās pašas koordinātas.

Pieņemsim, ka plaknē dots punkts $[x; y > 0]$. Koordinātu r varam aprēķināt kā $\text{sqr}(x^2 + y^2)$. Savukārt, ja dots punkts cirkulāri lineārajā koordinātu sistēmā $[x; r]$, tad $y = \text{sqr}(r^2 - x^2)$.

Ja ķermenis kustas pa riņķi, tad to apraksta vienādojums $r = \text{const}$, bet, ja ķermenis kustas pa vertikālu taisni, tad to apraksta vienādojums $x = \text{const}$. Ja kustība nenotiek pa koordinātu asīm, tad trajektoriju var aprakstīt ar funkcijas $r(x)$ palīdzību.

Apskatisim šajā koordinātu sistēmā visvienkāršāko funkciju – lineāru funkciju. Izvēlēsimies funkciju $r = p - \varepsilon x$, kurā $p = 7,5$ un $\varepsilon = 0,5$. Novietosimies punktā $[x = 5, r = 5]$. Ievietojot šajā vienādojumā secīgi $x = 3; 1; \dots; -15$, varam noteikt, uz kura riņķa atrodas meklējamais lineārās funkcijas punkts un tād punkta koordinātas $[3; 6], [1; 7], [-1; 8], \dots$. Atzīmējot arī punktus apakšējā pusplaknē, iegūstam... elipsi!

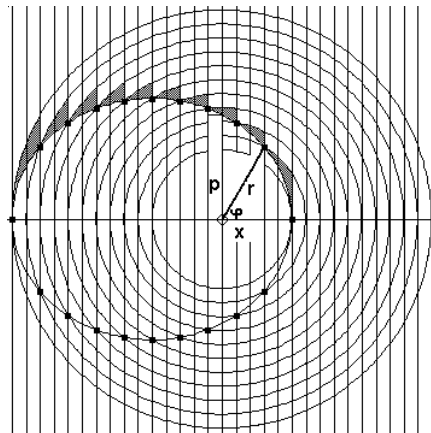
Arī matemātiski varam pārliecināties, ka lineārais vienādojums tiešām ir elipses vienādojums. Aizvietosim lineārajā vienādojumā x ar $r \cdot \cos\phi$. Tad iegūsim labi pazīstamo elipses vienādojumu polārajās koordinātās:

$$r = p / (1 + \varepsilon \cdot \cos\phi),$$

kur $p = 7,5$ ir elipses fokusa parametrs un $\varepsilon = 0,5$ ir elipses ekscentricitāte.

Tagad pārliecināsimies, ka kustība pa elipsi ir cirkulāras un lineāras kustības salikums. Visinteresantākais punkts ir $[0; p]$ jeb $[0; 7,5]$. Šajā punktā $r = p$ un kustība pa riņķi $r = 7,5$ ir perpendikulāra kustībai pa taisni $x = 0$. Tas nozīmē, ka šajā punktā cirkulāri lineārās un Dekarta koordinātu sistēmas īpašības sakrīt. Novietosimies punktā $[1; 7]$ un pārvietosimies uz augšu vienu r iedaļu un pēc tam pa riņķi $r = 8$ divas x iedaļas pa kreisi, tā kā iekrāsots attēlā. Mēs nonāksim punktā $[-1; 8]$. Vertikālais pārvietojums $\Delta y = \sqrt{63} - \sqrt{48} = 1,0$. Pa riņķa līniju pārvietojums:

$$\Delta s = 8 \cdot (\arcsin(1/8) - \arcsin(-1/8)) = 2,0.$$



Tātad attiecība $\Delta y/\Delta s = 0,5 = \varepsilon$. Ja aplūko ļoti mazus pārvietojumus, tad šī attiecība ir spēkā jebkurā elipses punktā. Tas nozīmē, ka bezgalīgi maziem pārvietojumiem ir spēkā lineāra sakarība $dy = \varepsilon \cdot ds$. Tā kā šī īpašība ir spēkā jebkurā vietā uz elipses, tad, kustoties pa elipsi, lineārais pārvietojums ir proporcionāls cirkulārajam pārvietojumam $y = \varepsilon \cdot s$.

Tā kā r ir lineāra x funkcija, tad elipse ir isākā laika ceļš starp jebkuriem diviem punktiem uz elipses. Nejauksim to ar attālumu starp diviem punktiem. Lai saprastu isākā laika ceļa koncepciju, pārformulēsim uzdevumu šādi. Jūs atrodaties punktā [5; 5] un jums jānonāk punktā [-15; 15], kustoties ar ātrumu 1 pa riņķa lokiem un ar ātrumu 0,5 pa vertikālas taisnes nogriežņiem. Ja uzde-

vumu ierobežotu ar attēlā redzamām koordinātu līnijām, tad atrisinājums būtu iekrāsotais ceļš. Bet, ja kustības laukumu sadalītu bezgalīgi daudzās iedaļās, tad isākais ceļš būtu iezīmētā nepārtrauktā elipse. Fizikā isākā laika ceļam ir īpašs nosaukums – brahistrohona. Tātad Keplera elipse ir brahistrohona.

Ja pa taisnes nogriežņiem ļautu kustēties ar tādu pašu ātrumu kā pa riņķa lokiem, tad brahistrohona būtu parabola, bet, ja lineārās kustības ātrums būtu lielāks nekā cirkulārās kustības ātrums, tad brahistrohona būtu hiperbola. Pamēģiniet attēlā iegūt parabolu un hiperbolu, pārvietojoties no punkta [5; 5] uz katru nākamo punktu vienu r iedaļu (hiperbolas gadījumā divas iedaļas) uz augšu un vienu x iedaļu pa riņķa loku! 🐣

VIKTORS FLOROVŠ, ANDREJS ČEBERS, DMITRIJS DOCENKO, VJAČESLAVS KAŠČEJEVS

LATVIJAS 25. ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

RĪGĀ, 2000. GADA 16. APRĪLĪ

Dalībnieku skaits – 165 (9. kl. – 45, 10. kl. – 41, 11. kl. – 48, 12. kl. – 31).

Uzvarētāji: U. Barbans (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. kl.), P. Lediņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. kl.), M. Pušņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), T. Aiteka (Brocēnu vsk., 9. kl.), J. Džeriņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), A. Gedrovics (Daugavpils eksp. vsk., 10. kl.), J. Ivanovs (Daugavpils 4. vsk., 11. kl.), E. Lavendelis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. kl.), A. Matrosovs (Rīgas 40. vsk., 10. kl.), P. Naumenko (Rīgas 96. vsk., 11. kl.), O. Nikišins (Daugavpils 10. vsk., 11. kl.), R. Opmanis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. kl.), M. Sudārs (Madonas ģimnāzija, 12. kl.).

Uzdevumi 9.–10. klašu skolēniem

1. uzdevums. Eksperiments “Rīpo kalnā!”

Uz diviem tieviem stieņiem, kas veido slīpo plakni, ir uzlikts dubultkonuss. Pie no-

teikta stieņu novietojuma tas nevis ripo lejā, bet ripo uz augšu.

Izskaidrojiet eksperimentu!

Atrisinājums. Paradoksālā dubultkonusa kustība ir saistīta ar to, ka tā atbalsta punktiem uz stieņiem pārvietojoties uz augšu, dubultkonusa smaguma centra stāvoklis var kļūt zemāks, jo samazinās konusu šķēlumu, kas iet cauri atbalsta punktiem, rādiusi un smaguma centra augstums attiecībā pret stieņu plakni. Nepieciešamās sakarības starp dubultkonusa ģeometriskajiem parametriem, pie kuriem iespējama aprakstītā kustība, var atrast matemātiski. Stieņu plaknē iezīmē y asi stieņu veidotā leņķa bisektrises virzienā, bet x asi tai perpendikulārā virzienā. Tad stieņu vienādojums $y = x \cdot \text{ctg} \beta$, kur 2β ir leņķis starp stieņiem.

Leņķis, ko veido stieņu plakne ar horizontālo virzienu, ir α . Tad konusa atbalsta punkta attālums no pamatplaknes ir $b = L \cdot \text{tg} \alpha$,

kur L ir atbalsta punkta projekcijas attālums no koordinātu sākumpunkta horizontālā plaknē. Ja konusa šķēluma riņķa līnijas rādiuss ir:

$$R = R_0 \left(1 - \frac{x}{H} \right),$$

kur H ir konusa augstums, tad dubultkonusa masas centra augstumu var izteikt kā:

$$h_s = Ltg\alpha + R_0 \left(1 - \frac{x}{H} \right) \cos\alpha.$$

Izsakot $L = y \cdot \cos\alpha$ un $x = \frac{y}{\text{ctg}\beta}$, iegūstam

konusa smaguma centra pacelšanās augstumu:

$$h_s = y \cdot \sin\alpha + R_0 \left(1 - \frac{y}{H \cdot \text{ctg}\beta} \right) \cos\alpha.$$

Konuss ripos uz augšu, ja, palielinoties atbalsta punkta koordinātai ($\Delta y > 0$), smaguma centra stāvoklis samazināsies ($\Delta h_s < 0$). No pēdējās sakarības redzams, ka tas iespējams, ja:

$$\left(\sin\alpha - \frac{R_0 \cdot \cos\alpha}{H \cdot \text{tg}\beta} \right) < 0$$

vai $\text{tg}\alpha < \text{tg}\gamma \cdot \text{tg}\beta$, kur 2γ ($\text{tg}\gamma = R_0/H$) ir konusa virsotnes leņķis.

Dotās parādības eksperimentālai demonstrēšanai tika izgatavots dūralumīnija konuss (derīgs arī jebkurš cits ciets materiāls). Konusa leņķis pie virsotnes 2γ bija aptuveni 70° , leņķis 2β starp stieņiem ir atkarīgs no slīpās plaknes leņķa α . Ja $\alpha \approx 15^\circ$, tad $2\beta > 44^\circ$. Ievietojot norādītās vērtības iegūtajā izteiksmē, pārlicināties, ka nepieciešamā vienādība izpildās, jo $\text{tg}15^\circ < \text{tg}35^\circ \cdot \text{tg}22^\circ$ vai $0,268 < 0,283$.

2. uzdevums. "Hidrolokators".

Zemūdene, vertikāli iegrimstot ūdenī, raida grunts virzienā taisnstūrveida skaņas impulsus, kuru ilgums ir t_0 . Zemūdenē uztverto atstaroto impulsa ilgums ir t .

Noteikt zemūdenes grimšanas ātrumu u , pieņemot, ka grunts ir horizontāla un skaņas ātrums ūdenī ir c .

Atrisinājums. Impulsa garuma izmaiņa, zemūdenei grimstot, ir saistīta ar to, ka laika posmā starp impulsa sākumu un beigām zemūdene ir pārvietojusies pretim atstarotajam impulsam. Tādējādi laika intervāls starp impulsa sākumu un beigām samazinās, jo impulsa pēdējai daļai jānoiet mazāks attālums. Lai atrastu šo samazinājumu matemātiski, ievērosim, ka ceļš, kas jāveic atstarotā impulsa aizmugurējai fronteī, ir mazāks par attālumu, kurš jāveic priekšējai fronteī, par ceļa posma garumu $-ut_0$, ko impulsa izstarošanas laikā $-ut_0$ un impulsa saņemšanas laikā $-ut$ ir veikusi zemūdene. No šejienes meklējamā sakarība ir:

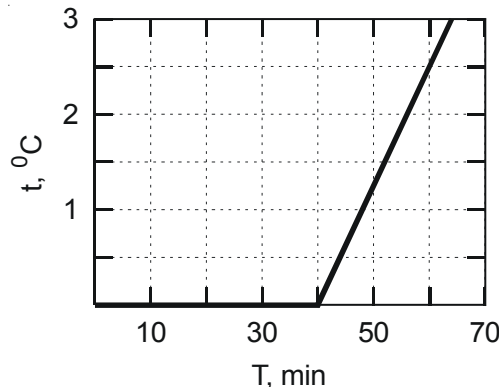
$$ut_0 + ut = c(t_0 - t) \text{ vai } u = \frac{c(t_0 - t)}{t_0 + t}.$$

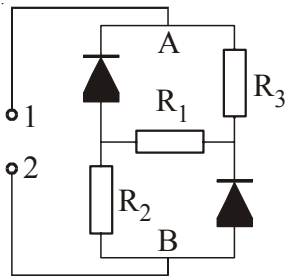
3. uzdevums. "Ūdens un ledus".

Spainī atrodas ūdens un ledus maisījums, kura masa $M = 10$ kg. Spainī ienesa istabā un uzreiz sāka mērit maisījuma temperatūru. Grafikā ir attēlota izmērītas temperatūras atkarība no laika.

Noteikt, cik daudz ledus bija spainī, kad to ienesa istabā (siltuma zudumus un spainī siltumietilpību neievērot).

Atrisinājums. Uzdevuma risinājumā jāievēro, ka maisījuma temperatūra paliek nemainīga, kamēr viss ledus nav izkusis. Ja saņemto siltuma daudzumu laika vienībā apzīmēsim ar q , tad izkusušā ledus masu varam atrast no sakarības $\lambda m = qT$ (λ – ledus īpatnējais





Noteikt jaudu, kas izdalās uz rezistora R_1 .

Atrisinājums. Lai atrisinātu uzdevumu, jāievēro, ka strāvas stiprumu viena pusperioda laikā noteiks pretestība R_1 , jo diožu

pretestība ir nulle. Vidējā jauda ir $\frac{U^2}{R_1}$. Otrā

pusperiodā strāvas stiprumu noteiks summārā pretestība $R_1 + R_2 + R_3$, tāpēc spriegums uz pretestības R_1 būs:

$$\frac{UR_1}{R_1 + R_2 + R_3},$$

bet vidējā izdalītā jauda:

$$\frac{U^2 R_1}{(R_1 + R_2 + R_3)^2}.$$

Vidējā jauda perioda laikā:

$$P = \left(\frac{T}{2} \frac{U^2}{R_1} + \frac{T}{2} \frac{U^2 R_1}{(R_1 + R_2 + R_3)^2} \right) \frac{1}{T} = \frac{1}{2} \left(\frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2 R_1}{(R_1 + R_2 + R_3)^2} \right) \approx 3 \text{ W}.$$

Uzdevumi 11.–12. klašu skolēniem

Kā **1.–3. uzdevums** jārisina atbilstošie 9.–10. klašu komplekta uzdevumi.

4. uzdevums. “Pēdējais vagonš”.

No vilciena, kura masa ir $M = 8000 \text{ t}$ un kurš brauc ar konstantu ātrumu pa taisnu

horizontālu sliežu ceļu, atraujas pēdējais vagonš ar masu $m = 80 \text{ t}$.

Kādu ceļu S noies līdz apstāšanās pēdējais vagonš, ja tajā brīdī vilciens brauc ar konstantu ātrumu $v = 60 \text{ km/h}$, bet vilcienu velkošās lokomotīves jauda ir konstanta un vienāda ar $N = 10 \text{ MW}$? Gaisa pretestību neievērot.

Atrisinājums. Lai atrisinātu uzdevumu, uzskatīsim, ka berzes spēks, kurš darbojas uz vagonu, ir proporcionāls normālam spiediena spēkam $F_b = \mu mg$.

Tādā gadījumā vagona noieto ceļa gabalu S atrodam no enerģijas saglabāšanās vienādojuma – proti, berzes spēka veiktais darbs ir vienāds ar kinētiskās enerģijas samazinājumu:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mgS,$$

kur v_0 ir vagona ātrums tā atrašanās brīdī no vilciena un kurš, protams, sakrīt ar vilciena ātrumu. Tā kā dots ir vilciena ātrums pēc pēdējā vagona atrašanās, tad v_0 un μ atrašanai izmantojam faktu, ka lokomotīves jauda paliek nemainīga un vienāda ar pretestības spēka veikto darbu laika vienībā.

Tātad pirms pēdējā vagona atrašanās $N = v_0 \mu Mg$ un pēc pēdējā vagona atrašanās $N = v \mu (M - m)g$.

No šejienes:

$$v_0 = \frac{v(M - m)}{M} \text{ un } \mu = \frac{N}{v(M - m)g}.$$

Ievietojot atrastos lielumus noietā ceļa formulā, iegūstam:

$$S = \frac{v^3 (M - m)^3}{2NM^2} \approx 1800 \text{ m}.$$

5. uzdevums. “Brauc, kā gribi!”

Divas vienādas laivas, kurās atrodas divi vienādi sportisti, kustas ar vienādiem ātrumiem v bez berzes pa ezeru paralēli viena otrai. Sāk liet lietus. Sportists pirmajā laivā smeļ ūdeni no laivas un izlej to sānis, bet sportists otrajā laivā guļ.

Kura no laivām ātrāk veiks vienu un to pašu attālumu, ja ātrumam v perpendikulārajā virzienā laivas kustēties nevar?

Atrisinājums. Tā kā lietus ūdens palielina laivas svaru, tad tā sāk kustēties lēnāk. Tā kā laiva, no kuras ūdeni neizsmel, "jūt" masas pieaugumu mazākā mērā, tā gala mērķi sasniedz ātrāk. Doto kvalitatīvo spriedumu var papildināt ar analītisku risinājumu. Laivas ātrumu, no kuras ūdeni neizsmel, trases beigās var atrast no kustības daudzuma saglabāšanās likuma:

$$vM = v_2(M + m),$$

kur m ir ielijušā ūdens masa. Laivas, no kuras ūdeni izsmel, ātruma izmaiņu katrā no "ieliešanas – izsmelšanas" stadijām atrodam no kustības daudzuma saglabāšanās likuma:

$$v_{1k} = v_{1k-1} \frac{M}{M + \frac{m}{N}}.$$

Pierakstot šo saglabāšanās likumu, tiek uzskatīts, ka katrā no stadijām laiva saņem vienu un to pašu ūdens masu un ka katras stadijas beigās laivas masa ir vienāda ar sākotnējo. Līdz ar to procesa beigās pirmās laivas ātrums $v_1 = v_{1N}$ ir vienāds ar

$$v_1 = v \left(\frac{M}{M + \frac{m}{N}} \right)^N = v \frac{1}{\left(1 + \frac{m}{MN} \right)^N}.$$

Pēdējā sakarība, tā kā $\left(1 + \frac{m}{MN} \right)^N$ pie

lieliem N ir $e^{\frac{m}{M}}$, dod $v_1 = ve^{-\frac{m}{M}}$.

Tā kā $e^{-\frac{m}{M}} < \frac{1}{1 + \frac{m}{M}}$, tad iegūstam mazliet

paradoksālu atbildi, ka laiva, kuras īpašnieks ne par ko neraizējas, sasniegs mērķi ātrāk.

6. uzdevums. "Vakuums siltumizolētā traukā".

No siltumizolēta maza trauka, kuram ir krāns, tiek atsūknēts gaiss, un trauks ievietots citā, daudz lielāka tilpuma traukā, kas ir piepildīts ar vienatomu ideālo gāzi temperatūrā T_0 . Noteiktā brīdī mazā trauka krānu atver, un tas piepildās ar gāzi.

Kāda temperatūra T būs gāzei mazajā traukā pēc tam, kad to atkal izolēs no lielā trauka (aizvērs krānu)?

Atrisinājums. Gāzei ieplūstot mazajā traukā, tā izplešoties padara darbu ieplūdušās gāzes enerģijas palielināšanai. Gāzes tilpumam pieaugot par δV , tās veiktais darbs ir $p\delta V$, vai, izsakot gāzes spiedienu pēc Mendelejeva–Klapeirona vienādojuma, $p\delta V = \gamma RT_0$, kur γ ir molu skaits tilpumā δV . Veiktais darbs kalpo dotā gāzes daudzuma iekšējās enerģijas palielināšanai:

$$p\delta V = \gamma \frac{3}{2} (T - T_0) R.$$

No šīm divām sakarībām iegūstam $T = \frac{5}{3} T_0$.

7. uzdevums. "Pārrautais gredzens".

No tievas stieples veidots gredzens pārtrūkst, ja to uzlādē ar lādiņu Q .

Ar cik lielu lādiņu ir jāuzlādē gredzens, lai tas pārtrūktu, ja gan gredzena, gan stieples diametri kļūtu divas reizes lielāki?

Atrisinājums. Gredzens satrūks, ja spriegumi gredzena materiālā pārsniegs kritisko vērtību. Spēku, kas darbojas stieples šķērs-griezumā T un kas vienāds ar sprieguma stieplē un tās laukuma reizinājumu, nosaka vienādojums $F = T/R$, kur F ir spēks, kurš darbojas uz vienu stieples garuma vienību lādiņu elektriskās atgrūšanās spēku dēļ. Atrast spēku, kas radiālā virzienā darbojas uz katru no stieples elementiem, var, bet tas var būt samērā sarežģīti un faktiski uzdevumā prasītās atbildes atrašanai nemaz nav vajadzīgs. Elektriskās atgrūšanās spēku F var novērtēt ar

precizitāti līdz koeficientam, izmantojot dimenscionālos apsvērumus.

Raksturīgo elektriskā spēka lielumu, kurš darbojas uz stiepli, var novērtēt kā $\frac{Q^2}{R^2}$. Tādā gadījumā spēka lielumu uz vienu garuma vienību var izteikt kā:

$$F = k \frac{1}{2\pi R} \frac{Q^2}{R^2},$$

kur k – nenoteikts skaitlisks koeficients, bet $2\pi R$ ir stieples garums. Koeficienta k skaitlisko vērtību varētu noteikt, izdarot visai kompli-

cētus aprēķinus, bet šajā gadījumā tas nav nepieciešams. Sasniedzot kritisko lādiņa vērtību Q_c , spēks T , kas darbojas stieples šķērs-griezumā, būs $\pi a^2 \sigma_c$, kur a stieples rādiuss, bet σ_c kritiskais spriegums stieplē. Izmantojot spēku balansa nosacījumu kritiskai lādiņa vērtībai, iegūstam sakarību:

$$Q_c = \sqrt{\frac{2\pi^2}{k} \sigma_c a^2 R^2}.$$

No iegūtās sakarības redzam, ka, ja stieples un gredzena diametrus palielina 2 reizes, kritiskā lādiņa lielums palielinās 4 reizes.

OLIMPIĀDES REZULTĀTI

Uzdevums	Vid. atzīme % (%)	Uzdevums	Vid. atzīme % (%)
<i>Rīpo kalnā</i>	16,6 (37,5)	<i>Ideālas diodes</i>	9,2 (32,5)
<i>Hidrolokators</i>	24,0 (76,0)	<i>Pēdējais vagoni</i>	27,4 (64,2)
<i>Ūdens un ledus</i>	43,7 (89,2)	<i>Brauc, kā gribi!</i>	3,4 (4,2)
<i>Savācam un izkļiedējam</i>	3,8 (4,4)	<i>Vakuums siltumizolētā traukā</i>	4,4 (21,7)
<i>Nogrims vai nenogrims</i>	44,7 (83,3)	<i>Pārrautais gredzens</i>	18,4 (70,8)

Norādīti uzdevumu risināšanas rezultāti (*procentos*), iekavās – laureātu rezultāts (*procentos*). 🐦

AGNIS ANDŽĀNS

STARPTAUTISKĀ KOMANDU OLIMPIĀDE “BALTIJAS CEĻŠ” MATEMĀTIKĀ

Vārdi “*Baltijas ceļš*” vispirms asociējas ar vairāk nekā miljonu cilvēku, kas 1989. gada 23. augustā, sadevušies rokās dzīvā ķēdē, savienoja Tallinu, Rīgu un Viļņu, paužot mūsu tautu vienotību tieksmē pēc brīvības. Ne visi zina, ka kopš 1990. gada novembra šiem vārdiem ir arī cits saturs – tā sauc starptautiskās komandu sacensības matemātikā, kas notiek ik gadus un kurās piedalās Baltijas reģiona valstis un Islande.

Protams, nosaukums nav izvēlēts nejauši. Pēc sacensību iniciatoru ieceres, tam vajadzēja apliecināt mūsu vienotību arī intelektuālos

“cīņu laukos”, audzināt Baltijas tautu jaunos zinātniekus ciešas sadarbības un draudzības garā. Šī sabiedriskā dominante saglabājusies gan 1990. un 1991. gadā, kad sacensībās piedalījās tikai Latvija, Lietuva un Igaunija, gan tālākajos gados, kad tajās iekļāvās arī citas Baltijas reģiona valstis. Sevišķu akcentu sacensībām piešķir Islandes piedalīšanās; kaut arī Islande formāli nav Baltijas valsts, tā īpaši uzaicināta kā pirmā valsts pasaulē, kas atzina Latvijas, Lietuvas un Igaunijas neatkarību.

2000. gadā olimpiādē, kas notika Norvēģijas galvaspilsētā Oslo, piedalījās jau desmit

valstu komandas: no Latvijas, Igaunijas, Somijas, Zviedrijas, Norvēģijas, Islandes, Dānijas, Vācijas, Polijas, Lietuvas.

Jāatzīmē, ka vārdu “*Baltijas ceļš*” angļiskojumam “*The Baltic Way*” ir divas nozīmes: gan tiešais tulkojums, gan “veids, kā rīkojas Baltija”. Attiecībā uz minētajām sacensībām otrā izpratne ir ļoti piemērota. Atšķirībā no klasiskajām matemātikas olimpiādēm, kurās piedalās individuālie risinātāji, “*Baltijas ceļš*” ir komandu sacensības; pieci risinātāji, savā starpā konsultējoties, 4,5 stundu laikā risina 20 uzdevumus (tradicionāli pa pieciem algebrā, ģeometrijā, skaitļu teorijā un kombinatorikā). Skaidrs, ka šādiem nosacījumiem nepieciešamas ne tikai labas matemātikas zināšanas un ātra reakcija, bet arī prasme sadarboties, uztvert citu idejas un tās realizēt, racionāli plānot laiku un spēkus utt.

Latvijas izlases sastāvā startēja Rihards Opmānis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija), Igors Gorbovickis un Antons Matrosovs (Rīgas 40. vidusskola), Aleksandrs Belovs (Rīgas 22. vidusskola) un Jevgēņijs Ivanovs (Daugavpils 4. vidusskola).

Komandu vadīja Juris Smotrovs, Julita Kluša un Agnis Andžāns (Latvijas Universitāte). Komandu sagatavoja LU A. Liepas NMS, darbojoties ar LR IZM Izglītības satura un eksaminācijas centru noslēgtā līguma ietvaros. Sagatavošanas procesā piedalījās A. Andžāns, K. Apšītis, A. Bērziņš, A. Galvāns un J. Smotrovs.

Ar 82 punktiem (no 100 iespējamajiem) Latvija 10 komandu konkurencē ierindoja otrajā vietā, palaižot garām tikai Polijas izlasi.

Olimpiādes režīms bija ļoti saspringts. Vispirms komandu vadītāji un to vietnieki tika iepazīstināti ar visu dalībvalstu iesūtītajiem uzdevumiem un to atrisinājumiem; pēc tam balsošanas procesā atlasīja 20 sacensībās piedāvājamus uzdevumus. Pēc darbu nodošanas, kad skolēni varēja atpūsties, komandas vadībai sākās pats karstākais darba laiks – atrisinājumu pārbaude un “aizstāvēšana” norvēģu koordinātoru priekšā, kas, vērtējot visus atrisinājumus pēc vienotas sistēmas, arī noteica galīgo vērtējumu.

Nākamā olimpiāde “*Baltijas ceļš*” paredzēta 2001. gada rudenī Vācijā, Hamburgā. Novēlēsim Latvijas izlasei tajā vēl labākus panākumus!

Olimpiādes “*Baltijas ceļš 2000*” uzdevumi

1. Punkts K atrodas trijstūra ABC iekšpusē. M un N ir tādi punkti, ka M un K atrodas taisnes AB pretējās pusēs, un N un K atrodas taisnes BC pretējās pusēs. Pieņemsim, ka $\angle MAB = \angle MBA = \angle NBC = \angle NCB = \angle KAC = \angle KCA$. Pierādīt, ka $MBNK$ ir paralelograms.

2. Dots vienādsānu trijstūris ABC , kurā $\angle BAC = 90^\circ$. M ir AB viduspunkts. Taisne, kas iet caur A un ir perpendikulāra CM , krustoj malū BC punktā P . Pierādīt, ka $\angle AMC = \angle BMP$.

3. Dots trijstūris ABC , kurā $\angle BAC = 90^\circ$ un $AB \neq AC$. Punkti D, E, F ir izvietoti attiecīgi uz malām BC, CA, AB tā, ka $AFDE$ ir kvadrāts. Pierādīt, ka taisne BC , taisne FE un taisne, kas pieskaras punktā A trijstūra ABC apvilktajai riņķa līnijai, krustojas vienā punktā.

4. Dots trijstūris ABC , kurā $\angle BAC = 120^\circ$. Punkti K un L atrodas attiecīgi uz malām AB un AC . BKP un CLQ ir vienādmalu trijstūri, kas konstruēti ārpus trijstūra ABC . Pierādīt,

$$\text{ka } PQ \geq \frac{\sqrt{3}}{2} (AB + AC).$$

5. ABC ir tāds trijstūris, ka

$$\frac{BC}{AB - BC} = \frac{AB + BC}{AC}.$$

Aprēķināt attiecību $\angle BAC : \angle ACB$.

6. Fredekam pieder privāta viesnīca. Viņš apgalvo, ka, lai kādi $n \geq 3$ viesi apmekletu viesnīcu, starp tiem var izvēlēties divus tādus, kuriem starp pārējiem viesiem ir vienāds skaits paziņu un kuriem starp pārējiem viesiem ir vai nu kopīgs paziņa, vai arī kopīgs nepazīstamais. Kādām n vērtībām Fredekam ir taisnība?

(Ja viesis A pazīst B , tad arī B pazīst A .)

7. Slēdži ir izvietoti tabulas $40 \cdot 50$ veidā. Katram slēdzim ir divi stāvokļi: “ieslēgts” un “izslēgts”. Pārslēdzot slēdzi, tā stāvoklis un

jebkura tajā pašā rindā vai tajā pašā kolonnā esoša slēdža stāvoklis nomainās uz pretējo. Pierādit, ka slēdžu tabulu ar secīgām slēdžu pārslēgšanām var pārveidot no stāvokļa, kurā visi slēdži ir izslēgti, uz stāvokli, kurā visi slēdži ir ieslēgti. Noskaidrot mazāko pārslēgšanu skaitu, ar kuru to var izdarīt.

8. Četrpadsmit draugu saraksta viesības. Viens no viņiem, Fredeks, gribēja aiziet laikus gulēt. Viņš atvadījās no 10 draugiem, aizmirs par pārējiem 3 un nolikās gulēt. Pēc kāda laika viņš atgriezās viesībās, atvadījās no 10 draugiem (ne obligāti tiem pašiem, no kuriem iepriekš) un aizgāja gulēt. Vēlāk Fredeks vēl vairākkārt atgriezās, katru reizi atvadījās tieši no 10 draugiem un aizgāja atpakaļ gulēt. Pēc tam, kad viņš bija atvadījies no katra sava drauga vismaz vienreiz, viņš vairs neatgriezās. Nākamajā rītā Fredeks saprata, ka viņš bija atvadījies no katra no trīspadsmit draugiem atšķirīgu skaitu reizi! Kāds ir mazākais iespējamais skaits reizu, kuras Fredeks atgriezās viesībās?

9. Pa šaha galda izmēriem $2k \cdot 2k$, kas sastāv no vienības kvadrātiņiem, lēkā

varde. Katrs vārdes lēcienis ir garumā $\sqrt{1+k^2}$ un pārvieto vardi no kvadrātiņa centra uz cita kvadrātiņa centru. Daži kvadrātiņi, skaitā m , ir iezīmēti ar "x" zīmi, un visi kvadrātiņi, uz kuriem varde var aizlēkt no kvadrātiņa ar "x" zīmi, ir iezīmēti ar "o" zīmi (neatkarīgi no tā, vai tie jau ir iezīmēti ar "x" zīmi). Pavisam ir n kvadrātiņu ar "o" zīmi. Pierādit, ka $n \geq m$.

10. Uz tāfeles ir uzrakstīti divi veseli pozitīvi skaitļi. Sākumā viens no tiem ir 2000 un otrs ir mazāks par 2000. Ja abu uz tāfeles uzrakstīto skaitļu vidējais aritmētiskais m ir vesels skaitlis, ir atļauts vienu no skaitļiem nodzēst un aizvietot ar m . Pierādit, ka šo operāciju var veikt ne vairāk kā desmit reizi. Uzrādīt piemēru, kurā šī operācija ir veikta desmit reizi.

11. Veselu pozitīvu skaitļu virkne a_1, a_2, \dots ir tāda, ka katriem m un n ir spēkā: ja n dalās ar m un $m < n$, tad a_n dalās ar a_m un $a_m < a_n$. Atrast mazāko iespējamo a_{2000} vērtību.

12. Dots, ka x_1, x_2, \dots, x_n ir tādi veseli pozitīvi skaitļi, ka neviens no tiem nav neviena cita sākuma fragments (piemēram, 12 ir skaitļu 12, 125 un 12405 sākuma fragments). Pierādit, ka

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n} < 3.$$

13. Dots, ka a_1, a_2, \dots, a_n ir tāda veselu skaitļu aritmētiska progresija, ka a_i dalās ar i visiem $i = 1, 2, \dots, n-1$ un a_n nedalās ar n . Pierādit, ka n ir pirmskaitļa pakāpe (iespējams, ar kāpinātāju D).

14. Kuri veseli pozitīvie skaitļi ir 100 reizu lielāki par savu pozitīvo dalītāju skaitu?

15. Dots, ka n ir vesels pozitīvs skaitlis, kas nedalās ne ar 2, ne ar 3. Pierādit, ka visiem veseliem skaitļiem k skaitlis $(k+1)^n - k^n - 1$ dalās ar $k^2 + k + 1$.

16. Pierādit, ka visiem reāliem pozitīviem skaitļiem a, b, c ir spēkā

$$\sqrt{a^2 - ab + b^2} + \sqrt{b^2 - bc + c^2} \geq \sqrt{a^2 + ac + c^2}.$$

17. Atrisināt reālos skaitļos vienādojumu sistēmu

$$\begin{cases} x + y + z + t = 5 \\ xy + yz + zt + tx = 4 \\ xyz + yzt + ztx + txy = 3 \\ xyzt = -1. \end{cases}$$

18. Atrisināt reālos pozitīvos skaitļos vienādojumu

$$x + y + \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + 4 = 2(\sqrt{2x+1} + \sqrt{2y+1}).$$

19. Dots reāls skaitlis $t \geq 1/2$ un vesels pozitīvs skaitlis n . Pierādit, ka $t^{2n} \geq (t-1)^{2n} + (2t-1)^n$.

20. Katram veselum pozitīvam skaitlim n

$$x_n = \frac{(2n+1)(2n+3)\dots(4n-1)(4n+1)}{2n(2n+2)\dots(4n-2)4n}.$$

Pierādit, ka $\frac{1}{4n} < x_n - \sqrt{2} < \frac{2}{n}$.

(Uzdevumu atrisinājumi nākamajā "Zvaigžņotās Debess" numurā.)

PAR EILERA KVADRĀTIEM

Ievads. Nav grūti kvadrātā, kura izmēri ir $n \cdot n$ rūtiņas, ierakstīt skaitļus no 1 līdz n (katrā rūtiņā – tieši vienu no tiem) tā, lai katrā rindiņā un katrā kolonnā visi ierakstītie skaitļi būtu dažādi. (Tā aizpildītas tabulas sauc par latīņu kvadrātiem.) Piemēru, ja $n = 5$, sk. 1. zīmējumā. Skaidrs, ka līdzīga konstrukcija ved pie mērķa arī vispārīgā gadījumā.

Ievērosim, ka uz vienas no 1. zīmējumā attēlotā kvadrāta diagonālēm visi skaitļi ir dažādi, bet uz otras – ne; uz tās atrodas tikai vieninieki.

1	2	3	4	5
5	1	2	3	4
4	5	1	2	3
3	4	5	1	2
2	3	4	5	1

1. zīmējums

A	B	C	D	E	K	J	H	G	F
E	A	B	C	D	J	H	G	F	K
D	E	A	B	C	H	G	F	K	J
C	D	E	A	B	G	F	K	J	H
B	C	D	E	A	F	K	J	H	G

2. zīmējums

1	2	3	4	5
4	5	1	2	3
2	3	4	5	1
5	1	2	3	4
3	4	5	1	2

3. zīmējums

Kvadrātveida tabulām kombinatoriskos uzdevumos ir izdevīgi ieviest vispārīgāku diagonāles jēdzienu nekā ģeometrijā. Iedomāsimies, ka tabulas kreisā un labā mala salīmētas kopā, izveidojot cilindrisku virsmu, kas sadalīta rūtiņās. Šo virsmu var sagriezt pa to pašu veiduli, pa kuru tā salīmēta (iegūstot sākotnējo kvadrātu), vai arī pa jebkuru citu veiduli, kas atdala rūtiņu kolonnas vienu no otras; tad mēs iegūsim citus kvadrātus, kuru kolonnas attiecībā pret novietojumu sākotnējā kvadrātā ir cikliski pārkārtotas. Katra šādi iegūtā kvadrāta diagonāles sauksim par sākotnējās kvadrātiskās tabulas vispārinātājām diagonālēm.

Visas $5 \cdot 5$ rūtiņu tabulas vispārinātās diagonāles attēlotas 2. zīmējumā. Vienas diagonāles rūtiņas apzīmētas ar vienu un to pašu burtu.

Ja kvadrātiskā tabulā ar izmēriem $n \cdot n$ rūtiņas ierakstīti skaitļi no 1 līdz n (katrā rūtiņā viens skaitlis) tā, ka katrā rindā, katrā kolonnā un katrā vispārinātā diagonālē ierakstītie skaitļi visi ir dažādi, tad šādi aizpildītu tabulu sauc par Eilera kvadrātu, kura kārtā ir n .

Viens no slavenākajiem uzdevumiem kombinatorikas vēsturē ir noskaidrot, kuriem n eksistē n -tās kārtas Eilera kvadrāti un cik tādu ir.

Šajā rakstā aprakstīšu Eilera kvadrātu veidošanas paņēmieni, kuru literatūrā neesmu sastapusi.

Eilera kvadrāti, kuru kārtā – nepāra pirmskaitlis. Ja n ir pirmskaitlis un $n > 2$, varam rīkoties šādi. Izveidojam iepriekš minēto cilindrisko virsmu. Tās augšējā gredzenā ierakstām skaitļus no 1 līdz n pēc kārtas. Katra nākamā gredzena aizpildījumu iegūstam no iepriekšējā gredzena aizpildījuma, pagriežot to pulksteņa rādītāja kustības virzienā par k pozīcijām, kur k – patvaļīgs naturāls skaitlis, $1 < k < n/2$.

Piemēram, ja $n = 5$ un $k = 2$, iegūstam 3. zīmējumā attēloto Eilera kvadrātu.

Iesakām lasītājam patstāvīgi noskaidrot šīs konstrukcijas pareizību vispārējā gadījumā, kā arī eksperimenta ceļā noskaidrot, kāpēc aprakstītais algoritms nav derīgs, ja n nav nepāra pirmskaitlis. 🐣

DAŽAS BINOMIĀLO KOEFICIENTU DALĀMĪBAS ĪPAŠĪBAS

Binomiālo koeficientu dališanās ar dažādiem naturāliem skaitļiem ir būtiska daudzus uzdevumos. Tā palīdz pierādīt slaveno Fermā Mazo teorēmu, Čebiševa rezultātus par pirm-skaitļu sadalījumu naturālo skaitļu virknē utt.

Nodarbojoties ar tādu vienādojumu risināšanu veselos skaitļos, kas saistīti ar Fermā Lielo teorēmu, man bieži nācies izmantot izteiksmes $C_{np}^p - n$ dališanos ar dažādiem skaitļiem. Šajā rakstā aplūkosim divus šā tipa rezultātus.

1. teorēma (*A. Cibilis*). Ja p – pirmskaitlis, n – patvaļīgs naturāls skaitlis, tad $C_{np}^p - n$ dalās ar np .

Pierādījums. Šķīrosim divus gadījumus.

a) $p = 2$. Tad

$$C_{np}^p - n = C_{2n}^2 - n = \frac{2n(2n-1)}{2} - n = 2n^2 - 2n$$

dalās ar $2n$.

b) $p > 2$. Tad p ir nepāra skaitlis. Ievērojām, ka

$$\begin{aligned} C_{np}^p - n &= \frac{np(np-1)\dots(np-(p-1))}{p!} - n = \\ &= np \cdot \frac{(np-1)\dots(np-(p-1)) - (p-1)!}{(p-1)! \cdot p}. \end{aligned}$$

Lai pierādītu teorēmas apgalvojumu, pietiek pierādīt, ka $(np-1)\dots(np-(p-1)) - (p-1)!$ dalās gan ar $(p-1)!$, gan ar p , jo $(p-1)!$ un p ir savstarpēji pirmskaitļi.

$$\text{Tā kā } \frac{(np-1)\dots(np-(p-1))}{(p-1)!} = C_{np-1}^{p-1}, \text{ kas}$$

ir vesels skaitlis, tad dališanās ar $(p-1)!$ noskaidrota. Atverot iekavas reizinājumā

$$(np-1)\dots(np-(p-1)),$$

iegūstam vienu saskaitāmo $(p-1)!$ (jo $p-1$ ir pāra skaitlis), kas saisinās, un citus saskaitāmos, kuri dalās ar p . No šejienes seko dališanās ar p . Teorēma pierādīta.

Trīs Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes studenti pierādījuši šādu radniecīgu rezultātu.

2. teorēma (*A. Adamovičs, A. Elkins, D. Kuzmenko*). Ja p ir nepāra pirmskaitļa kvadrāts, n – patvaļīgs naturāls skaitlis, tad

$$C_{np}^p - n \text{ dalās ar } np.$$

Pierādījums idejiski līdzīgs A. Cibuļa pierādījumam, tikai tehniski daudz sarežģītāks. Atstājam to veikt lasītājam patstāvīgi.

Citu gadījumu pētišana, izvēloties specifiskas n un p vērtības, varētu būt pateicīgs materiāls skolēnu patstāvīgam zinātniskam darbam. 🐦

Astronomiskā testa atbildes (sk. 39. lpp.)

1. a), 2. c), 3. a), 4. d), 5. c), 6. c), 7. a), 8. b), 9. a), 10. d), 11. b), 12. a), 13. a), 14. d), 15. b), 16. d.

ASTRONOMIJAS SKOLOTĀJU ASOCIĀCIJA INFORMĒ

2000. gada 25. oktobrī notika Astronomijas skolotāju asociācijas (ASA) sanāksme, kurā tika precizēti un papildināti asociācijas mērķi un uzdevumi līdz 2003. gadam.

ASA darbības mērķis – panākt astronomijas jautājumu iekļaušanu Latvijas izglītības sistēmas visos vispārīgās izglītības posmos.

ASA galvenie uzdevumi:

- sekmēt informācijas apmaiņu starp skolotājiem un viņu pedagoģiskās pieredzes popularizēšanu,
- organizēt un atbalstīt skolotāju seminārus, kursus, nometnes u. c. ar astronomijas izglītību saistītas aktivitātes,
- aktīvi reaģēt uz pārmaiņām izglītības sistēmā, piedalīties mācību programmu, izglītības standartu u. c. astronomisko izglītību regulējošu dokumentu izstrādē,
- veidot jaunus mācību līdzekļus, metodiskos materiālus, uzskates līdzekļus, kā arī sekmēt to izveidošanu,
- sekmēt bērnu un jauniešu astronomijas pulciņu un klubu izveidošanu jauniešu izglītības centros,
- sekmēt astronomiskās terminoloģijas izstrādāšanu latviešu valodā,
- atspoguļot astronomiskās izglītības jautājumus un ASA darbību masu informācijas līdzekļos,
- uzturēt sakarus ar dažādām organizācijām Latvijā un ārvalstīs.

Kas? Kur? Kad?

! No oktobra līdz marta beigām trešdienās plkst. 20.00 LU galvenajā ēkā Rīgā, Raiņa bulv. 19, iespējams apmeklēt **Astronomisko torni** un ielūkoties teleskopā. Bez iepriekšējas pieteikšanās. Sapulcēšanās vestibilā. Ieeja par ziedojumiem.

! Mācību gada laikā katra mēneša otrajā un ceturtajā pirmdienā plkst. 18.00 LU Astronomijas institūtā Rīgā, Raiņa bulv. 19, 404. telpā darbojas **Jauniešu astronomijas klubs**. Gada maksa par materiāliem Ls 5. Pieteikties pa e-pastu: *jakiits@navigator.lv*.

! Mācību gada laikā otrdienās un ceturtdienās no plkst. 15.00 līdz 19.40 Tehniskās jaunrades namā Rīgā, Annas 2, 19. telpā darbojas **Jauniešu astronomijas centrs**, kurā 5.–9. klašu skolēni iepazīstas ar astronomijas pamatjautājumiem un mācās veikt novērojumus. Pieteikties pie Ivetas Murānes pa tālr. 7374093.

! Mācību gada laikā iespējams doties mācību ekskursijās uz **Astronomisko observatoriju** Rīgā (tālr. 7034580), **Astrofizikas observatoriju** Baldones Riekstukalnā (tālr. 2932088), F. Candra memoriālo muzeju Zasulaukā (tālr. 7614113) un **Ventspils Starptautisko radioastronomijas centru** Ventspils rajona Irbenē (tālr. 3681541). Visur iepriekš jāpiesakās. Ieeja par ziedojumiem.

! **Informāciju par astronomiju** latviešu valodā meklējiet interneta lappusēs *<http://www.liis.lv/astron/>*, *<http://www.astr.lu.lv>*, *<http://www.astro.lv/>*, *<http://linux.rsp.lv/astro/>*, *<http://www.iclub.lv/kosmoss/>*.

! Katru gadu **aprīļa sākumā** notiek Rīgas pilsētas atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde, kurā var piedalīties 9.–12. klašu skolēni. Informācija pa tālr. 7374093.

! Šā gada **maija sākumā** Tehniskās jaunrades namā notiks 2. Rīgas pilsētas atklātais astronomijas konkurss 5.–8. klašu skolēniem. Informācija pa tālr. 7374093.

! Šā gada **21. martā** plkst. 11.00 Latvijas Universitātē Rīgā, Raiņa bulvārī 19, 404. telpā notiks Astronomijas skolotāju asociācijas seminārs. Aicināti visi interesenti.

Astronomijas skolotāju asociācijas vadītāja **Iveta Murāne**
e-pasts *murane@rsdc.lv*

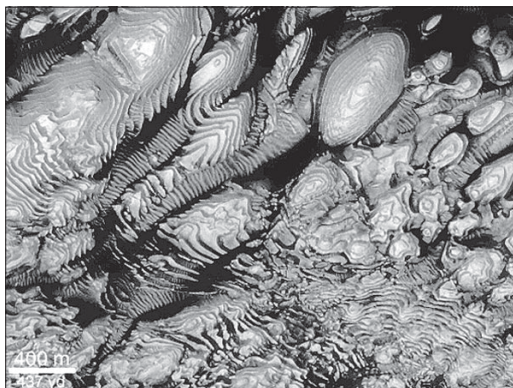
JĀNIS JAUNBERGS

MARSA VULKĀNI, NOGULUMIEŽI UN KLIMATA VĒSTURE

Marsu, līdzīgi kā Merkuru, planetologi reizēm tēlaini apraksta kā miniatūru Zemi, maskētu Mēness ietērpā. Ar Mēness ārieni tiek saprasta milzīgu triecienkrāteru izdangātā virsma, kas saglabājusies vulkānisma un erozijas relatīvi neskarta kopš Saules sistēmas pirmsākumiem 4,5 miljardus gadu tālā senatnē. Marsa slēpta līdzība ar Zemi izpaužas tā iekšējā uzbūvē, kur dominē prāvs, vairākus tūkstošus grādu karsts dzelzs kodols un pusšķidrās magmas mantija.

Marsa karstās, aktīvās dzīles ir radījušas lielākos Saules sistēmas vulkānus, ieskaitot rekordistu Olimpa kalnu, kas saniedz 27 kilometru augstumu virs Marsa vidējā līmeņa. Dažu vulkāniskās lavas plūsmu vecums, šķiet, ir tikai 20 miljonu gadu, kas ir tikai 0,5% no Marsa vecuma. Ģeoloģiskos laika mērogos Marsa vulkāni tāpat ir darbojušies pavisam nesen un teorētiski varētu atkal pamosties nākotnē.

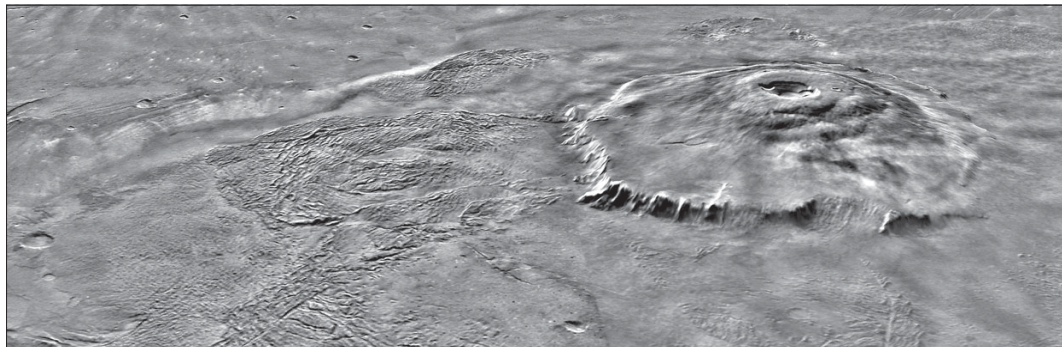
Marsa vulkāni tomēr nav tik būtiski pārveidojuši Marsa virsmu, kā tas notiek uz Ze-



Tumšu smilšu daļēji aizputināti nogulumiežu slāņi *Arabia Terra* rietumu nomalē 8°Z, 7°R.

NASA/JPL/MSSS attēls

mes. Atšķirībā no Zemes, kur spēcīgas mantiņas plūsmas ir sarāvušas uz mantiņas peldošo garozu vairākās kontinentu plātnēs, tektoniski



Olimpa vulkāna topogrāfija (desmitkārt palielināta vertikālā dimensija). Attēls iegūts, kombinējot *Viking* fotogrāfijas un *MGS* altimetra mērījumus.

MGS lāzera altimetra komandas attēls

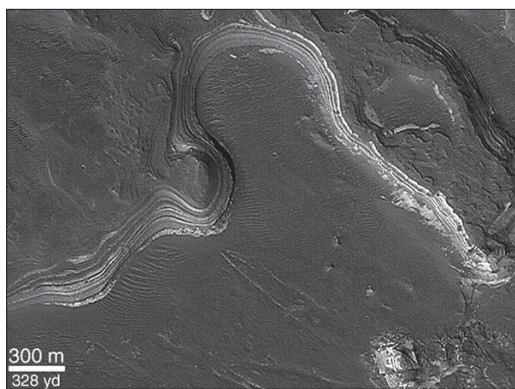
mierīgākā Marsa garoza ir relatīvi viengabalaina. Marsa vulkāni tāpēc nav izkaisīti uz tektonisko plātņu robežām, bet gan sakopoti virs nedaudzām plaisām *Tharsis* augstienē. Plātņu kustības un erozijas netraucēti, tie, iespējams, ir darbojušies miljardiem gadu, un Marsa vājajā 0,38 g gravitācijā pakāpeniski sasnieguši Zemes vulkāniem neiedomājamus apmērus.

Mazliet negaidīti, ka Marsa tektonikas izpratne ir atslēga uz tā klimata pagātņi. Zemes aktīvā plātņu kustība gadu miljonos nogulsnētos kaļķakmens nogulumiežus nogādā dziļi mantijā, kur kaļķakmens un kvarcs reaģē, veidojot magmatiskos silikātiežus un izdalot ogļskābo gāzi. Caur vulkāniem ogļskābā gāze atgriežas atmosfērā, kur tā kalpo par oglekļa avotu augiem, kā arī uztur Zemes silto klimatu, kas bez ogļskābās gāzes siltumnīcas efekta būtu par 20 grādiem aukstāks. Lietus pilieni uzsūktā ogļskābā gāze veido vāju ogļskābes šķīdumu, kas pamazām šķīdina magmatiskos silikātiežus, pārvēršot tos kaļķakmens un kvarca nogulumiežos. Tādējādi uz Zemes darbojas ogļskābās gāzes cikls, kas stabilizē klimatu. Vulkanisms no klimata, protams, nav atkarīgs, bet atmosfēras apstākļi ietekmē ogļskābās gāzes absorbēšanos un nogulumiežu veidošanos. Ja Zeme sāk pārkarst, kā tas pašlaik notiek cilvēku darbības dēļ, gaiss kļūst

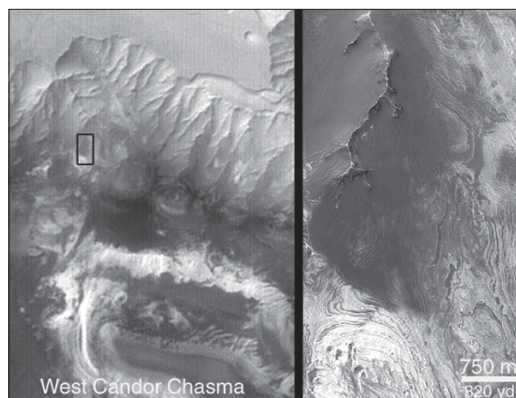
mitrāks, vairāk list lietus, ogļskābā gāze tiek straujāk aizskalota no atmosfēras un saistīta kaļķakmeni, tādējādi samazinot siltumnīcas efektu. Ledus laikmetos ūdens iztvaikošana un tātad arī lietus intensitāte samazinās, kaļķakmens veidošanās ir bremsēta, un vulkāniem tiek dots laiks atjaunot atmosfēras normālo ogļskābās gāzes līmeni. Šķidra ūdens pastāvēšanai nepieciešamo temperatūru uz Zemes tātad diktē vulkānisma un ūdens klātbūtne.

Uz Marsa nav lietus, kas regulētu ogļskābās gāzes daudzumu atmosfērā, un vulkānisms pamazām izdziest. Vulkaniskais ogļskābās gāzes cikls nestabilizē Marsa klimatu un mūsdienās vairs nevarētu uzturēt šķidra ūdens okeānus, pat ja mūžīgā sasaluma un polu cepuru ledus apjoms uz Marsa būtu tam pietiekams. Marsa masa ir tikai desmitā daļa no Zemes masas, bet tā virsmas laukums ir viena ceturtdaļa, un Marsa dzīles ir paspējušas atdzist straujāk nekā Zemes mantija. Tādēļ šodienas Marss izskatās kā mirusi planēta ar aukstiem, puteklainiem tuksnešiem, kura atmosfēras lielākā daļa izsalusi polārajās ledājos.

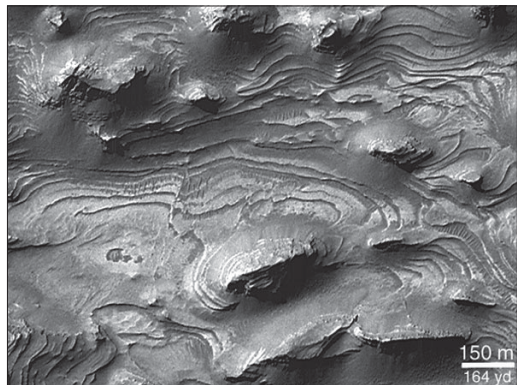
Vai agrīnais Marss bija līdzīgs Zemei, ar plātņu tektoniku, okeāniem un kaļķakmens nogulumiežiem, kas tektonisko plātņu sadursmes joslās atgriezās mantijā un tādējādi atbrīvoja



Slāņaini nogulumieži Holden krāterī 26,5°D, 33,9°R. Apgaismojums no kreisā augšējā attēla stūra.
NASA/JPL/MSSS attēls



Slāņainu iežu iezīmes ar *Valles Marineris* saistītajā *Candor Chasma* kanjonā.
NASA/JPL/MSSS attēls



Valles Marineris kanjona gultnē redzami nogulumiežu slāņi ar vidējo biezumu ap 10 metriem.

NASA/JPL/MSSS attēls

ogļskābo gāzi? Lielākā Marsa virsmas Dienvidu puslodes daļa izskatās ļoti pirmatnēja, bet *MGS (Mars Global Surveyor)* atklātās magnētiskā lauka anomālijas liecina, ka Marsa vēstures sākumā Dienvidu augstienes veidojās no vairākām neatkarīgām tektoniskām plātnēm. Dramatisku pārvērtību pazīmes redzamas *Marineris* ielejā, kas, domājams, sākotnēji radās kā tektoniska plaša Marsa garozā un vēlāk erozijas ietekmē paplašinājās līdz tagadējiem milzīgajiem izmēriem. Ziemeļu puslodes gludā virsma atgādina Zemes plāno garozu zem okeāniem, kas uz Zemes rodas no svaigas magmas, attālinoties biežajam kontinentu plātnēm.

Pagaidām var tikai minēt, cik lielā mērā Marsa nogulumieži bija iesaistīti klimatu stabilizējošā ogļskābās gāzes aprītē. Nogulumiežu esamība uz Marsa toties ir izdibināma vienkāršāk. Atliek tikai vērot Marsa virsmu ar augstas izšķirtspējas kameru un pievērst uzmanību stāvām nogāzēm, kur ir atsegti iežu slāņi. Tieši to jau trīs gadus dara *MGS* pavadņa augstas izšķirtspējas kameras zinātnieku komanda Maikla Malina (*Dr. Michael Malin*) vadībā. 2000. gada 8. decembrī Malina komanda žurnālā “*Science*” publicēja jaunu *MGS* attēlu apkopojumu, kas uzskatāmi parāda nogulumiežu paliekas ieplakās, kur pirms miljardiem gadu acimredzot ir atradušies eze-

ri. Līmenisku, vienādi biezu iežu slāņu atsegumi nav sajaucami ar vulkānisko pelnu vai lavas slāņiem vai ar vēja nestu putekļu nogulumiem. Vienīgā ticamā interpretācija ir ūdenstilpēs nogulsnēts kaļķakmens. Regulāru klimatisku ciklu pēdas rada nogulsņēmumu raksta ritmiskumu, līdzīgi kā koka gadskārtas saglabā gadalaiku ritumu. *MGS* komandas publicētie slāņaino nogulumiežu attēli tāpat pierāda, ka uz Marsa kādreiz bija atklātas ūdenstilpes un, iespējams, pat klimatu stabilizējošs ogļskābās gāzes cikls. Šī informācija dod vēl vienu pieturpunktu, risinot sarežģīto Marsa dabas vēstures mīklu.

Kaļķakmens sastopamība uz Marsa droši vien nav tik plaša kā uz Zemes. Patiešām, *MGS* kartējošais infrasarkanais spektrometrs līdz šim nav novērojis spēcīgas karbonātiem raksturīgas spektra līnijas. Varbūt aparatūras jutība nav pietiekama, lai gan ticamāk, ka meklējamās kaļķakmens iegulas maskē Marsa putekļi. Kaļķakmens patiesā izplatība tāpēc ir viens no interesantākajiem jautājumiem, uz ko mēģinās atbildēt 2003. gada misijas – divi identiski *NASA* robotmobiļi un Lielbritānijas *Beagle* nolaižamais aparāts. Iespējams, ka *Beagle* tiks tēmēts uz vienu no attēlos redzamajām seno ezeru gultnēm. Marsa minerālu spektrus uzņems arī *NASA Mars Odyssey* pavadonis 2001. gadā un *ESA Mars Express* pavadonis 2003. gadā.

Kaļķakmens slāņu atklāšana dotu ideālu mērķi mikrofosiliju meklējumiem. Kas zina, varbūt attēlos redzamos iežu slāņus ne tik tālā nākotnē pētīs skafandros ģērbti ģeologi. Bet līdz tam ikviens var “ceļot” pa Marsa virsmu *MGS* milzīgajā attēlu arhīvā un varbūt uziet ģeoloģiskus veidojumus, ko *MGS* nelielā zinātnieku komanda vēl nav paguvusi izanalizēt.

Interneta adreses:

http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/dec00_seds/slides/index.html – *Mars Global Surveyor* nogulumiežu attēlu lapa.

<http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/> – *Mars Global Surveyor* mājaslapa.

<http://www.msss.com/> – *Malin Space Science Systems* – firma, kas būvēja *MGS* kameras. 🐦

BRĪVĀ MĀJUPCEĻA TRAJEKTORIJAS UZ MARSU

Gatavojoties ceļam uz Marsu, viens no izšķirošajiem jautājumiem ir pareiza starpplanētu trajektorijas plānošana. Lidojuma trajektorijas nospraušanu ietekmē vēlamais ceļojuma ilgums, raķetes dotais starta ātrums (ar to saprotot attālināšanās ātrumu no Zemes trajektorijas sākumā), bet vissvarīgākais kritērijs tomēr ir ekspedīcijas apkalpes drošība. Uz Marsu var doties pa daudziem ceļiem, taču gadījumā, ja nolaišanās uz Marsa tehniskas kļūmes dēļ nav iespējama, ne visi ceļi ved atpakaļ uz Zemi. 1970. gadā *Apollo 13* Mēness misija skaidri parādīja nepieciešamību pēc viegla mājupceļa. Šķidrā skābekļa tvertnes eksplozijā *Apollo 13* zaudēja elektroapgādi un manevrētspēju, taču pareizi izplānotā trajektorija ar Mēness gravitācijas palīdzību smagi bojāto kuģi novirzīja atpakaļ uz Zemi.

Parentisimies izanalizēt, kā līdzīgā situācijā varētu izglābt Marsa misiju, un mēģināsim saprast brīvā mājupceļa trajektorijas (respektīvi, trajektorijas, kuras neprasa raķešmanevrus, bet garantē atgriešanos uz Zemes, izmantojot vienīgi debess ķermeņu gravitāciju).

Planētas riņķo ap Sauli pa eliptiskām orbītām, un to pašu darīs arī mūsu Marsa kuģis. Ķermeņi tuvāk Saulei kustas ātrāk nekā objekti, kas atrodas tālāk no tās. Venēra riņķo ap Sauli ar 35 km/s lielu ātrumu, Zeme ar 30 km/s, Marss ar vidējo ātrumu 24 km/s, Jupiters tikai ar 13 km/s, un komētas Oorta mākonī kustas ar kājāmgājēja ātrumu. Jo tālāk ķermenis riņķo no Saules, jo tā kinētiskās un potenciālās enerģijas summa ir lielāka. Tā, piemēram, startējot no Zemes uz Marsu, raķetei nepieciešams paātrinājums, bet, startējot uz Venēru, vajadzīgs tieši pretējais – samazināt heliocentrisko ātrumu un ļauties Saules pievilkšanas spēkam.

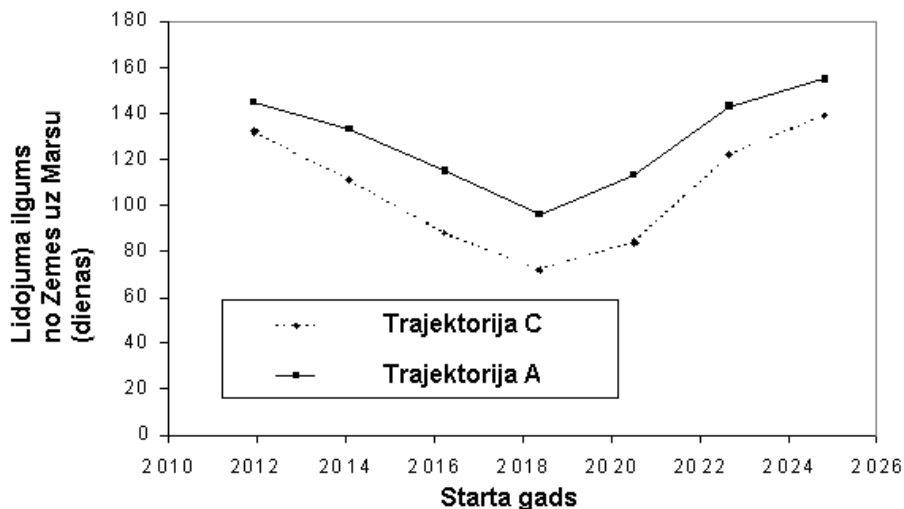
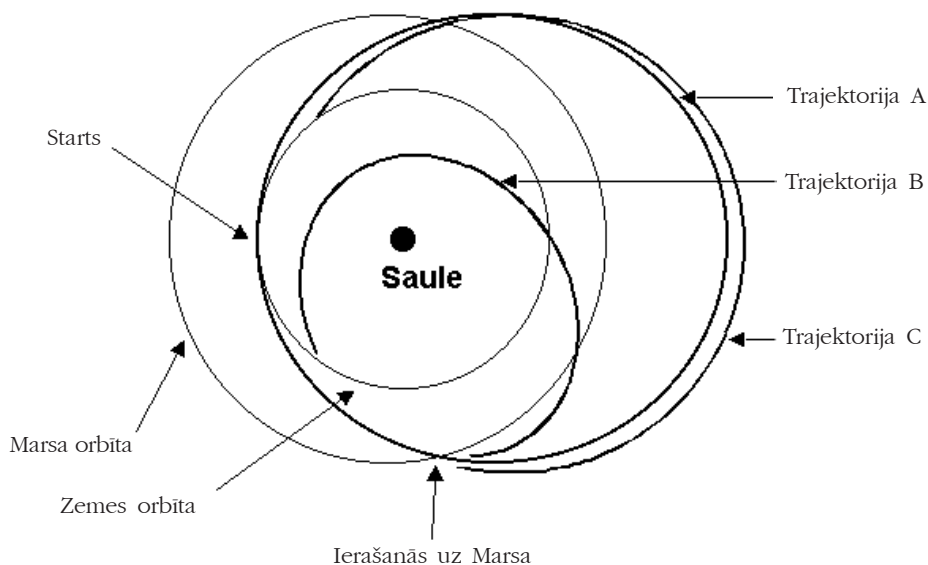
Tomēr ne viss debesu mehānikā ir tik intuitīvi saprotams. Startējot uz Marsu, iegūtais papildu ātrums paplašina raķetes orbītu ap

Sauli, salīdzinot ar Zemes orbītu. Plašāka orbīta nozīmē “rāpšanos” ārā no Saules “gravitācijas piltuves”, un attiecīgi tiek zaudēts ātrums. Orbītas ģeometriskie izmēri arī ir lielāki, un abu šo apstākļu dēļ Marsa kuģa aprīņojums ap Sauli ilgs vairāk par vienu Zemes gadu. Lidojot uz Venēru, kosmosa kuģis it kā krīt Saules “gravitācijas piltuvē”, iegūst papildu ātrumu, un veic pilnu aprīņojumu ātrāk nekā Zeme.

Lai kosmosa kuģis no ātri riņķojošās Zemes savā orbītā ap Sauli noķertu Marsu, startam jānotiek brīdī, kad Marss atrodas par apmēram 90 grādiem priekšā Zemei. Sasniedzot Marsu pēc 150 dienām, kuģis jau būs par 30 grādiem atpalicis no Zemes. Ekspedīcija tad pēc nominālā misijas plāna pavada 550 dienas uz Marsa, līdz Zeme atrodas savā orbītā mazliet aiz Marsa. Tad mājupceļa trajektorija faktiski ir turpeņa trajektorijas spoguļattēls, ļaujot Zemei un kuģim vienlaikus sasniegt to pašu telpas punktu apmēram 150 dienas pēc starta no Marsa. Misijas kopējais ilgums tātad ir 850 dienas jeb gandrīz divarpus gadi. Piemēroti “starta logi” lidojumiem no Zemes uz Marsu ir ik pēc 780 dienām (26 mēnešiem), kad Zeme savā orbītā ap Sauli atrodas apmēram par apļa ceturtdaļu aiz Marsa.

Es izveidoju datorprogrammu tādu trajektoriju atlasei, kuras gadījumos, kad nolaišanās uz Marsa avārijas situācijas dēļ nav iespējama, garantē atgriešanos uz Zemes. Izpētot daudzus starta datumus un sākuma ātrumu kombinācijas, tika identificētas trīs šādas brīvā mājupceļa trajektorijas (*sk. att.*).

Nosauksim pirmo no tām par trajektoriju A atšķirībā no trajektorijām B un C, kuras apskatīsim mazliet vēlāk. Pēc scenārija A, mūsu kuģis startē no Zemes virzienā, kas sakrīt ar Zemes orbitālās kustības virzienu ap Sauli, un ieiet stipri eliptiskā heliocentriskā orbītā ar aprīņošanas periodu, kas lielāks par vienu



Zemes gadu. Misijai noritot normāli, kuģis sasniedz Marsu, nobremzējas tā atmosfērā un nolaižas. Avārijas situācijā kuģis palido Marsam garām un turpina savu heliocentrisko orbītu, līdz sasniedz punktu, kur Zeme atrodas misijas starta brīdī. Vairākumā gadījumu tur būs tikai tukša kosmiskā telpa. Vienīgi tad, ja Zeme pa šo laiku paguvusi apriņķot Sauli

veselu skaitu reižu, kuģis varēs “noķert” Zemi un atgriezties mājās. Tātad kuģa heliocentriskās orbītas vēlamais apriņķošanas periods ir divi Zemes gadi (atgriešanās pēc vienas orbītas jeb diviem Zemes gadiem). Mazāk vēlama būtu orbīta ar 1,5 gadu apriņķošanas periodu (atgriešanās pēc diviem orbītas jeb trīs Zemes gadiem).

Divi gadi tomēr ir ilgs laiks, un ir vērts pameklēt ātrāka mājupceļa iespējas. Marsa gravitācija piedāvā papildu iespējas trajektorijas novirzīšanai atpakaļ uz Zemi. Kosmiskais kuģis var šķērsot Marsa orbītu nelielā attālumā aiz Marsa vai arī pirms Marsa. Šķērsojot orbītu aiz Marsa, planētas gravitācija it kā velk līdzī kosmosa kuģi, dodot tam paātrinājumu un paplašinot tā heliocentrisko orbītu. Šķērsojot Marsa orbītu pirms Marsa, planētas gravitācija velk kosmisko kuģi atpakaļ, samazinot tā ātrumu un sašaurinot kuģa orbītu ap Sauli. Šie paņēmieni tiek saukti par gravitācijas manevriem, un tos izmanto daudzi kosmiskie aparāti, piemēram, *Voyager* misijas uz Saules sistēmas ārējām milzīgajām gāzu planētām.

Trajektorija B izmanto Marsa gravitācijas manevru, un tā mazliet atgādina *NASA 80.* gadu pilotējamo Marsa misiju plānus, kas paredzēja ceļojumu no Zemes uz Marsu pa standarta trajektoriju, tikai 20 dienu uzturēšanos uz Marsa virsmas un ļoti eksotisku mājupceļu. Tā kā Zeme pa šo laiku būtu savā orbītā jau aizsteigusies Marsam priekšā, Zemi noķert varētu, tikai lidojot tuvu garām Saulei vai, labākajā gadījumā, izmantojot Venēras gravitācijas manevru. Šis plāns tagad ir atzīts par nederīgu, jo startam no Marsa uz Venēru nepieciešams daudz vairāk enerģijas nekā startam uz Zemi. Varbūt līdzīgu mājupceļa trajektoriju tomēr var izmantot, ja nav jāstartē no Marsa virsmas? Pārlidojot Marsu tā, lai tā gravitācija samazinātu kuģa heliocentrisko ātrumu, mūsu Marsa kuģis "kristu" uz Sauli, ar milzīgu ātrumu izlidotu starp Venēras un Merkura orbītām un noķertu Zemi tikai 14 mēnešus pēc starta.

Tas ir daudzološi, izņemot vienu mazu problēmu. Mana datorprogramma pieņem, ka planētas ir punktveida masas, un šis tuvinājums patiešām ir spēkā starpplanētu telpā. Trajektorijas B dramatiskā novirzīšana uz Venēru prasa pārlidojumu 1300 km attālumā no Marsa centra, bet Marsa rādiuss diemžēl ir 3400 km. Tā kā lidot caur Marsu nav iespējams, trajektorija B nav derīga kā brīvā mājupceļa iespēja.

Par laimi, iespējams kompromisa risinājums, kas saglabā trajektorijas A vienkāršumu, taču mazliet paātrina atgriešanos uz Zemes, salīdzinot ar trajektorijas A piedāvātajiem 24 mēnešiem. Tas ir variants C, kas būtībā ir trajektorijas A modifikācija. Startējot uz Marsu ar mazliet lielāku ātrumu, tuvs Marsa pārlidojums dod iespēju pazemināt heliocentriskās orbītas perihēliju starp Zemes un Venēras orbītām, un tādējādi palielinātais perihēlija ātrums kosmosa kuģim ļautu noķert Zemi 21 līdz 23 mēnešus pēc starta.

Katrā starta logā (ik pēc 26 mēnešiem) iespējama vesela C klases trajektoriju kopa. Pēc enerģijas kritērija visvieglākā no šīm trajektorijām atstāj Zemi ar 5,1 km/s ātrumu, un šis robežgadījums faktiski ir trajektorija A, kur Marsa gravitācija netiek izmantota (attāls Marsa pārlidojums). Dodoties uz Marsu ar vairāk nekā 5,1 km/s lielu ātrumu, samazinās lidojuma laiks, bet trajektorijai jāiet tuvāk Marsam, lai kosmiskais kuģis tiktu novirzīts uz Zemi par spīti lielajam ātrumam. Maksimālais ātrums, kas vēl garantē brīvu mājupceļu ar trajektoriju C, ir no 5,8 km/s līdz 7,8 km/s atkarībā no Marsa atrašanās vietas tā visai ekscentriskajā orbītā. Ar šo maksimālo ātrumu gravitācijas manevrs jāveic, pārlidojot Marsu tik zemu, ka gandrīz tiek skarta atmosfēra.

Grafikā attēlots, cik ļoti starta loga izvēle ietekmē nepieciešamo starta ātrumu un ceļojuma ilgumu. Marsa orbīta ir daudz ekscentriskāka par Zemes orbītu, un Marsa attālums no Saules var par 9% atšķirties no vidējās vērtības. Misijai visizdevīgākie apstākļi būs 2018. gadā, kad Marss ekspedīcijas ierašanās brīdī būs vistuvāk Saulei.

Nobeigumā jāsecina, ka Marsa gravitācija dod iespēju avārijas situācijā samazināt mājupceļa laiku līdz 21 mēnesim. Brīvā mājupceļa trajektorijām nepieciešams vismaz 5,1 km/s liels sākumātrums attiecībā pret Zemi (neskaitot tos 11 km/s, kas nepieciešami izklūšanai no Zemes gravitācijas lauka), un tas ir vairāk nekā robotmisijām tipiskais 3–4 km/s sākumātrums. Lieklāks sākumātrums tomēr nozīmē isāku starp-

planētu telpā pavadāmo laiku, tātad samazina kosmiskās radiācijas devu.

Brīvā atpakaļceļa trajektorijas piedāvā vēl vienu iespēju. Marsa lidojumi bez ieiešanas Marsa orbītā un nosēšanās būtu daudz lētāki nekā pilnvērtīga Marsa ekspedīcija, jo galvenās ceļojuma izmaksas ir saistītas ar startu no

Marsa virsmas atpakaļ uz Zemi, nevis apkalpes ilgstošu lidojumu starpplanētu trajektorijā. Varbūt pirmie cilvēki, kas sasniegs Marsu, izmantos šajā rakstā analizētās brīvā atpakaļceļa trajektorijas nevis kā rezerves iespēju avārijas situācijai, bet gan kā normālas misijas plānoto lidojuma maršrutu. 🐦

Tulkojis Jānis Jaunbergs

KONKURSS LASĪTĀJIEM

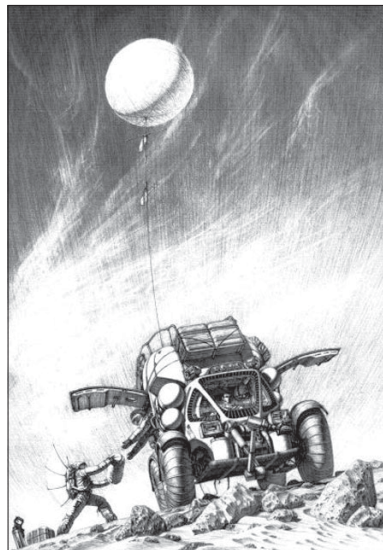
Jautājumi

1. “Balons pie Marsa apvidus mašīnas”. *Kāpēc, jūsuprāt, pie Marsa apvidus mašīnas piesiets balons? Kam šī marsiešu komanda izmanto balonu, un kādus citus papildu lietojumus jūs varētu ieteikt?*

2. “Celtspēja ar ūdeņradi pildītam balonam”. *Pamēģiniet aptuveni novērtēt, kāda būtu celtspēja (ieskaitot apvalka masu) ar ūdeņradi pildītam balonam, kura tilpums ir 23 kubikmetri? Marsa atmosfēras temperatūra dotajā situācijā ir 0 Celsija grādi, spiediens 7 milibāri (1 atm = 1000 milibāru) un atmosfēra sastāv no oglekļa dioksīda. Kā celtspēju ietekmēs gaisa temperatūras pazemināšanās, spiediena paaugstināšanās vai pazemināšanās?*

Atbildes ar norādi “Marsa konkurss” gaidīsim līdz **25. aprīlim**. “ZvD” redakcijas kolēģijas adrese: Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586. Labāko atbilžu autori saņems Marsa biedrības gādātās balvas.

Jānis Jaunbergs



MARSA KONKURSA REZULTĀTI

Zvaigžņotās Debess 2000./2001. gada ziemas numurā publicētie Marsa konkursa jautājumi bija interesanti tāpēc, ka tajos bija iespējams dot brīvu atbildi. Galvenais bija rast patstāvīgu uzdevuma novērtējumu. Šajā konkursā pat nebija plānots viens pareizs risinājums – tie varēja būt daudzi un dažādi. Piedalījās pieci lasītāji, kas Marsa konkursa gadījumā ir daudz, un visas atbildes bija plaši izklāstītas.

Pirmais jautājums bija par bāzi un siltumnīcām uz Marsa – cik cilvēku lielu ekspedīciju tā varētu nodrošināt ar audzētu pārtiku 18 mēnešu ilgā laika posmā. Otrais jautājums saistīts ar pārtikas patēriņa apjomiem. Būtībā abi šie jautājumi bija tik cieši sasaistīti, ka uz tiem visracionālāk bija atbildēt apvienotā formā.

Skaidrs ir viens – vismaz sākuma posmā nāksies lielāko daļu pārtikas ņemt līdzī no Zemes, jo būs nepieciešams laiks bāzes izveidei un augu izaudzēšanai, turklāt arī pastāv dažāda veida riski, ka uzreiz var neizdoties iegūt maksimāli plānoto ražu. Sākotnēji audzēšanai varētu būt tikai eksperimentāls raksturs. Kā optimāls variants līdzī ņemamai pārtikas formai ir minama militārā un alpinisma sfērā lietotā sausi saldētā pārtika, ko sākumā sasaldē, bet pēc tam vakuumā ledus tiek sublimēts. Pārtikā paliek tikai barības vielas, un diezgan labi saglabājas arī garša un smarža. Apskatot būtiskāko jautājumu, tieši ko ņemt līdzī, varam atsaukties uz jau četras desmitgades ilgās kosmosa pilotējamās izpētes iegūtajām atziņām. Tiesa, līdz šim praktiski visa pārtika kosmonautiem tika ņemta līdzī vai atvesta no Zemes un tikai ūdeni ieguva vairākkārtējos atkalizmantošanas ciklos. Augu audzēšanai bija tīri eksperimentāls raksturs, tādēļ šī joprojām ir plaša tēma pētījumiem.

Konkursa dalībnieks **Viesturs Kronbergs** (Priekulī, Cēsu raj.) atsauca uz pārtikas normām, kas ir atrodamas latviešu valodā publicētajā literatūrā – Latvijas Padomju enciklopēdijā, J. Gagarina un V. Ļebedeva grāmatā *“Psiboloģija un kosmoss”*, kā arī J. Golovanova darbā *“Marsietis”*. Citi iesaka konkrētas skaitliskas vērtības. Ēdienu/dzērienu vajadzībām **Kārlis Skrastiņš** (Cēsis) iesaka ielānot 10 l ūdens, 150 l – higiēnas vajadzībām. Pirmais minētais rādītājs aptuveni sakrīt ar Marsa konkursa regulārā dalībnieka **Egila Baļcunas** (Rīga) minētajiem 7–10 l ūdens nedēļā, kā arī ar V. Kronberga minētajiem 2–2,5 l/dienā. Cilvēkam diennaktī nepieciešams ap 600 gramu pārtikas; pašu mērījumi rāda ap 2 kg. Visjaunākais dalībnieks – 14 gadus vecais **Jānis Blūms** no Rīgas – ir aprēķinājis, ka liels īpatsvars viņa pārtikā ir dārzeņiem un piena produktiem, bet gaļu viņš nelieto vispār. Ar veģetārisku ievirzi būs jāreķinās arī Marsa bāzes iemītniekiem, jo paies vēl ilgs laiks, kamēr uz Marsa varētu sākt audzēt mājdzīvniekus, jo tiem ir nepieciešams ļoti daudz zaļbarības, ko varēs iegūt tikai labi funkcionējošās siltumnīcās.

Lielākā daļa dalībnieku ieguva novērtējumu, ka attēlā redzamās siltumnīcas spētu nodrošināt 3–4 cilvēkus ar nepieciešamajiem dārzeņiem. Tiesa, **Juris Ķervis** (Rīga) un arī daži citi vēstulju autori iesaka īpašu uzmanību pievērst arī aļģēm un sēnēm, kas varētu kalpot par gaļas aizstājējiem vai pārtikas piedevām. Ņemot vērā teorētiski lielās, bet praksē sašaurinātās variācijas iespējas pārtikas izvēlē, šis jautājums būs viens no centrālajiem, ko Marsa biedrība pētīs Arktiskajā bāzē. Galvenie faktori, kas jāņem vērā pārtikas izvēlē, ir pareiza daudzuma un proporciju ievērošana starp uzņemto olbaltumvielu, ogļhidrātu, taukvielu un mikroelementu apjomu.

Apsveicot autoru rūpīgo pieeju konkursa atbilžu sagatavošanā, visi dalībnieki tiek atzīti par uzvarētājiem. Katrs saņems Marsa biedrības pārstāvja Jāņa Jaunberga gādātās balvas – Roberta Zubrina grāmatu *“Entering Space”* un piepūšamus Marsa globusus.

Mārtiņš Gills

PAULS LECKIS

PAR EFEMERĪDU IZSKAITĻOŠANU

Efemerīda ir tabula, kurā tiek dotas debess ķermeņa pozīcijas noteiktajam laika posmam. Tādas tabulas ir atrodamas astronomiskajos kalendāros vai žurnālos. Tomēr dažreiz astronomijas amatieriem rodas nepieciešamība zināt asteroida vai komētas pozīciju pēc tabulās sniegtā laika posma vai arī zināt tabulās neievietotā objekta koordinātas. Protams, šajā gadījumā var meklēt pilnīgākas efemerīdas vai arī meklēt internetā. Bet, ja tādas iespējas nav, tad jāskaitļo pašam. Par to, kā to izdarīt, arī būs šis raksts.

Pirms skaitļojumu sākuma jāuzzina vajadzīgā asteroida vai komētas orbītas elementi. Tie ir šādi:

- 1 – orbītas slīpums i – leņķis starp ekliptikas un objekta orbītu plaknēm;
- 2 – orbītas ekscentricitāte e – tās “saspieduma” pakāpe salīdzinājumā ar riņķi;
- 3 – orbītas lielā pusass a (astronomiskajās vienībās);
- 4 – uzlecošā mezgla garums Ω – leņķis starp pavasara punktu un objekta orbītas uzlecošo mezglu¹ (grādos);
- 5 – perihēlija arguments ω – leņķis starp uzlecošo mezglu un perihēliju (grādos) (*sk. 1. zīm.*);
- 6 – Saules taisnleņķa ģeocentriskās koordinātas X, Y, Z .

$$\angle \gamma OB = \Omega; \angle BOD = \omega; \angle DBF = i.$$

(γ – pavasara punkts, B – orbītas uzlecošais punkts).

Visus orbītas elementus var atrast asteroidu vai komētu katalogos, amerikāņu astronomis-

kajā gadagrāmātā “*The Astronomical Almanac*”, internetā (komētu novērošanas mājaslapas adrese ir <http://encke.jpl.nasa.gov>), Beļģijas, Krievijas kā arī citu valstu astronomiskajos kalendāros. Dažos no tiem (piemēram, Krievijas) tiek publicētas arī minētās koordinātas.

Kad orbītas elementi ir zināmi, var ķerties pie skaitļošanas procesa. To var sadalīt piecos posmos.

1. Gausa konstantu izskaitļošana:

$$\operatorname{tg} N = \operatorname{tg} i \cdot \operatorname{sec} \Omega;$$

$$n = \sin i \cdot \operatorname{cosec} N;$$

$$\operatorname{tg} A = -\operatorname{ctg} \Omega \cdot \operatorname{sec} i;$$

$$a = \cos \Omega \cdot \operatorname{cosec} A;$$

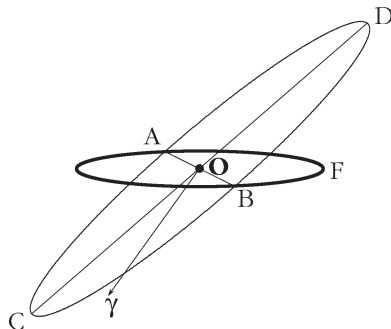
$$\operatorname{tg} B = \frac{\sin \Omega \cdot \cos \varepsilon}{n \cdot \cos(N + \varepsilon)};$$

$$b = \sin \Omega \cdot \cos \varepsilon \cdot \operatorname{cosec} B;$$

$$\operatorname{tg} C = \frac{\sin \Omega \cdot \sin \varepsilon}{n \cdot \sin(N + \varepsilon)};$$

$$c = \sin \Omega \cdot \sin \varepsilon \cdot \operatorname{cosec} C,$$

kur ε ir Zemes ass slīpums pret ekliptiku.



1. zīm. Elipse CADB – asteroida/komētas orbīta; elipse AFB – Zemes orbīta.

¹ uzlecošais mezgls – vieta, kur objekta orbīta šķērso ekliptikas plakni un pāriet ekliptikas ziemeļu puslodē

2000. gada 1. janvārim $\epsilon = 23^{\circ}26'21'',45$, un tas katru gadu samazinās par $0'',47$ (jeb $0^{\circ},00013$). Pārbaudīt, vai jūs visu pareizi izdarījāt, var pēc formulas:

$$-\operatorname{tgi} = \frac{b \cdot c \cdot \sin(B - C)}{a \cdot \cos A}$$

2. Atrodam vidējo anomāliju M pēc formulas $M = n_0 \cdot (t - T_0)$, kur n_0 ir vidējā objekta

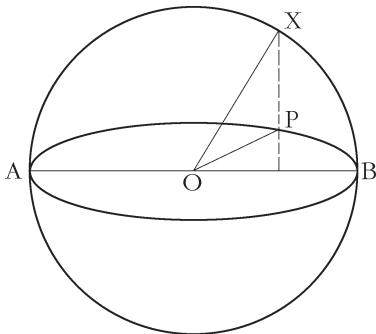
kustība diennaktī ($n_0 = \frac{360}{P}$, kur P ir objekta

apriņķošanas periods dienās, savukārt P (gados) ir izrēķināms no orbītas lielās pusass:

$P = \sqrt{a^3}$. Sareizinot to ar 365,25636, iegūsim P (dienās), bet $(t - T_0)$ ir laiks, kas pagāja, kopš planēta gāja cauri perihēlijam. Šeit jāpiebilst, ka bieži vien vidējā anomālija M ir dota kopā ar orbītas elementiem uz kaut kādu noteiktu momentu M_0 . Šajā gadījumā $(t - T_0)$ ir laiks, kas pagājis kopš šā momenta. Tad $M = M_0 + n_0 \cdot (t - T_0)$; bet, ja vajadzīgais moments ir pirms M_0 momenta, tad $M = M_0 - n_0 \cdot (t - T_0)$.

3. Pēc Keplera vienādojuma $M = E - e \sin E$ izskaitļojam ekscentrisko anomāliju E (sk. 2. zīm.).

$\angle XO B = E$; $\angle PO B = \nu$.



2. zīm. Elipse APB – asteroida/komētas orbīta; elipse AXB – iedomātā tā paša objekta riņķveida orbīta.

Šo vienādojumu tieši atrisināt nevar. Tam lieto pakāpenisko pietuvinājumu jeb iterāciju metodi un atrisina pēc formulas:

$$E_1 = E_0 + \frac{M + e_0 \cdot \sin E_0 - E_0}{1 - e \cdot \cos E_0},$$

kur $e_0 = e \cdot 180/\pi$. (Pārbaudīt var pēc Keplera vienādojuma, liekot e vietā e_0 .)

Pirmajā tuvinājumā liekam E_0 vietā M , pēc tam (otrajā tuvinājumā) iepriekš iegūto E_1 un tā turpinām rīkoties, kamēr E vairs nemainās. Tā mēs iegūstam ekscentrisko anomāliju E .

4. Tālāk izskaitļojam objekta rādiusvektoru r (objekta attālumu no Saules) un tā patieso anomāliju ν (sk. 2. zīm.) pēc formulām:

$$r = a \cdot (1 - e \cdot \cos E);$$

$$\cos \nu = \frac{a \cdot (\cos E - e)}{r}.$$

5. Izskaitļojam rektascensiju α , deklināciju δ un attālumu no Zemes ρ :

$$\operatorname{tga} = \frac{r \cdot b \cdot \sin(B + \omega + \nu) + Y}{r \cdot a \cdot \sin(A + \omega + \nu) + X};$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{r \cdot c \cdot \sin(C + \omega + \nu) + Z}{r \cdot b \cdot \sin(B + \omega + \nu) + Y} \cdot \sin \alpha;$$

$$\rho = \operatorname{cosec} \delta \cdot (r \cdot c \cdot \sin(C + \omega + \nu) + Z),$$

kā arī elongāciju ψ :

$$\cos \psi = \frac{R^2 + \rho^2 - r^2}{2R \cdot \rho};$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2},$$

kur R ir Zemes attālums no Saules.

Ja ir vēlēšanās, var noteikt arī objekta spožumu. Asteroidam to var izdarīt divējādi.

Pirmais variants – izskaitļo asteroida fāzes leņķi β :

$$\cos \beta = \frac{r^2 + \rho^2 - R^2}{2r \cdot \rho},$$

un tad

$$m = g + 5 \lg(\rho \cdot r) + k \cdot \beta,$$

kur g ir spožuma parametrs, k – fāzes koeficients (parasti tas ir vienāds ar 0,023, bet dažreiz mēdz būt arī citāds).

Otrais variants –

$$m = (H + 5 \lg r) + (G + 5 \lg \rho),$$

kur H un G arī ir spožuma parametri (tos, kā arī g var atrast kopā ar orbitas elementiem). Autors parasti lieto otro variantu. Reti kad spožuma kļūda sasniedz $\pm 0^m,5$.

Kometām spožumu aprēķināt ir sarežģītāk (jābrīdina lasītājs, ka kometu spožums vispār ir grūti un neprecīzi aprēķināms):

$$m = g + 5 \lg \rho + k \cdot \lg r,$$

kur g ir komētas absolūtais spožums, bet k ir koeficients, kurš katrai komētai ir savs un mainās no 5 līdz 15. Tas arī parasti ir atrodams pie orbitas elementiem.

Skaitļojot efemerīdas, obligāti jāatceras:

- 1) opozīcijā ρ ir vismazākais;
- 2) perihēlijā r ir vismazākais;
- 3) rektascensija α formulā ir izteikta grādos un tā jāpārveido stundās/minūtēs/sekundēs;
- 4) ja α ir negatīva, tad tai jāpieskaita 180 grādu, bet, ja pēc tam negatīvs kļūst ρ , tad pie α jāpieskaita nevis 180, bet gan 360 grādu. Dažreiz mēdz būt, ka α ir pozitīva, bet ρ negatīvs. Šajā gadījumā pie α jāpieskaita 180°;

5) kad E ir lielāks par 180°, tad arī v ir lielāks par 180 grādiem. Tātad, ja $E > 180^\circ$, bet v nav, patiesā anomālija jāsureizina ar -1 un jāpieskaita rezultātam 360°;

6) nekā pasaulē nav mūžīgs, mainās arī orbitas elementi. Dotos elementus var lietot tikai tai asteroīda opozīcijai un tai komētas atgriešanās reizei, kurai tie ir doti. Protams, var arī ar tiem pašiem elementiem veikt skaitļojumus pēc gada, bet tad jāreķinās ar diezgan iespaidīgām kļūdām, kuras var sasniegt pat dažus grādus;

7) šie skaitļojumi nedod absolūti precīzus rezultātus.

Pārveidot grādus stundās/minūtēs/sekundēs var šādi:

⇒ iegūto grādu skaitu dala ar 15. Rezultāta veselā daļa – stundas;

⇒ no pirmajā gājienā iegūtā rezultāta atņem veselo daļu un dabūto skaitli sareizina ar 60. Rezultāta veselā daļa – minūtes;

⇒ no otrajā gājienā iegūtā rezultāta atņem veselo daļu un dabūto skaitli sareizina ar 60. Rezultāta veselā daļa – sekundes.

1. piemērs. Pārveidot $319^\circ,4916141 \rightarrow h/m/s$.

1. $319,4916141 \div 15 = 21,29944094 \Rightarrow 21^h$.
2. $(21,29944094 - 21) \cdot 60 = 17,9664564 \Rightarrow 17^m$.
3. $(17,9664564 - 17) \cdot 60 = 57,987384 \Rightarrow 57^s,98$.

Atbilde. $319^\circ,4916141 = 21^h 17^m 57^s,98$.

Nobeigumā sniegsim efemerīdas izskaitļojuma piemēru.

2. piemērs. Izskaitļot asteroīda 386 *Siegena* efemerīdu 2000. gada 14. augustam pēc šādiem orbitas elementiem: $i = 20^\circ,24$; $\Omega = 167^\circ,043$; $\omega = 220^\circ,784$; $a = 2,8952$; $n = 0,20007$; $e = 0,1717$; $M_0 = 344^\circ,872$. Elementi ir doti uz 2000.IX.13.

Atrisinājums.

1. Izskaitļojam Gausa konstantes pēc minētajām formulām un iegūstam:

$$N = -20,72436889;$$

$$n = -0,97762086;$$

$$A = 77,81843268;$$

$$a = -0,996986942;$$

$$B = -11,89616828;$$

$$b = -0,997956897;$$

$$C = -62,56196215;$$

$$c = -0,100494105; (\sec x = 1/\cos x; \operatorname{cosec} x = 1/\sin x).$$

2. Izskaitļojam M . Ir dots M_0 . No 2000.VIII.14. līdz 2000.IX.13. vēl jāpaiet 30 dienām, tātad $(t - T_0) = -30$ un:

$$M = 344,872 - 0,20007 \cdot 30 = 338^\circ,8699.$$

3. Izpildot visas 3. punktā minētās operācijas, iegūstam $E = 334^\circ,659384$.

4. Izskaitļojam $r = 2,445925994$ a. v.; $v = 29^\circ,9398761$. Tā kā $E > 180^\circ$, tad:

$$v = 29^\circ,9398761 \cdot (-1) + 360 = 330^\circ,0601239.$$

5. Tā kā $X = -0,7902028$; $Y = 0,5815162$; $Z = 0,252113$, izrēķinām asteroīda rektascensiju (α), deklināciju (δ) un tā attālumu no Zemes (ρ): $\alpha = 1^h 12^m 10^s,06$; $\delta = +1^\circ 57' 10''$, 34 un $\rho = 1,733901082$ a. v.

6. Tā kā $H = 7,43$, bet $G = 0,16$, Siegenas spožums ir $10^m,73$ (pēc otrā varianta). 🐦

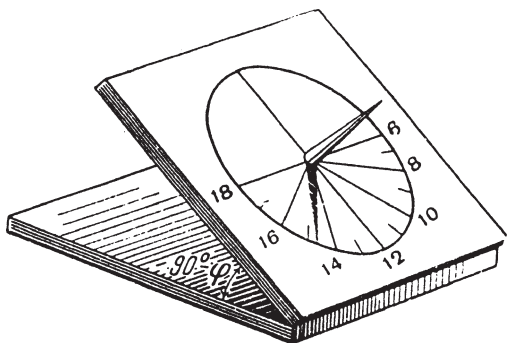
SAULES PULKSTENĪ VISAI LATVIJAI

(1. turpinājums)

KĀDI MĒDZ BŪT
SAULES PULKSTENĪ

Gnomons ir senākā ierīce, ko izmantoja kā primitīvu Saules pulksteni. Tā ir vertikāla kārts, kas met ēnu uz zemes, ja Saule to apspīd. Gnomons neiegūva plašu atzinību, jo krītošās ēnas virziens ir atkarīgs no Saules augstuma. Vienādos laika momentos dažādās dienās ēna kritīs uz horizontālo virsmu dažādos virzienos! Tāpēc gnomonu izmanto (dažreiz!) pusdienlaika līnijas virziena noteikšanai.

Ekvatoriālais Saules pulkstenis – diezgan vienkāršs pēc uzbūves, sastāv no ēnas rādītāja, kas ir vērsts uz pasaules ziemeļpolu (P_N), un ciparnīcas, kuras plakne ir paralēla debess ekvatoram (perpendikulāra ēnas rādītājam). Ciparnīcas sadalījums ir ļoti vienkāršs – riņķa līnija tiek sadalīta 24 vienādās daļās (katra 15 grādu liela). Ekvatoriālajam Saules pulkstenim ir viens liels trūkums – Saule apspīd ciparnīcu no augšas tikai laika periodā starp pavasara un rudens ekvinokcijām! Ziemas periodā Saule apspīd ciparnīcu no apakšas. Turklāt apmēram divas nedēļas pirms un pēc ekvinokcijām staru krišanas leņķis uz ciparnīcu ir tik mazs, ka rādītāja ēna uz ciparnīcas ir gandrīz nemanāma.



Vertikālais Saules pulkstenis pēc uzbūves ir vissarežģītākais. Šādiem pulksteniem ir jābūt novietoti uz augstām vertikālām plaknēm, turklāt sienas veido dažādus leņķus pret meridiānu (ziemeļu–dienvidu līniju). Visvienkāršāk ir izrēķināt ciparnīcas skalu sienai, kas vērsta precīzi pret dienvidiem. Bet, ja siena ir kaut mazliet pavērsta uz austrumiem vai rietumiem, tad aprēķini kļūst sarežģītāki. (Tiem, kas vēlas patstāvīgi uzbūvēt vertikālo Saules pulksteni, ieteicams izlasīt rakstu Ē. Ā. *Ἐπιπέδου ἡμερολογίου ἀνατολικῆς καὶ δυτικῆς ὀψιδίας* – *Čāvēj ē Anāvēstūj*, N3, 1987.).



Horizontālais Saules pulkstenis lietošanā ir visērtākais, jo rāda laiku no Saules lēkta līdz rietam. Tā ekspluatācijai ir vajadzīga tikai vieta, ko Saules stari apspīd lielāko dienas daļu. Var būt apspīdēta arī tikai horizonta dienviddaļa – tiesa, šajā gadījumā pulkstenis “nestrādās” agri no rīta un pirms saulrieta.

Horizontālajam Saules pulkstenim ir horizontāli novietota ciparnīca (no šējenes arī nosaukums). Ciparnīca tiek orientēta stingri pēc meridiāna. Ēnas rādītāja leņķis pie pamat-

nes ir vienāds ar vietas ģeogrāfisko platumu. Ēnas rādītāja slīpā daļa ir vērsta uz debess ziemeļpolu (atrodas netālu no Polārzcirka). Pulksteņa orientāciju un uzstādīšanu var aptuveni veikt, izmantojot kompasu. Bet, tā kā kompasa adata, pat atrodoties tālu no dzelzs priekšmetiem, rāda virzienu, kas nedaudz atšķiras no ziemeļiem (tā sauktās magnētiskās deklinācijas dēļ), tad meridiāna virzienu var mēģināt noteikt ar gnomona palīdzību.

KĀ IZGATAVOT SAULES PULKSTENI?

Lai izgatavotu Saules pulksteņa ciparnīcu, jums vajadzēs vismaz 20x20 cm lielu plāksni. Ieteicamie materiāli ir 5–7 kārtu finieris, plastmasas plāksne vai laminēta mēbeļu plate (nedrēs kokskaidu plāksne).

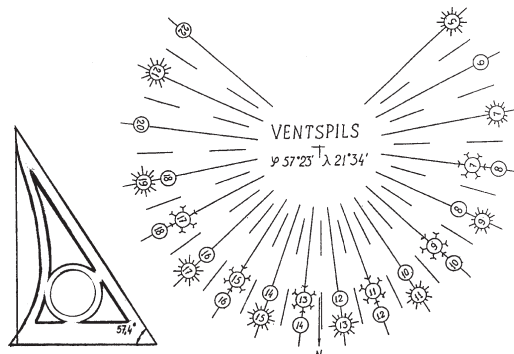
Pulkstenim ar garāku mūžu var izmantot pulēto granītu, biezu alumīnija vai misiņa plāksni u. c. Bet jāreķinās, ka to apstrāde būs daudz sarežģītāka.

Ēnas rādītājam vajadzēs 10x16 cm lielu cinkotā skārda, misiņa plāksnes vai getinaksa gabalu.

Ciparnīcas zīmēšana ir atbildīgākā darba daļa, no kuras ir atkarīga ne tikai pulksteņa "gaitas" precizitāte, bet arī ārējais izskats. Tāpēc ir labāk veltīt vairāk laika dizainam, ja gribat, lai gatavais darbs sniegtu gandarījumu.

Piemēram sniegta Ventspilij izskaitļota Saules pulksteņa ciparnīca¹. Paraugam varat izmantot kopētu palielinātu ciparnīcas skalu, kas redzama šajā lappusē.

1. Uzlieciet uz sagataves ciparnīcas skalas paraugu, kas atbilst apvidum, kur tiks novietots Saules pulkstenis. (Skalas paraugi dažām Latvijas pilsētām tiks publicēti nākamajos numuros.) Savietojiet to centrus. Vienkāršāk ir caurdurt skalas centru ar adatu un tad novietot adatu sagataves centrā (sagataves centrs atrodas diagonāļu krustpunktā).



2. Uzlieciet skalas paraugu uz sagataves tā, lai vertikālās līnijas (uz skalas parauga tā ir apzīmēta ar bultiņu un burtu N – *Nord*) sakristu.

3. Nofiksējiet lapu ar skalas paraugu uz sagataves ar līmlenti.

4. Atzīmējiet ar īlenu vai adatu stundu un pusstundu līniju galus, bet nezīmējiet visu līniju!

5. Noņemiet lapu ar skalas paraugu no ciparnīcas sagataves. Ielieciet cirkuļa vienu kājiņu sagataves centrā. Ar cirkuļa palīdzību sagrafējiet ciparnīcu. Vēlams, lai stundu un pusstundu līnijas būtu dažāda garuma. Tas ļaus vieglāk nolasīt rādījumus. Ar lineālu savienojiet ciparnīcas centru un iezīmētos stundu un pusstundu līniju galapunktus, novelciet vajadzīgā garuma līnijas. (Uzmanību! Stundu un pusstundu līnijām ciparnīcas skalas šablonos ir vienāds garums. Vispirms "sašķirojiet" tās.)

6. Sanumurējiet stundu līnijas (no plkst. 5 līdz plkst. 22).² Pusdienlaika līnija atrodas starp plkst. 12 un 13 atzīmēm uz ciparnīcas.

7. Beidzot ciparnīcas noformēšanu, izdzesiet liekās līnijas, atzīmējiet pusdienlaika līniju (ciparnīcas centrs – ziemeļi).

8. Fiksējiet līnijas! Uz koka un finiera to var izdarīt izdedzinot. Uz metāla un plastmasas – gravējot, stingri skrāpējot, vai ar noturīgu krāsu.

¹ Šī skala tika izrēķināta 1988. gadā ar parasto inženierkalkulatoru. Tā kā tolaik Latvijas teritorijā pastāvēja "Maskavas" laiks un bija pāreja uz vasaras laiku, skalā redzamas divas ciparu rindas.

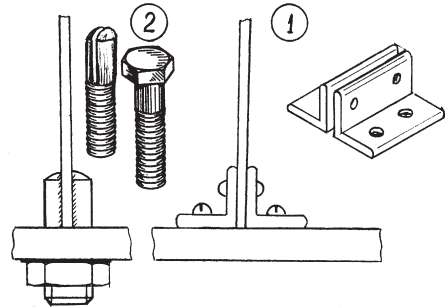
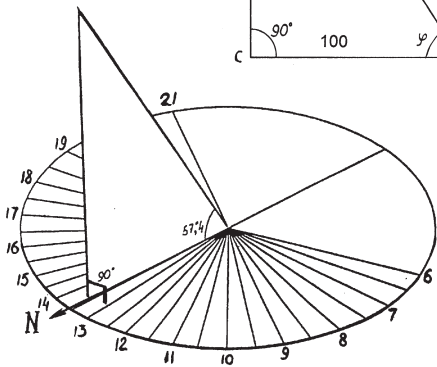
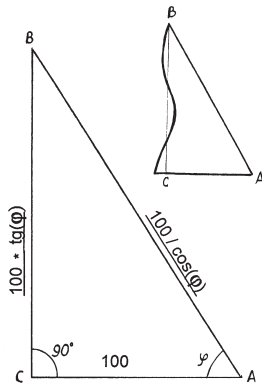
² Skala Ventspilij sākas ar plkst. 5 un beidzas ar plkst. 22. Skalu varētu pagarināt no plkst. 4 līdz plkst. 23, taču prakse rāda, ka pat jūnijā apkārtējās ēkas un koki aizēno ciparnīcu, ja Saule atrodas zemu.

9. Lidzīgi atzīmē stundu norādošos skaitļus pret stundu līnijām.

Ēnas rādītājs. Saules pulkstenis bez ēnas rādītāja būtu vēl mazāk vajadzīgs, nekā mehāniskais pulkstenis bez rādītājiem. Mehāniskais vismaz tikšķ!

Tāpēc ēnas rādītāja izgatavošana un uzstādīšana ir ļoti atbildīgs darba posms: pulksteņa precizitāte no tā ir atkarīga tikpat daudz, cik no ciparnīcas kvalitātes un pulksteņa uzstādīšanas pret meridiānu precizitātes.

Ēnas rādītājs ir trīsstūrveida plāksne. Parasti tas ir taisnleņķa trīsstūris, kura leņķis pie pamata malas ir vienāds ar vietas ģeogrāfisko platumu φ (piemēram, Ventspilij šis leņķis ir 57 grādi un 23 minūtes jeb 57,38 grādi). Visvienkāršāk šādu taisnleņķa trijstūri veidot, zinot tā katetes. Pamatmalu (kateti) var pieņemt par 100 mm (10 cm). Vertikālās katetes tad būs $100 \cdot \tan \varphi$. Pārbaudei var izmērīt hipotenūzas – slīpās un galvenās ēnas rādītāja malas – garumu. Tam jābūt vienādam ar $100 / \cos \varphi$.



Izgrieziet trīsstūri no skārda, noslipējiet tā malas, panākot pamatnes leņķa atbilstību vietas ģeogrāfiskajam platumam. Diemžēl tā ir tikai puse no sarežģītā darba; galvenais – kā ēnas rādītāju nostiprināt uz ciparnīcas?

Uzstādīšanas varianti:

1) ar metāla leņķīšu palīdzību. Pieskrūvējiet nelielus leņķīšus ēnas rādītājam no vienas vai abām pusēm. Leņķīšu pamatus pieskrūvējiet ciparnīcai;

2) iezāģējot skrūves. Divām skrūvēm M6 nogriež galviņas. Skrūvi iezāģē pa diametru 8–10 mm dziļumā. Iezāģējumā ielodē ēnas rādītāja plāksni. Skrūves pie ciparnīcas piestiprina no apakšpusēs;

3) ēnas rādītāju uzstāda ciparnīcas izgriezumā.

Lai kādu ēnas rādītāja piestiprināšanas variantu jūs izvēlētos, **jāievēro vairāki noteikumi.**

1. Rādītāja asajam leņķim ir precīzi jābūt ciparnīcas centrā.

2. Ēnas rādītāja plaknei ir jābūt stingri perpendikulārai pret ciparnīcas plakni.

3. Ēnas rādītājs tiek uzstādīts precīzi pa līniju centrs–ziemeļi.

4. Rādītāja leņķis pie pamatnes ir pēc iespējas tuvāks vietas ģeogrāfiskajam platumam.

Uzmanību! Lai, nolasot pulksteņa rādījumus, nerastos pārpratumi, ieteicams ēnas rādītāja vertikālo kateti taisīt nevis taisnu, bet izdaiļot to. Tad arī tās ēna būs “liekta” atšķirībā no taisnās ēnas, ko metīs trīsstūra hipotenūza. Ēnas rādītāju var veidot arī ar izgriezumiem, izzāģējot tajā saulīti ar stariņiem vai savus iniciāļus.

(Nākamajā numurā par to, kā uzstādīt Saules pulksteni)

JAUNIEŠU ASTRONOMIJAS KLUBĀ

“Gribētu, lai būtu iespēja piedalīties “Jauno” astronomu biedrības darbā sestdienās vai svētdienās, jo tā kā dzīvoju 100 km no Rīgas, izbraukāt nav iespējams,” – raksta skolnieks **Ilmārs Parols** no Kandavas. Ņemot vērā arī citu novadu skolēnu vēlmi izzināt debessjumu, ar jauno tūkstošgadi nolēmām piedāvāt “Zvaigžņotajā Debesī” lappusi jaunajiem astronomiem. Ceram, ka tā būs interesanta arī pārējiem lasītājiem.

Redakcijas koleģija

ZVAIGZNĀJI PAVASARA PUSNAKTĪ

Kā vienu no spožākajiem un labāk pamanākajiem ekliptikas zvaigznājiem pavasara debesis var minēt **(1)** zvaigznāju. Spožākā zvaigzne šajā zvaigznājā ir, tulkojumā no latīņu valodas, “karaliskā” jeb mums pierastāk – **(2)**. Pavasara debesis nevar nepamanīt blakus esošo **(3)** zvaigznāju. Šā zvaigznāja augšējā daļā un daļēji arī Berenikes Matu zvaigznājā atrodas liela kopa, kurā ietilpst apmēram 2,5 tūkstoši **(4)**. Diemžēl šī kopa atrodas pārāk tālu no mums, lai mēs to varētu saskatīt nelielā teleskopā. Labi saskatāms ir arī **(5)** zvaigznājs, kura α jeb Arkturs ir ceturrtā spožākā zvaigzne pie debesīm. Tā bija pirmā zvaigzne, ko astronomiem ar teleskopu izdevās saskatīt dienā. Arkturs, Jaunavas α jeb **(6)** un Lauvas β jeb **(7)** veido lielu zvaigžņu trīsstūri – tā saucamo **(8)** trijstūri, kas gan nav zināms tik labi kā ziemas un vasaras trijstūri.

Uz Vēršu Dzinēja zvaigznāja robežas netālu no Pūķa zvaigznāja atrodas **(9)** meteoru plūsmas radiants. Šīs plūsmas aktivitātes maksimums parasti ir pašā janvāra sākumā.

Starp **(10)** un **(11)** zvaigznājiem ir izvietojies skaists, neliels zvaigžņu pusloks jeb **(12)** zvaigznājs. Tā spožākā zvaigzne ir Gemma jeb, no latīņu valodas tulkojot, dārgakmens. Blakus esošais **(13)** zvaigznājs pēc sengrieķu mīta ir varonis, kurš veicis divpadsmit varoņdarbus, taču pie debesīm, varonim neatbilstoši, tas nav pārstāvēts ar īpaši spožām zvaigznēm. Šajā zvaigznājā atrodas arī divas ar zvaigznēm bagātas lodveida kopas. **(14)**, kas atrodas starp šā zvaigznāja ζ

un η , ir pati spožākā kopa debess ziemeļu puslodē. Netālu atrodas arī **(15)** jeb punkts, kura virzienā kustas Saules sistēma.

Laikam jau nav tāda cilvēka, kurš starp zvaigžņu tūkstošiem nevar atrast **(16)** zvaigznāju. Kausa roktura vidējā zvaigzne **(17)** ir labs redzes asuma pārbaudes veids – ja ar neapbruņotu aci var saskatīt mazāko dubultzvaigznes komponenti **(18)**, tad nešauboties var teikt: laba redze, brilles nav vajadzīgas! Daudz grūtāk jau ir saskatāms **(19)**, pēc šā zvaigznāja α jeb **(20)** vienmēr var noteikt, kur atrodas ziemeļi. Taču ne vienmēr ir bijis tā, jo **(21)** dēļ, kas rodas Saules un Mēness **(22)** iedarbībā, senāk par Zemes ziemeļpola orientieri ir kalpojušas citas zvaigznes, piemēram, pirms 3000 gadiem tā bija Kohabs jeb Mazā Lāča β . Arī apmēram pēc 3000 gadu ziemeļpols atradīsies jau Cefeja zvaigznājā.

(23) zvaigznājs atrodas tādā pašā leņķiskajā attālumā no debess ziemeļpola kā Lielais Lācis, tikai pretējā debess pusē. Tas atrodas tajā debess apgabalā, kuram cauri iet **(24)**. 1572. gadā šajā zvaigznājā uzliesmoja **(25)**, kas bija spožāka pat par Venēru. Mūsdienās šajā vietā atrodas vājš kosmiskā **(26)** avots.

Neapšaubāmi skaisti un ievērojami ir arī citi pavasara pusnaktī redzami zvaigznāji – **(27)**, kur atrodas Perseidu plūsmas radiants, Vērsis ar patiesi skaisto vaļējo zvaigžņu kopu **(28)**, kā arī **(29)** jeb latīniski – *Auriga*. Nevar nepieminēt vēl divus ekliptikas zvaigznājus – **(30)**, kur atrodas M 44 jeb Sile, un **(31)**, pie kura α jeb **(32)** atrodas Geminīdu meteoru plūsmas radiants.

Inga Začeste

ARTURS BALKLAVS

ASTRONOMIJAS INSTITŪTS, TŪKSTOŠGADI NOSLĒDZOT

2000. gadā Latvijas Universitātes (LU) Astronomijas institūtā (AI) zinātniskās pētniecības darbs notika četros zinātniskās pētniecības projektos un vienā programmā, kuru izpildi nodrošināja Latvijas Zinātnes padomes (LZP) piešķirtais, respektīvi, valsts budžeta finansējums, un divos līgumdarbos, kā izpildi nodrošināja atsevišķs, ne valsts budžeta finansējums. Strādāts tika arī pie 19 starpinstiūtu un starptautiskiem pētījumu projektiem, kuru finansēšana tāpat kā iepriekšējā gadā notika uz iekšējo resursu rēķina. Visi par valsts budžetu finansētie pētniecības projekti, kuri iesākās ar 1997. gada 1. janvāri, noslēdzās 2000. gada 31. decembrī, un LZP tika iesniegtas atskaites par sasniegtajiem rezultātiem, piešķirto līdzekļu izlietojumu, kā arī jauni pētniecības projektu pieteikumi. Pievērsisim uzmanību svarīgākajiem rezultātiem, kas sasniegti pētniecības projektu realizācijas gaitā.

Projekts *“Astrometriskā pavadoņa HIPPARCOS novērojumu datu apstrāde un vēlo spektra klašu zvaigžņu pētījumi starptautiskā Auksto oglekļa zvaigžņu ģenerālkatologa pilnveidošanai”* (vadītājs prof. Dr. phys. A. Balklavs-Grīnhofs, turpmāk – A. Balklavs).

– Izmantojot astrometriskā pavadoņa HIPPARCOS kataloga datus, noteikti tajā ietvertu oglekļa (C) zvaigžņu absolūtie lielumi. Tie rāda, ka C zvaigžņu izvietojums Hercšprunga–Rasela (H–R) diagrammās kopumā atbilst teorētiskajai atziņai par C zvaigznēm kā asimptotiskā zara milžiem, kas atrodas čaulveida hēlija degšanas fāzē, kuru pavada termiskas pulsācijas.

Taču veiktie pētījumi parādīja, ka starp HIPPARCOS C zvaigznēm ir arī grupa zvaig-

žņu, kuru starjauca ir mazāka par apakšējo robežu, pie kuras aizsākas asimptotiskā milžu zara termiskās pulsācijas. Domājams, ka šādu zvaigžņu eksistence ir saistīta ar dubultību un ar šīs dubultības izraisīto masu pārnesei, kuras iespaidā bijušās uz galvenās secības atrodošās dubultsistēmas komponentes (tagad – baltā pundura) apvāls ir pārņemts uz sistēmas sekundāro komponenti, tā radot zvaigzni, kas nonāk sarkanā milža stadijā ar čaulveida udeņraža degšanas enerģijas avotu un uzrāda pekulāru, t. i., C zvaigznei līdzīgu atmosfēras sastāvu. Atklātas arī dažas jaunas R un N tipa C zvaigžņu sadalījuma īpatnības H–R diagrammā.

Pēc spektriem, kas iegūti ar Birakanas Astrofizikas observatorijas (Armēnija) 2,6 m teleskopu (dispersija 101 un 136 Å/mm), balstoties uz AI Astrofizikas observatorijā (Riekstakalnā) izstrādāto metodiku, klasificētas ne tikai 247 C zvaigznes, bet arī noteikta C/O attiecība 89 vājo C zvaigžņu atmosfērās, kuras atrodas Galaktikas Perseja zarā un liecina par atšķirībām C zvaigžņu sadalījumā Perseja un Oriona zaros. Salīdzinot šo faktu ar teorētiskiem aprēķiniem par C zvaigžņu evolūciju uz asimptotiskā milžu zara, parādīts, ka arī smago elementu daudzums Perseja zarā ir lielāks.

Ar Baldones Šmita teleskopu turpināti atsevišķu, astrofizikāli ļoti intriģejošu C zvaigžņu kā, piemēram, AFGL 2881 = V366, CT Lac, RW LMi, DY Per fotometriski novērojumi un iegūti interesanti dati par šo zvaigžņu mainīgumu. Turpināta arī galaktikas M31 fotoģrafēšana tajā uzliesmojošo novu pētīšanai.

Ir pabeigts ļoti liels darbs pie *Starptautiskās Astronomijas savienības (SAS) Pekulāro sarkano milžu darba grupas* uzticētā *Galak-*

tikas Auksto oglekļa zvaigžņu ģenerālkataloga, kura starptautiski pazīstamais apzīmējums ir *CGCCS (General CGCCS – Catalogue Galactic Cool Carbon Stars)* pilnveidošanas, un jauna, t. i., trešā izdevuma – *CGCS (Catalogue Galactic Carbon Stars)* sastādīšanas, kas iznāks kā atsevišķs starptautiskā zinātniskā žurnāla “*Baltic Astronomy*” dubultnumurs 2001. gada sākumā (iepriekšējais, t. i., otrais, šā kataloga izdevums, kurš tika izdots 1989. gadā, daudzo jauno novērojumu datu dēļ ir ļoti novecojis). Sistematizētas 924 jaunas C zvaigznes, ar kurām papildināts jaunais kataloga izdevums. 400 zvaigznēm precizētas koordinātas, tostarp 300 zvaigznēm, izmantojot *HIPPARCOS* mērījumu datus, kā arī izdarīts visu ap 7000 *CGCS* iekļauto zvaigžņu koordinātu pārrēķins 2000. gada ekvinokcijai un veikta virkne citu darbu jaunā kataloga izdevuma pilnveidošanai un modernizēšanai. Ir izveidota arī šā kataloga elektroniskā versija ar nepieciešamajām servisa programmām objektu meklēšanai pēc dažādiem parametriem. Šis katalogs ir pieejams *SAS* starptautiskajā astronomisko datu bāzē Strasbūrā (Francija), kā arī būs pieejams *LU AI* mājaslapā. Šīs elektroniskās versijas papildināšana ar jauniem datiem un pilnveidošana tiks turpināta arī nākamajos gados.

Šajā projektā veikto pētījumu rezultāti bez jau pieminētā *CGCS* trešā izdevuma atspoguļoti arī 20 rakstos, kas publicēti starptautiskos zinātniskos žurnālos un citos izdevumos, sešos starptautisku zinātnisku konferenču ziņojumu kopsavilkumos un tēzēs un piecos starptautiskās konferencēs nolasītos ziņojumos un stenda referātos.

Izpildītāji – profesori *Dr. phys.* A. Alksnis, A. Balklavs, U. Dzērvītis, vadošais pētnieks *Dr. phys.* I. Eglītis un asistenti O. Paupers un I. Pundure.

Projekts – “*Vēlo evolūcijas stadiju zvaigznēs, Saulē un starpzvaigžņu vidē notiekošo fizikālo procesu pētījumi: nestacionārās parādības un ķīmiskā sastāva izmaiņas*” (vadītājs vadošais pētnieks *Dr. phys.* I. Šmēlds).

– Izmantojot izstrādāto programmu paketi, veikti starpzvaigžņu gāzes–putekļu mākoņu molekulāro koncentrāciju aprēķini. Modificēta fotoķīmisko reakciju ātruma starpzvaigžņu mākoņos aprēķinu programma. Izveidots programmu bloks, kas veido un izmanto H_2 un CO fotodisociācijas reakciju ātrumu datu bāzi.

Ņemta dalība Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC) radioteleskopa RT–32 sagatavošanā pirmajiem ļoti garas bāzes radiointerferometrijas jeb tā sauktās *VLBI (Very Long Baseline Interferometry)* novērošanas seansiem 92 cm garā vilnī, iesaistoties starptautiskā programmā ar Indijas, Itālijas, Krievijas, Ķīnas, Lielbritānijas un Zviedrijas piedalīšanos. Sagatavots objektu saraksts pirmajiem novērojumiem un veikti pirmie divi novērojumu seansi jeb sesijas.

Kopā ar Šternberga Astronomijas institūta (Maskava, Krievija) līdzstrādniekiem analizēti līdz šim veiktie dažu vēlo spektra klašu zvaigžņu (OH/IR) novērojumi optiskajā un radio diapazonā, izvēlēti objekti tālākai izpētei, izmantojot *VLBI* metodes, un sagatavots pieteikums novērojumu programmai Eiropas interferometrijas tīklā.

Turpinājās Saules atmosfēras augšējo slāņu izpētes darbi, izmantojot pasaules lielāko radioteleskopu datus. Saules uzliesmojumu un koronālo tranzientu analīze vairāku Saules apgrieziena laikā apstiprinājusi uzliesmojumu un tranzientu biežuma antikorelāciju.

Turpinājās arī pētījumi par zvaigznes apvalkā ģenerēto neadiabātisko triecienviļņu īpašībām agrajās pārnovu uzliesmojumu fāzēs un atklātas jaunas šo triecienviļņu izplatīšanās un transformāciju likumsakarības.

Teorētiski pētīti jautājumi par polarizēta starojuma pārnesei starpzvaigžņu vidē. Iegūta analītiska sakarība starp polarizēta starojuma lauku, ko rada anizotropi, bet sfēriski simetriski spīdoša sfēriska čaula homogēnā bezgalīgā izotropā vidē, un starojuma lauku, kuru rada plakans slānis. Šis rezultāts ļauj iegūt analītisku izteiksmi starojuma pārnesei vienādojuma sfēriski simetriskajai Grīna funkcijai.

Šajā projektā veikto pētījumu rezultāti atspoguļoti vienā starptautiskā zinātniskā žurnālā publicētā rakstā, 10 dažu ārzemju observatoriju zinātniskajos izdevumos un starptautisku konferenču izdevumos publicētajos referātos un ziņojumu kopsavilkumos, četros publicēšanai sagatavotajos rakstos un viena ziņojuma tēzēs, kā arī astoņos starptautiskās konferencēs nolasītos ziņojumos un stenda referātos un trīs ziņojumos VSRC rīkotajā sanāksmē 2000. gada 10.–11. aprīli.

Izpildītāji – vadošie pētnieki *Dr. phys.* E. Grasbergs, B. Rjabovs, I. Šmelds un pētnieks *Dr. phys.* J. Freimanis.

Projekts “*Satelītu sistēmu izmantošana precīzā laika, ģeodēzisko un ģeodinamisko pamatlīelumu noteikšanai starptautisko zinātnisko programmu sastāvā*” (vadītājs vadošais pētnieks *Dr. phys.* K. Lapuška).

– Turpināti ar starptautiskām programmām noteiktie darba uzdevumi par astrometrisko datu katalogu veidošanu starptautiskajos datu centros. Šo uzdevumu ietvaros veikti sistemātiski Zemes mākslīgo pavadoņu jeb satelītu augstas precizitātes optiskas lāzerlokācijas mērījumi, iegūto mērījumu datu pirmapstrāde un nosūtīšana datu uzkrāšanas un sadales centriem Eiropā un pasaulē, satelītu radiometriskie novērojumi un mērījumi, kā arī gruntsūdeņu līmeņu izmaiņu mērījumi gravimetrijas programmas ietvaros.

Visu šo mērījumu rezultāti publicēti divu starptautisku elektronisko datu katalogu (EDK) formā un izvietoti attiecīgajos starptautiskajos koordinācijas un datu uzglabāšanas centros. Par projektā veikto pētījumu rezultātiem dažādos ārzemju zinātniskajos izdevumos publicēti un sagatavoti publicēšanai arī vairāki zinātniski raksti, nolasīti referāti un ziņojumi dažādās starptautiskās zinātniskās konferencēs un sanāksmēs un aizstāvēta viena maģistra disertācija (I. Abakumovs).

Izpildītāji – vad. pētnieks K. Lapuška, pētnieki V. Lapoška un A. Pavēnis un inženieris I. Abakumovs.

Projekts “*Ventspils radioteleskopa RT–32 datorvadība un kosmisko objektu daudzkrāsu fotometrija ar koordinātu noteikšanu, izmantojot lādiņa saites matricu*” (vadītājs vadošais pētnieks *Dr. phys.* M. Ābele).

– Turpināta VSRC radioteleskopa RT–32 montāžas izpēte un vadības programmu sakārtošana darbam automātiskā režīmā. Pannākts, ka RT–32 var uzvadīt un likt sekot novērojamajam kosmiskajam objektam ar 12”–15” precizitāti.

Izgatavoti un uzstādīti papildu dipoli RT–32 jutības palielināšanai tālu kosmisku objektu novērojumiem, kopā ar I. Šmelda grupu radioteleskops sagatavots interferometrijas seansu veikšanai, kā arī kopā ar Krievijas radioastronomiem izdarīti sekmīgi kosmisko objektu novērojumi starptautiskā interferometrijas seansa laikā.

Kopā ar docenta G. Baloža (RTU) grupu izgatavots un pārbaudīts jauns apstarotājs (10–12) GHz diapazonam.

Izgatavots un uzstādīts apstarotājs un viļņvads otrajam VSRC radioteleskopam RT–16.

Turpināts darbs pie Baldones Riekstukalna Astrofizikas observatorijas Šmita sistēmas teleskopa modernizēšanas, pārejot no zvaigžņu fotografēšanas uz zvaigžņu starojuma reģistrēšanu ar lādiņsaistes jeb *CCD* matricu. Šim nolūkam izgatavota un pārbaudīta speciāla optiska sistēma teleskopa fokusa attāluma samazināšanai un gaismasspējas palielināšanai, lai paplašinātu teleskopa redzeslauku, ņemot vērā *CCD* matricas mazos izmērus; izvēlēti un pārbaudīti optiskie filtri daudzkrāsu fotometrijas vajadzībām; papildu optiskā sistēma, gaismas filtru pārslēdzējs un fokusēšanas sistēma izvietota speciālā kasetē, kas nostiprināma teleskopa fotokasetes vietā; sastādītas programmas rezultātu maketēšanai un apstrādei ar datoru, kā arī, ņemot vērā lielo zinātnisko interesi par C zvaigžņu spektru pētījumiem, izstrādāta speciāla spektrometra optiskā sistēma, kas ļaus operatīvi pāriet no fotometriskiem un koordinātu mērījumiem uz

spektrofotometriskiem mērījumiem, neizmanojot objektīva prizmu.

Šajā projektā veikto pētījumu rezultāti bez jau iepriekš uzskaitītajām izgatavotajām iekārtām un ierīcēm atspoguļoti arī 10 dažādos starptautiskos zinātniskos izdevumos publicētos zinātniskos rakstos, referātos, ziņojumos un ziņojumu kopsavilkumos.

Izpildītāji – vadošie pētnieki *Dr. phys.* M. Ābele, A. Alksnis, V. Gedrovics, J. Ozols, *Dr. habil. ing.* Z. Sika, *Dr. habil. phys.* J. Žagars, pētnieki A. Pavēnis, V. Lapoška, *Dr. paed.* I. Vilks, asistente I. Pundure, elektroinženieris K. Salmiņš, inženieris J. Vjaters un tehniķis D. Bezrukovs.

Zinātnisko pētījumu programmā *“Latvijas krasta zonas un pazemes hidrodinamisko procesu modeļošana”* iekļautā apakšprogramma *“Latvijas ģeoida precizēšana un tā sasaiste ar Ziemeļvalstu ģeoidu, izmantojot satelīttimetrijas metodes”* (apakšprogrammas vadītājs vadošais pētnieks *Dr. habil. phys.* J. Žagars).

– Ventspils rajona Irbenes ģeodinamiskajā poligonā starptautiskās mērījumu programmas ietvaros turpināti (jau trešo gadu) mērījumi ar augstākās precizitātes klases ģeofizikālo *GPS (Global Positional System – Globālā pozicionēšanas sistēma)* aparatūru *“Turbo Rogue SNR – 8000”*, kas ļauj iegūt ap

3000 koordinātu mērījumu diennaktī jeb vienu trīsdimensionālu mērījumu ik pēc 30 sekundēm. Šie mērījumi tiek izmantoti, lai precizētu Latvijas ģeoidu, t. i., pasaules okeāna vidējai virsmai atbilstošu Zemes gravitācijas lauka ekvipotenciālo virsmu Latvijas teritorijā, un piesaistītu šo ģeoidu Ziemeļvalstu ģeoidiem. Ģeoida pētījumiem, kā zināms, ir patstāvīga ģeofizikāla vērtība, jo tie satur informāciju par masas sadalījumu Zemes iekšienē un procesiem, kas tur notiek, kā arī tiem ir praktiska nozīme ģeoloģijā un ģeodēzijā. Mērījumu dati tiek ievietoti Čalmeras Tehnoloģiskās universitātes serverī **gere.oso.chalmers.se** Gēteborgā.

Šo darbu gaitā Latvijas ģeoida precizitāti ir izdevies paaugstināt divas reizes, taču modelēšana un tās rezultātu analīze ir parādījusi, ka jūtama ģeoida precizitātes uzlabošana ar esošo mērījumu materiālu (virs 5–6 cm) vairs nav iespējama. Lai sasniegtu Eiropā pieņemto augstāko precizitātes līmeni (kļūda ap 2 cm), nepieciešams piesaistīt ievērojamu jaunu gravimetrisko mērījumu datu masīvu, ko pakāpeniski uzkrās Valsts Zemes dienests savu iespēju un nākotnē atvēlētā finansējuma ietvaros.

Pētījumu rezultāti atspoguļoti arī divās starptautiskos izdevumos ievietotās zinātniskās publikācijās.

Izpildītāji – vad. pētnieks J. Žagars, pētnieki V. Lapoška un K. Salmiņš, ģeofiziķis J. Kaminskis, kā arī Astronomijas institūtā nestrādājošais Zemes dienesta speciālists R. Forsbergs.

Astronomijas institūtā 2000. gadā turpināta arī divu K. Lapuškas vadīto līgumdarbu, proti, *“Satelītu lāzerlokācijas programmas, tai skaitā projekti starptautiskajā programmā “ERS – 1 + ERS – 2 Mission” un projekts “CHAMP Mission”* un *“Valsts ģeodēziskās koordinātu sistēmas nullpunkta uzturēšana Globālajā ģeodēzisko koordinātu sistēmā un Eiropas sistēmā EUREF”* izstrādāšana. Ar *“ERS – 1 + ERS – 2 Mission”* novērojumiem ir saistīta distanciālās zondēšanas satelītu borta al-



Astronomijas institūta darbinieki Ziemassvētku pasākumā Institūta bibliotēkā 2000. gada 22. decembrī.

I. Vilka foto

timetru kalibrēšana, izmantojot lāzerlokācijas mērījumus, un šo satelītu navigācijas nodrošinājums, bet ar projektu "CHAMP Mission" – Zemei tuvā magnētiskā lauka un gravitācijas lauka izpēte.

Starpinstitūtu un starptautiski zinātniskās pētniecības un tehniskās sadarbības projekti, kuros 2000. gadā bija iesaistīti LU AI līdzstrādnieki, nesaņemot par to, kā jau atzīmēts, atsevišķu finansējumu un atalgojumu, bija šādi (iekavās uzrādīti projektā iesaistītie AI zinātnieki un sadarbības partneri): "Pētījumi par C/O attiecību Galaktikas dažādos apgabalos" (I. Eglītis, LZP fundamentālo pētījumu projekts Nr. 96. 0036); "Pētījumi par C zvaigzņi CIT6" (A. Alksnis, LZP fundamentālo pētījumu projekts Nr. 96. 0173. 1); "Sadarbība saskaņā ar "Agreement on cooperation in radioastronomy" ar Zviedrijas Karalisko Zinātņu akadēmiju" (A. Balklavs, VSRC); "Satelītu lāzerlokācijā lietoto pikosekunžu laika intervālu mērītāju izveidošana un pārbaude. Elektronikas mezgļu izstrāde signālu analīzei un apstrādei" (K. Lapuška, LU Elektronikas un datorzinātņu institūts); "Oglekļa mainīgvai zvaigznes AFGL 2881=V366 Lac fotometriskie pētījumi" (A. Alksnis, Sanktpēterburgas Valsts universitātes Astronomijas institūts); "Novu novērojumi galaktikā M 31 un apgabalā ap to" (A. Alksnis, Maskavas Valsts universitātes Šternberga Astronomijas institūts); "Lielas bāzes interferometrijas sesija 92 cm frekvencē starptautiskā programmā ar Indijas, Itālijas, Krievijas, Ķīnas, Lielbritānijas un Zviedrijas piedalīšanos" (I. Šmelds un B. Rjabovs, VSRC, Maskavas Enerģētikas institūta Speciālais konstruktoru birojs un Nižņijnovgorodas Radiofizikas institūts); "Starpzvaigžņu gāzes-putekļu mākoņu B1, B5, TMC-1, L379 radionovērojumu analīze un interpretācija" (I. Šmelds, Krievijas ZA Astrokosmiskais centrs); "OH/IR vēlo spektra klašu zvaigžņu novērojumi optiskajā un radiodiapazonā" (I. Šmelds, Maskavas Valsts universitātes Šternberga Astronomijas institūts); "Satelītu lāzerlokācijas programma. Lāzerteleskopu uzstādīšana un mo-

dernizācija" (K. Lapuška un M. Ābele, Ļovas Nacionālā universitāte un Užgorodas Valsts universitāte); "Satelītu lāzerlokācijas, globālās vietošanas sistēmas un gravimetrijas programmas" (K. Lapuška, Somijas Ģeodēzijas institūts); "Lāzerteleskopa modernizācija" (M. Ābele un A. Pavēnis, Somijas Ģeodēzijas institūta Metsahovi observatorija); "Globālās vietošanas sistēmas programmas EUREF, IGS" (K. Lapuška, Čalmeras Tehnoloģiskās universitātes Onsalas Kosmiskā observatorija); "GPS mērījumi Irbenes ģeodinamiskajā poligonā" (J. Žagars un V. Lapuška, VSRC, Čalmeras Tehnoloģiskās universitātes Onsalas Kosmiskā observatorija); "Laika mērīšanas un satelītu lāzerlokācijas programmas" (K. Lapuška, Degendorfas Tehniskā augstskola); "Saules koronālā magnetogrāfēšana ar radiometodēm" (B. Rjabovs, Florences universitāte); "Satelītu lāzerlokācijas programma" (K. Lapuška, NASA Godarda Kosmisko lidojumu centrs); "Saules aktīvo apgabalu ar koronālo strimeru magnētiskā lauka analīze, izmantojot Mees Saules observatorijas magnetogrāfisko novērojumu materiālus" (B. Rjabovs, Montanas štata universitāte); "Astronomijas mācību metodikas izstrāde programmā "Astronomy in New Millennium" (Astronomija jaunajā gadu tūkstoši). Dalībvalstis: Latvija, Portugāle, Somija, Spānija, Vācija" (I. Vilks, Eiropas Savienības programma SOCRATES-COMENIUS Action 3.1); "Ģenerālkataloga CGCCS papildināšana un pilnveidošana" (A. Alksnis, A. Balklavs, U. Dzēvītis, I. Eglītis, O. Paupers un I. Pundure, SAS Pekulāro sarkano milžu darba grupa); "Komētu novērojumi ar Baldones Riekstikalna Šmita teleskopu" (A. Alksnis, I. Eglītis, O. Paupers un I. Pundure, NASA un ESA Saules augstplatuma vēja pētniecības kosmiskās misijas ULYSSES komētu starptautiskās novērošanas programma).

Tāpat kā iepriekšējā gadā var atzīmēt līdzdalību starptautiskajās organizācijās – Starptautiskajā Astronomu savienībā (IAU; M. Ābele, A. Alksnis, A. Balklavs, K. Lapuška, I. Šmelds,

J. Žagars, I. Vilks), Eiropas Astronomu biedrībā (*EAS*; A. Alksnis, A. Balklavs, I. Eglītis, B. Rjabovs, I. Šmelds, J. Žagars), Starptautiskajā Amatieru profesionāļu fotoelektriskās fotometrijas biedrībā (*I. A. P. P. P.*; A. Balklavs), Eiropas Ģeofizikas biedrībā (*EGS*; J. Žagars), Eiropas Astronomijas izglītības asociācijā (I. Vilks – biedrs un nacionālais pārstāvis), Eirāzijas Astronomijas biedrībā (A. Alksnis, I. Eglītis, I. Šmelds), Klusā Okeāna Astronomijas biedrībā (I. Eglītis), kā arī darbu Latvijas Zinātnes padomes (LZP) 3. nozaru ekspertu komisijā (A. Balklavs, J. Žagars), VSRC Starptautiskajā konsultatīvajā padomē (A. Balklavs, J. Žagars), darbu zinātnisko žurnālu “*Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*” un starptautisko žurnālu “*Baltic Astronomy*” un “*Astronomical and Astrophysical Transactions*” redakcijas kolēģijās (attiecīgi A. Balklavs un I. Šmelds), darbu populārzinātnisko žurnālu “*Zvaigžņotā Debess*” un “*Terra*” redakcijas kolēģijās (attiecīgi A. Alksnis, A. Balklavs, I. Pundure, I. Vilks un I. Vilks), ekskursiju vadišanu AI Astrofizikas observatorijā Baldones Riekstukalnā (ap 800 ekskursantu 30 grupās), interešu iepazīstināšanu ar AI un zvaigžņotās debess demonstrējumus AI Astronomiskajā tornī LU ēkā, Raiņa bulvārī 19 (ap 1000 interesentu 52 grupās), ekskursiju vadišanu F. Candra memoriālajā muzejā un vēl citas aktivitātes kā, piemēram, darbs ar bakalauriem un maģistriem (M. Ābele, A. Alksnis, A. Balklavs, U. Dzērvītis, I. Eglītis, B. Rjabovs, I. Šmelds, J. Žagars), darbs Latvijas Astronomijas biedrībā (I. Šmelds – prezidents, A. Balklavs, I. Vilks – valdes locekļi), lekciju cikli, kursi un atsevišķas lekcijas par dažādiem astronomijas jautājumiem studentiem un citiem interesentiem (M. Ābele, A. Balklavs, I. Šmelds, I. Vilks, J. Žagars), mācību darbs vairākās skolās, vairāk nekā desmit uzstāšanās radio un televīzijā (A. Balklavs, I. Eglītis, I. Šmelds, I. Vilks, J. Žagars), vairākas intervijas Latvijas laikrakstos un žurnālos (A. Balklavs, I. Šmelds, I. Vilks, J. Žagars) utt.

Starptautiskās sadarbības ietvaros AI līdzstrādnieki E. Grasbergs, K. Lapuška, A. Pavēnis, B. Rjabovs, K. Salmiņš un I. Šmelds ilgāku vai īsāku laiku ir bijuši vairākos komandējumos ārzemēs (Krievija, Anglija, Somija, Vācija, Ukraina) gan, lai uzstātos konferencēs ar ziņojumiem par veiktā darba rezultātiem, gan, lai strādātu pie kopējiem pētījumiem.

Joprojām ļoti liels ir AI ieguldījums VSRC darbībā un attīstībā, un šobrīd AI līdzstrādnieki M. Ābele, B. Rjabovs, I. Šmelds un J. Žagars lielā mērā uztur un nodrošina šā centra kā **zinātniskas** pētniecības iestādes funkcionēšanu.

Savu darbu un veikumu kontā AI atkal var ierakstīt “*Zvaigžņotās Debess*” 2000. gada četru laidienus, kā arī “*Astronomiskā kalendāra 2001*” sagatavošanu un izdošanu.

2000. gadā LU AI, kuru var uzskatīt par Latvijā veikto astronomisko pētījumu bāzes institūtu, zinātniskās pētniecības un citus darbus veica ap 20 darbinieku, starp tiem 14 zinātņu doktori un viens habilitēts zinātņu doktors, no kuriem 11 strādāja pamatdarbā, bet 3 – kā blakus darbā.

Kopējais finansējums, ko LZP 2000. gadā bija piešķīrusi LU AI zinātniskās pētniecības, infrastruktūras uzturēšanas un citu vajadzību nodrošināšanai, t. i., finansējums no Latvijas budžeta līdzekļiem, sadalījās šādi: zinātniskās pētniecības projektiem un programmām – Ls 43 112, Astrofizikas observatorijas Baldones Riekstukalnā darbības nodrošināšanai – Ls 14 894, populārzinātniskā žurnāla “*ZuD*” izdošanai – Ls 5 320. Šādas izmaksas tik iespējams darba apjomam diez vai var uzskatīt par atbilstošām, tātad Saeima un valdība arī 2000. gadā Latvijas zinātnieku, tostarp astronomu, darba nodrošināšanu nav uzskatījusi par pienācīga finansējuma cienīgu, atstājot šo darbu veikšanu zinātnieku entuziasma un patriotisma ziņā. Šādu attieksmi nekomentēsim, jo tā pati par sevi ir izsmeljoša liecība par Latvijas valdošo aprindu kvalitāti, t. i., spēju domāt Latvijas attīstības, Latvijas nākotnes perspektīvu kon-

tekstā, jo šī perspektīva, kura visā pasaulē balstīsies uz visjaunākajām zinātnes atziņām un ar tām saistītajām tehnoloģijām, bez atbilstoša limeņa augstākās izglītības un zinātnes vispār nav iedomājama, ja vien, protams, par šādu "vilinošu" perspektīvu neuzskata kā intelektuāli, tā arī ekonomiski atpalikušas valsts statusu.

Augstu novērtējumu 2000. gadā izpelnījās AI līdzstrādnieks M. Ābele, iegūdamas LZA Fridriha Candra balvu astronomijā par darbu kopu "*Astronomisko instrumentu konstruēšana un automatizācija*".

Informāciju par LU AI var gūt arī Interneta mājaslapā <http://www.lza.lv/inst/in06.htm>. 🐼

ŠOPAVASAR SVINAM 🐼 ŠOPAVASAR SVINAM 🐼 ŠOPAVASAR SVINAM



Foto no I. Eglīša personiskā arhīva

šanas aparāturu un spektru apstrādes metodes, bet no 1980. gada kā neklātienes aspirants turpat turpina specializēties zvaigžņu spektrofotometrijā PSRS ZA akadēmiķa Aleksandra Bojarčuka vadībā. Krimas observatorijā, kā arī Baldones Riekstukalna observatorijā iegūtais apjomīgais novērojumu materiāls un tā izpēte vainagojas ar fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta (tagad *Dr. phys.*) grāda iegūšanu 1988. gadā (*sk. Z. Alksne. "Ilgmārs Eglītis – Radioastrofizikas observatorijas zinātņu kandidātu saimē" – ZvD, 1989. g. pavasarī, 65–66. lpp.*).

I. Eglītis aktīvi piedalījies vājo oglekļa zvaigžņu novērošanā ar Baldones Riekstukalna Šmita teleskopu, izstrādājis infrasarkanā emulsiju jutības paaugstināšanas metodes, tādējādi veicinot īpaši vāju, agrāk nezināmu oglekļa zvaigžņu atklāšanu. Publicējis ap 50 zinātnisku darbu.

Pirmo reizi "*Zvaigžņotajā Debesī*" publicējies ar rakstiem "*Miglāja M20 starojums*" un "*Divas interesantas trīskāršas zvaigznes*" 1976. gada rudenī (17. un 18. lpp.).

1999. gada janvārī saņēmis 1991. gada Barikāžu dalībnieka piemiņas medaļu. Gādīgs ģimenes tēvs. Praktizējas arī savā zemnieku saimniecībā "*Mežmaļi*".

Labu veiksmi turpmākajā zinātniskajā un arī pedagogiskajā darbā Baldones vidusskolā, kurā I. Eglītis iesaistījies kopš 1998. gada!

Pirms **50 gadiem** – 1951. gada 4. aprīlī Jūrmalā dzimis latviešu astronoms **Ilgmārs Eglītis**, LU Astronomijas institūta (līdz 1997. gadam LZA Radioastrofizikas observatorijas) zinātniskais līdzstrādnieks kopš 1974. gada, tūlīt pēc tam, kad bija absolvējis LVU Fizikas un matemātikas fakultāti un ieguvis fiziķa kvalifikāciju (ar specializāciju astrofizikā).

Baldones Riekstukalna observatorijā I. Eglītis iedziļinās zvaigžņu fotografiskajā fotometrijā un iegūst iemaņas fotometriskajos un spektrālajos novērojumos. 1977. gadā kā stažieris pētnieks viņš uz diviem gadiem dodas uz Krimas Astrofizikas observatoriju, lai vispusīgi apgūtu zvaigžņu spektru uzņem-

Ilgā Daube

IEROSINA LASĪTĀJS

IRENA PUNDURE

“..ASTRONOMIJAS ZINĀŠANAS IR OBLIGĀTI NEPIECIEŠAMAS MODERNAJAM CILVĒKAM” (LASĪTĀJU APTAUJAS'99 APKOPOJUMS)

Jau desmit gadus pēc kārtas “Zvaigžņotās Debess” redakcijas kolēģija ir aicinājusi savus lasītājus vērtēt populārzinātniskā gadalaiku izdevuma saturu, un desmito gadu mums ir atsaukušies “ZvD” lasītāji (*sk. pirmo aptaujas apkopojumu “Lasītājs par “Zvaigžņoto Debese””, kas publicēts tieši pirms 10 gadiem – “ZvD”, 1991. g. pavasaris, 62.–67. lpp.*). Paldies par visām atbildēm, it īpaši par kritiskām! Pateicoties Jūsu vēstulēm, žurnālā ir radušās arī jaunas nodaļas, piemēram, “Latvijas zinātnieki”, “Ierosina lasītājs”, “Jautā lasītājs”, tagad arī “Jauniešu astronomijas klubā”.

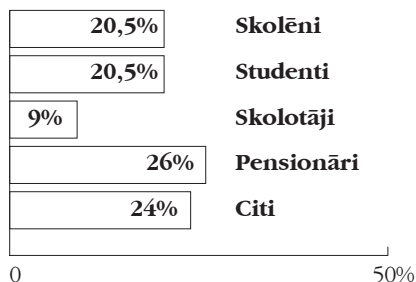
“Jāatzīst, ka atbildēt uz “ZvD” aptauju jautājumiem ir arvien grūtāk gadu no gada. Žurnāla tematikai paplašinoties un rakstiem kļūstot interesantākiem, vieglāk būtu nosaukt neinteresantākās publikācijas,” – vērtē Zigurds Grīnfelds, pensionēts ģeodēzists un šoferis no Skrīveriem, kurš “Zvaigžņoto Debese” lasot kopš iznākšanas.

“Aptaujas anketā ir jautāts par interesantākajiem rakstiem, kā arī par to, kuru rakstu varētu ieteikt konkursam. Man grūti atbildēt, jo žurnāls man patīk tāds, kāds tas ir, un kaut ko izcelt vai nopelt nevaru,” – piebilst Arnis Beniks, pensionēts dārziņnieks no Tukuma rajona Viesatām, aptaujas lapai pievienojis aprakstu, kā ar mazbērniem novērojis 1999. gada Saules aptumsumu un kā sācis iepazīties ar kosmosu un tā uzbūvi; žurnāla noformējumu arī vērtē kā ļoti izdevušos, sevišķi pēdējos numurus.

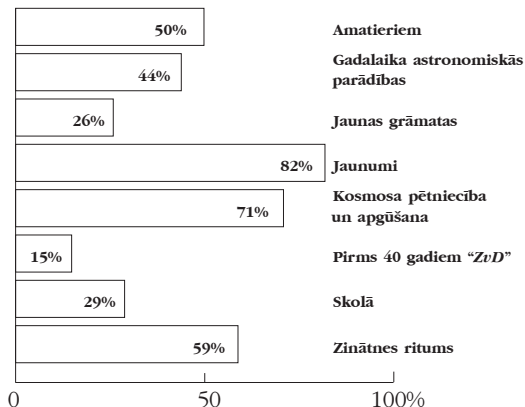
Un tomēr par **interesantāko** atzīts J. Jaunberga un K. Kārķliņa raksts “**Cilvēki uz Marsa**” (32% aptaujas dalībnieku), seko G. Vilkas,

M. Gilla, I. Vilka raksts “**Divi tūkstoši kilometru divu minūšu dēļ**” (29%), tad ar vienādu punktu skaitu (26%) trīs raksti: A. Balklava “**Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa**”, K. Bērziņa “**Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģisko uzskatu attīstība**” un I. Vilka “**Orbitālās observatorijas turpmāk**” (pavisam minēti 30 autoru 54 raksti). Paši populārākie **autori** 1999. gada laidienos ir **Jānis Jaunbergs**, Arturs Balklavs un Andrejs Alksnis.

“Lasu visu, daudz kas nepaliek atmiņā, ne visu līdz galam saprotu, taču mūsdienīgs skats uz Visumu, tā rašanos un attīstību veidojas,” – pārliecināts Kārlis Skrastiņš, neirologs no Cēsīm, atzinīgi vērtēdams arī iespēju pašam piedalīties “ZvD” rīkotajos “**Domu rīkstu**” u. c. konkursos, un novēl “ZvD” nesaņā-



Aptaujā piedalījušos sastāvs pēc nodarbošanās (% no dalībnieku skaita). Aptaujas dalībnieku – “Zvaigžņotās Debess” pazinēju – spektrs ir vienmērīgs: viņu vidū ir gan tie, kas lasa “ZvD” kopš iznākšanas, t. i., vairāk nekā 40 gadus, gan tie, kas to tikko iepazīnuši, t. i., lasa 1–2 gadus, turklāt pēdējie, kā jau tam jābūt, ir pārsvarā.



Kādas tematikas nodaļas patikušas vislabāk? Lasītāji papildus ir nosaukuši gandrīz visas diagrammā neminētās nodaļas, kas bijušas "ZvD" 1999. gadā, taču visbiežāk: "Atziņu ceļi", "Hipotēžu lokā", "Marss tuvlānā", "Par laika skaitīšanu un trešās tūkstošgades sākumu" (daudzi lasītāji to ir atzinuši kā ļoti savlaicīgu).

ties pseidozinātnieku vēlmei drukāties ("ZvD" lasa apmēram 20 gadus).

"Sliktu rakstu nav, lasāms viss no pirmās līdz pēdējai lappusei," – iepriecina Leontīne Rubene, fizikas skolotāja no Dobeles, kuru pārņēmušas patiesas dusmas, ka skolā astronomiju nemāca un prese pilna ar horoskopiem. Par vislabāk patikušajām viņa atzinusi arī nodaļu "Par laika skaitīšanu" ("ZvD" regulāri lasa 34 gadus).

Par **labāko** populārzinātnisko **publikāciju 1999. gadā** atzīts **Artura Balklava** raksts "**Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa**". No lasītāju nosauktajām kopskaitā 16 lielāku ievēribu vienādi ir ieguvušas vēl divas publikācijas – Imanta Vilka "Dažas pārdomas par cilvēka vietu Universa attīstībā" un Guntas Vilkas, Mārtiņa Gilla un Ilgoņa Vilka "Divi tūkstoši kilometru divu minūšu dēļ".

"Daudzreiz domāju, ka jums tik ļoti derētu "ielauzties" "LA" ar to Balklava rakstu (sk. "Vai pestīšana var sekmēt pedagoģiju?" – "ZvD", 1998./99. g. ziema, 64.–68. lpp. – I. P.) par

astroloģiju," – iesaka Uldis Dravants, pensionēts amatnieks no Cēsu rajona Skujenes pagasta ("ZvD" lasītājs apmēram 20 gadus), taču, zinot "LA" ("Laiķu Avīze") milzīgo īpatsvaru un to, ka arī tā publicē tos pašus horoskopus, pats atzīst, ka tas ir pietiekami utopiski: "LA" tomēr nebūtis tā, kas horoskopu dēļ metis kažoku uz otru pusi, kā to izdarījuši daži nožēlojami mācīti astronomi." Mūsu lasītājs iesaka arī kaut kā palielināt abonētāju skaitu vai vismaz ieviest "ZvD" skolu programmā, bet, kā rāda mūsu nesen veiktā aptauja vienā no Astronomijas skolotāju asociācijas semināriem, "ZvD" neabonē pat tajās skolās, kur oficiāli māca astronomiju (izņēmums ir Rīgas Valsts 1. ģimnāzija).

Taču, neraugoties uz to, ka astronomiju skolā nemāca, mums raksta skolēni un interesējas, kā tikt pie tām grāmatām, kas bijušas aprakstītas "Zvaigžņotajā Debess" (Reinis Danne, pamatskolas beidzējs no Talsu rajona Lubes pagasta, kas "Zvaigžņoto Debess" lasa kopš 1998. gada un kam to pasūta tētis). 1999. gadā "ZvD" aplūkotās grāmatas varat meklēt Rīgā: LU Akadēmiskajā grāmatnīcā, Basteja bulvārī 12, grāmatu namā "Valters un Rapa" Aspazijas bulvārī 24. Vēl var interesēties tajos apgādos, kas šīs grāmatas ir laiduši klajā, parasti autors tos ir norādījis. Tiem skolēniem no novadiem, kas vēlas, bet tāluma dēļ netiek uz jauno astronomu saietiem, kaut nelielu ieskatu tajos sniegs lappuse "Jauniešu astronomijas klubā".

"Atzīstami, ka daudzi raksti pievērsušies kosmoloģijas atziņām saistībā ar mūsdienīgu pasaules skatījumu. Joprojām uzskatu, ka **astronomijas zināšanas ir obligāti nepieciešamas modernajam cilvēkam**," – uzsver Ēriks Freidenfelds, ārsts no Jelgavas ("ZvD" uzticīgs jau ceturtdaļgadsimtu). "Lai jaunā paaudze izaug par zinātkāriem ar iniciatīvu apveltītiem pilsoņiem, nevis par bezgribas truliem patērētājiem," – novēl Arturs Vaišļa, starptautisko publisko tiesību doktors no Rīgas raj. Mārupes ("ZvD" lasītājs kopš 1991. gada). Un "Zvaigžņotās Debess" redakcijas kolēģija tikai pievienojas saviem

aktīvistiem: mēs dzīvojam kosmosa apgūšanas laikmetā. Vai Tu gribi būt tam piemērots?

“Vēlētos, lai šogad nebūtu neskaidrību, pasūtīt šo brīnišķīgo izdevumu!” – raksta **Laimons Cērpiņš**, patērētāju biedrības darbinieks no Madonas (gadalaiku izdevuma abonētājs apmēram 15 gadus). Ceram, ka vismaz šim mūsu lasītājam šogad neskaidrību nav, jo viņš un vēl četri aptaujas dalībnieki – **Uldis Dravants**, pensionēts remontstrādnieks no Cēsu rajona Skujenes pagasta, **Boriss Redkins**, skolnieks no Rīgas, **Leontīne Rubene**,

fizikas skolotāja no Dobeles, un **Valters Topovs**, skolnieks no Rīgas – ir laimējuši “ZvD” abonementu 2001. gadam (izloze notika redakcijas kolēģijas sēdē 2000. gada 22. martā). Sveicam!

Rakstiet mums arī nākamajā simtgadē (tūkstošgadē)! Gaidisim! Atvainojiet, ka nespējam laikā izpildīt visas jūsu ierosmes! Vēlam arī turpmāk nezaudēt interesi par pāri mums klātās zvaigžņotās debess mūžīgo izaicinājumu. *“Zvaigžņotā Debess”* būs kopā ar jums. Sirsnīga pateicība par līdzšinējo atbalstu. 🐦

NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☘ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☘ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

Mēness aptumsuma redzamība Aizputē 9.01.2001. Šajā pelēkajā ziemā, kurā ir tik maz saulainu dienu un zvaigžņotu nakšu, pilno Mēness aptumsumu 9. janvārī Aizputē tomēr izdevās novērot, kaut gan vēlāk pa radio ziņoja, ka Kurzemē tas neesot bijis redzams.

Vērot sāku plkst. 20³⁰ jau pirms pirmā kontakta. Debesis klāja tumši, vēdzīti mākoņi, starp kuriem reizēm pavīdēja gaišums, norādot uz Mēness atrašanās vietu. Tas viesā cerības, ka kādā brīdī Mēness varētu būt redzams. Retas lietus lāses un mākoņaina debess turpinājās līdz plkst. 22⁰⁰. Tad pēkšņi apvidus Dvīņu zvaigznājā, kurā atradās Mēness, noskaidrojās un skatam atklājās pilnīgi Zemes ēnā iegrimušais “mūsu nakts spīdekļis”. Aptumsuma krāsa – tumši sarkanīgi brūna ar stipri gaišāku augšmalu. Laikam ritot, arvien gaišāka kļuva Mēness kreisā puse, izveidojot arvien plataku sirpi pelēcīgi dzeltenīgā nokrāsā, kamēr pārējā daļa bija stipri tumša. Tas liecināja, ka tuvojas pilnās aptumsuma fāzes beigas. Kad parādījās spoža Mēness maliņa, tā stipri kontrastēja ar aptumšoto, lai arī gaišāko daļu. Vērot varēju līdz plkst. 23⁰⁰, kad debesis pilnīgi satumsa un sākās spēcīga lietus gāze.

Skalā no 0 (pilnīgi tumšs) līdz 4 aptumsuma krāsu tumšākajā daļā varētu vērtēt ar 1 līdz 2, gaišākajā – ar 4.

Rota Saveļjeva

Cien. “Zvaigžņotā Debess”! Paldies par Astronomisko kalendāru 2001. gadam! Tajā ir vispusīgas astronomiskās ziņas, dievturu iezīmdienas, pat Veļu laiks! Tāpat kristiešu svētki un ievērojamās dienas un tomēr, atvainojiet, kaut kas ir aizmirsts. Tā ir kristiešu Lielā lūdzamā diena jeb Kristus darba iesākums. To atzīmē 39 dienas pirms Lieldienām (trešdienā), šogad 7. martā (nedēļu pēc Vastlāvjiem). Otra aizmirstā diena ir Debessbraukšanas diena – Kristus debesis uzņemšanas un Svētā Gara apsolišanas diena. Tā ir 10. diena pirms Vasarasvētkiem – ceturtdiena. Šogad tā būtu 24. maijā. Citiādi viss kārtībā. Abas šīs minētās dienas kristiešiem ir svētas, kad nedrīkst strādāt laicīgos darbus, vispār visu to, ko var nedarīt. Kristieši gan paši prot šīs dienas izrēķināt un atzīmēt tāpat. Bet tie, kam tās svešas, tie tik un tā nesvētis...

Labas sekmes nākamā gada – 2002. kalendāra sastādīšanā!

Inta Mežaraupe Viesīte

Kā skaidrot Visuma attīstību un neaizskart tos, kuri burtiski un fanātiski uztver Bībelē teikto par pasaules radīšanu?

Edgars Tiltiņš no Elejas

PASAULES RADĪŠANA – BĪBELE UN ZINĀTNE

Apsverot jautājumu un mēģinot uz to atbildēt, pirmkārt, ir jāņem vērā, ka tos, kuri *burtsiski un fanātiski* uztver Bībelē teikto par pasaules radīšanu, neaizskart vispār ir gandrīz neiespējami. Šādi cilvēki parasti vienmēr jūtas aizskarti, ja sastopas ar viedokļiem, kas nesašķir ar viņu uzskatiem, ar viņu ticībā pieņemtajām dogmām. It sevišķi tas attiecas uz fanātiķiem, jo viņu domāšana ir centrēta tikai uz viņu ticību, bet prāts kā īstenības un tās būtības izziņas instruments, kuram raksturīga arī tāda aktivitāte kā šaubas, vai nu pilnīgi netiek lietots, vai arī šī lietošana tiek ļoti stipri ierobežota. Šiem cilvēkiem ir raksturīgi, ka viņi ir atraduši savu, viņuprāt, vienīgi iespējamo patiesību un tā viņus pilnīgi apmierina. Tālāki meklējumi, viņuprāt, līdz ar to vispār nav vajadzīgi un tādēļ arī netiek veikti. Diskusijas ar viņiem faktiski ir neauglīgas.

Otrkārt, diemžēl jāatzīst, ka šā skaidrojumā nav iespējams izanalizēt un izvērtēt visus šā ļoti sarežģītā jautājuma aspektus un nianšes, tāpēc turpmākajā izklāstā pievērsisim uzmanību tikai dažiem, taču, manuprāt, ļoti būtiskiem pieturpunktiem.

Diskusija tādā ir iespējama tikai ar tiem, kas patiesību meklē, t. i., ar tiem, kuri vēl nav sasnieguši sev pieņemamu vai šķietamu galapunktu, kuri ir ceļā uz šo patiesību un ir gatavi šo ceļu turpināt, paveroties jauniem apvāršņiem. Ar *patiesību* te, protams, domāta īstenības, realitātes, *esamības* būtības gan

visaptveroša jeb globāla, gan pēc iespējas padziļināta jeb detalizētāka izpratne.

Šādi cilvēki, apzinoties savas cilvēciskās varēšanas, galvenokārt jau saprāta spēju ierobežotību, savas uztveres un domāšanas nepilnības un neizbēgamās kļūdas, kritiski vērtē visu sasniegto, t. i., nav aizvērti šaubām un vēlmēm iegūtās atziņas pārbaudīt un saskaņot ar jaunām zināšanām, gan pieejamai informācijai paplašinoties, gan izziņai padziļinoties. Turklāt principā ir vienalga, vai šī *patiesība* tiek meklēta, balstoties uz ticības pārliecībā iegūtiem priekšstatiem vai pamatojoties uz zinātnes atziņām par reālo pasauli.

Ja ir pieņemama šāda pieeja, t. i., ka *patiesību*, kā to rāda arī visa līdzšinējā civilizācijas attīstības vēsture, cilvēki atklāj (vai ka *patiesība, respektīvi, absolūtā patiesība*, atklājas) tikai soli pa solim, pakāpeniski jeb asimptotiski tai tuvojoties, tad ir jāņem vērā, ka *esamība* sastāv vismaz no divām pasaulēm – materiālās un garīgās – un ka abas šīs pasaules ir vienlīdz *reālas* (sk. arī autora rakstu “*Esamības būtība*” – “*Zvaigžņotā Debess*” (“*ZvD*”), 2000./2001. g. ziema, nr. 170, 39.–43. lpp.). Un ir jāņem vērā arī tas, ka cilvēks vienlaikus ir piederīgs (var teikt arī – apdzīvo) abām šīm pasaulēm, jo ir ne tikai fiziska, bet arī, un varbūt pat galvenokārt, garīga būtne.

Zinātnes *pamatuzdevums* ir izziņāt materiālo pasauli. Pamatuzdevums tiek uzsvērts tādēļ, ka zinātne faktiski sākas tikai tur, kur ir kaut kas *nomērāms*, t. i., tādi vai citādi nosverams, hronometrējams, izmērāms, objektīvi salīdzināms utt., un tādi ir visi materiālās pa-

saules objekti, parādības un procesi. Lai gan zinātne, piemēram, psiholoģija, paver ieskatu arī cilvēka garīgajā pasaulē un dod tajā notiekošā skaidrojumus, balstoties uz pētījumiem par šīs pasaules ārēji novērojamām un līdz ar to mērāmām un analizējamām izpausmēm, taču tas jau ir cita apraksta temats.

Priekšstatus un izpratni par fizisko, par materiālo pasauli zinātne sintezē, šo pasauli pētot, t. i., novērojot, mērot, eksperimentējot utt., un ar loģikas palīdzību sakārtojot pētījumu rezultātus noteiktās sistēmās, tādējādi veidojot plašāku vai šaurāku parādību loku aptverošas teorijas. Zinātnes ceļš ir galvenokārt ceļš no atsevišķā uz vispārīgo, no atsevišķas parādības, objekta, procesa uz parādību, objektu, procesu kopām, proti, zinātnes pamatmetode ir *induktīvā* metode. Zinātnisko pētījumu pamatīezīme ir pētījumu *objektivitāte*, t. i., to pieejamība visiem, atkārtojamība, tāda vai citāda izmērāmība, *pārbaudāmība*. Par zinātniski pamatotu rezultātu atzist galvenokārt tikai to, kas tiek apstiprināts neatkarīgos pētījumos, t. i., aprakstītajam pētījumam ir jābūt reproducējamam visiem, kam ir attiecīgas materiālās iespējas (instrumenti, iekārtas, materiāli utt.) un prasme jeb kvalifikācija to veikt, un iegūtais rezultāts nedrīkst būt atkarīgs no pētnieku grupas sastāva u. c. subjektīviem faktoriem.

Priekšstatus par garīgo pasauli, tās iekārtojumu, parādībām, tur valdošām hierarhijām utt. mums cenšas dot reliģijas. To spektrs, līdzīgi zinātnisko pētījumu virzienu un nozaru spektram, arīdzan ir ļoti plašs – sākot ar visprimitīvākajiem ticējumiem par aizsaules dzīvi un beidzot ar tādām ļoti lielas ļaužu masas aptverošām reliģijām kā hinduisms, budisms, islams, kristietība u. c.

Reliģijas savu *patiesības* izpratni balsta uz garīgām un dievišķām *atklāsmēm* un to interpretācijām, t. i., uz *ticību* šīm atklāsmēm un to skaidrojumiem. Jāņem gan vērā, ka garīgās parādības var būt ne tikai dievišķīgas, bet arī dēmoniskas. Līdz ar to atklāties var ne tikai patiesība, bet arī meli.

No ikdienišķās pieredzes viedokļa, garīgo parādību un atklāsmju ļoti būtiska, varbūt visbūtiskākā, īpašība ir to spontānums, vienreizība, neprognozējamība. Tas padara šīs parādības neatkārtojamās un līdz ar to neizmērojamās, kas tad arī izskaidro, kāpēc šīs parādības nav kļuvušas par parastiem zinātniskas izpētes objektiem.

Reliģiskās izziņas metode ir galvenokārt *deduktīvā* metode, t. i., ceļš no vispārīgā uz atsevišķo, ceļš no *Dieva* uz pasauli, dzīvo dabu, cilvēku utt.

Ļoti svarīgi, ka liela daļa zinātnieku, tostarp arī eksakto zinātņu pārstāvji, izzinot materiālās pasaules iekārtojumu un attīstību un cenšoties to visu izskaidrot un izprast, nonāk pie atziņas par šīs pasaules kaut kāda garīga pirmsākuma jeb *Pirmcēloņa* pastāvēšanas *nepieciešamību*. Šis *Pirmcēlonis* atkarībā no zinātnieka individuālās garīgās orientācijas tiek nosaukts dažādi. Piemēram, neticīgie vai mazticīgie to parasti sauc par *Sākotnējo Kosmisko Informāciju*, *Visuma Apziņu* utt., ar to saprotot kaut ko, lai arī ļoti komplīcētu, taču bezpersonisku, bet dažādu novirzienu ticīgie – par *Pasaules Dvēseli*, *Lielo Garu*, *Radītāju*, *Tēvu* u. c., t. i., to personificē. Taču pēc būtības šis secinājums nav nekas cits kā *Dieva* vai vismaz *Dieva nepieciešamības* atzišana (sk. arī autora rakstu “*S. Hokings par Visumu un Dievu*” – “*ZvD*”, 1998. g. *vasara*, nr. 160, 63.–68. lpp.).

Ar *Dievu* šajā, t. i., zinātnes skatījumā faktiski tiek definēta un postulēta kaut kāda informatīva un enerģētiska singularitāte, t. i., tiek uzskatīts, ka šis garīgais pirmsākums ir bezgala zinošs un savās iespējās bezgala varošs, ka *Tas* spēj materializēt un materializēties utt. Skaidrs, ka šāda singularitāte jeb bezgalība, kas ir *principā* neizmērāma, iracionāla un līdz ar to prātam neaptverama jeb transcendentā parādība, nevar būt tālākas zinātniskas izpētes objekts. Vismaz šādu pētījumu klasiskajā vai tradicionālajā izpratnē.

Tātad zinātne savā materiālās pasaules izziņas gaitā nonāk pie secinājuma, ka pa-

saules izskaidrošana bez šīs savdabīgās singularitātes jeb *Dieva* nav iespējama, t. i., nonāk pie *Dieva* atziņas, un tas arī ir šā zinātniskās izziņas ceļa vairāk vai mazāk iezīmēts galapunkts.

Reliģijas, savos pasaules iekārtojuma skaidrojumos lietojot deduktīvo metodi, iet zinātniskai izziņai it kā pretējā virzienā, un *Dievs* tajās parādās kā izziņas iesākums, kā pasaules izpratnes sākuma punkts. Caur dažādām atklāsmēm *Dievs* cilvēkam ļauj gūt, lai arī ne pilnīgu, tomēr vairāk vai mazāk noteiktu priekšstatu un izpratni par sevi, saviem nodomiem, prasībām, darbību utt., t. i., ļauj sevi *iepazīt*, kas zinātnei nav iespējams, jo, kā jau iepriekš konstatējām, *Dievs* kā tiešiem pētījumiem nepieejama un pat transcendentā parādība nevar būt zinātniskās izpētes objekts. Cik tālu *Dievs* sevi atklāj, ir tikai *Viņa* ziņā. Taču, ja, piemēram, esam kristīgās ticības piekropēji, tad šeit varam saskatīt zināmu pakāpenību – *Evanģēlijā* jeb *Jaunajā Derībā* un *Jēzū Kristū Dievs* taču atklājas pilnīgāk nekā *Vecajā Derībā*.

Ja varam pieņemt šādu viedokli, tad redzam, ka starp abām *esamības* izziņas formām – sirds izziņu jeb izziņu ticībā, kuras svarīgākais uzdevums ir galvenokārt (bet ne tikai!) saprast *Radītāju* un garīgo pasauli, un prāta izziņu, kuras galvenais uzdevums (bet arī ne tikai!) ir saprast materiālo pasauli, ieskaitot pašiem sevi, nav antagonistisku pretrunu. Un to ir ļoti skaidri sapratuši lielākā daļa gaišāko (t. i., ne ortodoksāli noskaņotie, ne fanātiskie) kā zinātnes, tā reliģiju pārstāvju. Par to visai spilgti liecina gan daudzu teologu un it sevišķi jau tāda izcila mūsdienu kristīgās reliģijas pārstāvja kā pāvesta Jāņa Pāvila II šiem jautājumiem veltītās publikācijas, gan arī tas, ka vairāk nekā 90% Nobela prēmijas laureātu, kuri reprezentē cilvēces augstāko zinātnisko intelektu, ir ticīgi, t. i., reliģiski noskaņoti cilvēki.

Ar apkārtējās pasaules zinātniskās izziņas palīdzību nonākot pie *Dieva* vai vismaz pie *Dieva nepieciešamības* atziņas, tālāk tāpat

ir iespējamas divas nostājas. Pirmkārt, var aprobežoties ar atziņu, ka *Dievs* nav zinātniskās izpētes objekts un līdz ar to vispār noliegt arī paša *Dieva* esamību, t. i., pārtraukt *esamības* tālākas apzināšanas mēģinājumus, aprobežojoties tikai ar materiālas pasaules izpēti. Otrkārt, var tomēr vēlēties izprast arī garīgo pasauli un līdz ar to arī *Dievu*, cik, protams, caur atklāsmēm un ar mūsu ierobežotajām kā sirds, tā prāta potenciēm mums tas ir pieejams, iespējams vai atļauts, t. i., turpināt izziņu, ejot *ticības* ceļu un, gan sirdsbals, gan prāta apsvērumiem vadītiem, izvēloties to vai citu no daudzajiem pasaulē pazīstamajiem reliģiskajiem virzieniem.

Un, beidzot šo nelielo ieskatu par zinātnes un reliģiju lomu un vietu *esamības* izziņā un apzināšanā, nedaudz pieskarsimies kristīgās ticības *Svētajiem Rakstiem* jeb *Bībelei* un islamiķu *Svētajiem Rakstiem – Korānam* – un tam, kā saskaņot vai atrast kaut kādas paralēles ar tur vēstīto par pasaules rašanos un mūsdienu kosmoloģiskajiem priekšstatiem.

Bībelē šim jautājumam ir veltītas, piemēram, 1. Mozus jeb Radišanas grāmatas sākuma rindas:

“1. Iesākumā Dievs radija debesis un zemi.

2. Bet zeme bija neiztaisīta un tukša, un tumsa bija pār dziļumiem, un Dieva Gars lidinājās pār ūdeņiem.”

Var saskatīt, ka šajā vēstījumā *tā laika* cilvēkiem pieejamā formā un *viņu* zināšanām atbilstošā limenī ir pateikts galvenais – visa esošā radītājs ir *Dievs* un radišanas akts iesācies ar debess un zemes radišanu. Secība – debesis un zeme, tāpat, vispirms debesis un pēc tam zeme – sakrīt ar mūsdienu kosmoloģiskajiem priekšstatiem par Visuma rašanos – vispirms radās debesis (respektīvi, izplatījums jeb Universs) un *pēc tam* kopā ar citām Saules sistēmas planētām izveidojās planēta Zeme, kas arīdzan iesākumā bija bez dzīvības, t. i., – *neiztaisīta un tukša*, bet piemērota dzīvības evolūcijai.

Kā rāda analīze, līdzības var saskatīt arī turpmākajos radišanas etapos. Pamatatšķirība

starp tradicionāli zinātnisko un reliģisko pieeju ir atbildē uz jautājumu – *radies* vai *radīts*? Zinātne cenšas izskaidrot (un ar nenoliedzamiem panākumiem!), kā *viss radies*, taču, kā jau redzējām, beigu beigās, nonākot pie secinājuma, ka ir nepieciešams arī kaut kāds garīga rakstura *Pirmcēlonis*, *caur ko viss ir radies*. Reliģijas jau iesākumā postulē šo *Pirmcēloni – Dievu*, kas *visu rada*. To laiku cilvēku uztveres limenim, kad tika sarakstīta *Vecā Derība* un nebija zināms nekas no mūsdienās atklātās materiālās pasaules mikro un makro uzbūves ainās, citāds izteiksmes un atklāsmes veids ir grūti iedomājams.

Ja ņemam vērā šo ar mūsu pieredzi pamato zināšanu atklāšana(ā)s vai pilnigošana(ā)s pakāpenību, kā liecina attiecīgi pētījumi vai interpretāciju mēģinājumi, visai interesantas norādes varot atrast arī *Korānā*, kas esot sarakstīts mūsu ēras 650. gadā un ko tādejādi musulmaņi uzskata par jaunāku, salīdzinot ar *Bibeli*, *Dieva* atklāsmi un līdz ar to daudz atbilstošāku savas ticības pamatu. Tajā, pēc dažu interpretu domām, esot iekodēta informācija pat par *Lielo Sprādzienu* (te gan, šķiet, ir vietā atgādināt, ka *Svēto Rakstu* tulkojumi, bet it sevišķi jau interpretācijas, ir visai atkarīgas no tulkotāja vai interpreta subjektīvās uztveres, interesēm, orientācijas un daļēji arī no vēlmēm. Ar to arī ir izskaidrojams, kāpēc ir tik daudzi gan *Svēto Rakstu* tulkojumi, gan (un pat it īpaši) to interpretācijas. Par to liecinot, piemēram, šādas rindas: “..*Vai tad neredzēja tie, kuri neticēja, ka debesīs un zeme bija vienotas, bet Mēs tās atdalījām un iztaisījām no ūdens visādu dzīvu radību. Vai patiesām viņi neticēs?* (21:31) .. *Un debesīs Mēs uzcēlām ar rokām, un Mēs tās izpletām.* (51:47) ..*Viņš – tas, kurš radīja nakti un dienu, un sauli un mēnesi. Viss peld pa velvi* (21:34).” (Tulkojumu šā raksta autors ir veidojis no Korāna teksta krievu valodā (*I. J. Kračkovska tulkojums un komentāri, izdevniecība “Nauka”, otrs izdevums, Maskava, 1986. g.*) un negarantē pilnīgu precizitāti.)

Cēlonis tam, ka zināšanas mums atklājas pakāpeniski, pamazām, varētu būt saistīts ar cilvēka apziņas īpašībām. Cilvēkiem ir nepieciešams arī garīgi un galvenokārt ētiski pierast, adaptēties šiem jauno zināšanu pavērtiem apvāršņiem, lai, iegūdami arvien lielāku un lielāku varu pār dabas spēkiem, nevērstu šo varu pret saviem līdzcilvēkiem, dabu un galu galā arī pašiem pret sevi. Nav grūti iedomāties, kas notiktu, ja pirmatnējam cilvēkam dotu iespēju nonākt saskarē, piemēram, ar atombumbu.

Bibelē ir pateikts *viss*, kas cilvēkam *nepieciešams*, lai viņš nodzīvotu interesantu, pilnvērtīgu, laimīgu un arī *Radītājam* patīkamu dzīvi. Tajā ir atklātas pamatpatiesības, kas ir būtiskas visiem laikiem un laikmetiem. Tās ir invariātas, t. i., laika gaitā nemainīgas. Tās, lai arī cik liktos vienkāršas, tomēr ir ļoti dziļas un daudzslāņainas. Laikam ritot, šie slāņi pakāpeniski atklājas, padziļinās un noskaidrojas, bet laiks nevar izmainīt vai atcelt pašas šīs pamatpatiesības. Tās ir *vienīgais pamats*, uz kura iespējama normāla sabiedrības pastāvēšana un harmoniska tās attīstība visos laikos un laikmetos.

Tātad vissvarīgākais, ko nepieciešams apzināties, ir tas, ka *Bibelē* ir *patiesība*. *Dievišķā patiesība*, kas pateikta to, bet ne tikai to, laiku cilvēkam saprotamā valodā. Tas ir *Dieva vārds*, kas kā pamattonis skan cauri laikiem un, laikiem ritot, kļūst arvien daudzskanīgāks, virstoņiem bagātāks, Dievam atklājot arvien jaunas un jaunas *Viņa* radītās pasaules plāna detaļas un noslēpumus.

Lasot *Svētos Rakstus*, galvenais ir nevis meklēt nesakritības vai pretrunas starp tajos paustajiem priekšstatiem un uzskatiem, kas cita starpā ir izteikti arī šo *Rakstu* rakstīšanas brīdī lietotā valodā, kura (vārdu nozīme, to lietošana, zemteksti utt.) laika gaitā ir bijusi pakļauta neizbēgamām transformācijām, bet meklēt un atrast tajos šo garīgo kvintesenci, kas ļautu sakārtot mūsu garīgo, mūsu dvēseles dzīvi un līdz ar to arī mūsu laicīgo dzīvi

situācijā, kad šie materiālās dzīves apstākļi un nosacījumi nemitīgi un pat strauji (it sevišķi jau pēdējā laikā) mainās zinātnes un ar to saistīto tehnoloģiju iespaidā.

Svētie Raksti ir svēti tieši ar tajos iekodēto nemainīgo garīgo būtību, kas ir visas *esamības* un tās harmonijas pamats. Un tieši šis garīgās būtības izziņa, arvien pilnīgāka atklāšana un apzināšana, iesaistot tajā ne tikai sirdi ar lūgšanām, bet arī prātu, ir šo *Rakstu* izpētes, t. i., arvien padziļinātāku studiju, mērķis, jo tikai tā mēs varam pietuvoties arī *Radītāja* būtības pakāpeniskai izpratnei, cik to, protams, *Viņš* mums atļauj vai pieļauj. Un, kā redzams, arī te mēs varam saskatīt zināmu pakāpenību, jo, kā jau iepriekš atzīmējām,

caur *Jēzu Kristu* mēs taču savu *Radītāju* iepazīstam vairāk, pazīstam labāk, nekā caur *Vecās Derības* praviešiem un tajā fiksētajām atklāsmēm.

Un vēl. Sastopoties ar tādu iracionālu un transcendentu parādību kā *Dievu*, tātad prātam līdz galam neaptveramu enerģētisku un informatīvu bezgalību, nav noliedzama arī tāda varbūtība, ka *Radītājs*, istenodams savus nodomus un plānus, *savu* septiņu dienu laikā izveidojis tādu materiālo pasauli, Visumu, kas izplešas un izskatās apmēram 13 miljardus gadu vecs. Loģiski šāda iespēja nav noliedzama, un arī tas parāda, cik neauglīgi ir mēģinājumi konfrontēt *Bibli* ar zinātni un otrādi.

Arturs Balklavs

PIRMO REIZI “ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Igors Abakumovs – astronomijas un fizikas maģistrs (2000), specializējies Zemes mākslīgo pavadoņu astronomiskajos novērojumos. LVU Fizikas un matemātikas fakultāti beidzis 1971. gadā, no tā paša gada strādā LVU Astronomiskajā observatorijā kā ZMP lāzernovērojumu novērotājs-operators LU Astronomijas institūta ZMP novērošanas stacijā Rīgā (www.lanet.lv/~iga), veicdams regulārus fotogrāfiskos ZMP novērojumus Rīgā un arī ārzemēs dažādās vietās.

Aina Atvara – pensionēta matemātikas skolotāja. Kopš 1953. gada publicē matemātikas uzdevumus, krustvārdu miklas, humoreskas, pedagoģiskus rakstus un esejas dažādos žurnālos un rakstu krājumos piecās valodās.



Kristofers Hirata (*Christopher Hirata*) – Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta (ASV, *Caltech*) otrā kursa students. Astronomijai pievērsies pirms vairākiem gadiem, bet īpaša interese par Marsu sākusies pēc dažu grāmatu izlasīšanas par to apmēram pirms četriem gadiem. Pēdējais darbs saistīts ar magnētiskā lauka un matērijas mijiedarbību starpzvaigžņu vidē.

Pauls Leckis – Rīgas 89. vidusskolas 11. klases skolnieks, Jauniešu astronomijas kluba biedrs. Par astronomiju interesējas kopš 10 gadu vecuma, visvairāk saista Saules sistēmas izpēte. Veic astronomiskus novērojumus ar MTO-1000 objektīvu, regulāri veic arī laika apstākļu novērojumus. Brīvajā laikā mācās somu valodu.



ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2001. GADA PAVASARĪ

Pavasara ekvinokcija saistās ar brīdi, kad dienas kļūst aptuveni tikpat garas kā naktis. Senlatviešiem tās bija Lieldienas, un tas ir arī astronomiskā pavasara sākums. 2001. gadā tas notiks 20. martā plkst. 15^h29^m. Šajā brīdī Saule atradīsies pavasara punktā, ieies Auna zodiaka zīmē (♈) un šķērsos debess sfēras ekvatoru, pārējot no dienvidu puslodes uz ziemeļu puslodi.

Pāreja uz LR Ministru kabineta atkal ieviesto vasaras laiku notiks naktī no 24. uz 25. martu.

Vasaras saulgrieži un astronomiskā pavasara beigas šogad būs 21. jūnijā plkst. 10^h36^m. Tad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋), tai būs maksimālā deklinācija, kas noteiks to, ka nakts no 20. uz 21. jūniju būs visisākā visā 2001. gadā, bet 21. jūnija diena būs visgarākā.

Ziemās skaidrā laikā ir ļoti auksts, kas ievērojami traucē novērošanu. Tāpēc pats pavasara sākums, kad laiks jau paliek siltāks, ir ļoti labvēlīgs krāšņo ziemas zvaigznāju novērošanai. Šajā laikā Orions, Vērsis, Persejs, Vedējs, Dviņi, Lielais Suns un Mazais Suns ir labi redzami jau tūlīt pēc Saules rieta rietumu, dienvidrietumu pusē.

Starp pavasara zvaigznājiem izceļas Lauvas zvaigznājs. Tas uzskatāms par raksturīgāko šā gadalaika zvaigznāju un var kalpot par labu orientieri citu zvaigznāju atrašanai. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājos. Tomēr arī citi pavasara zvaigznāji aprīļa beigās un maija pirmajā pusē ir samērā viegli atrodami jau tūlīt pēc satumšanas. Tad Hidra, Sekstants, Kauss, Berenikes Mati un Svāri ir labi novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē, jo vēl netraucē baltās naktis.

Maija otrajā pusē un jūnijā naktis ir tik gaišas, ka redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas α) un Arkturs (Vēršu Dzinēja α). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau labi redzami spožie vasaras

zvaigznāji: Lira, Gulbis un Ērglis. Par debess dziļu objektu novērošanu nav pat ko domāt.

Ar teleskopiem apmēram līdz maija vidum var aplūkot šādus debess dziļu objektus: vaļējās zvaigžņu kopas M44 un M67 Vēža zvaigznājā; galaktikas M65, M66, M95, M96 un M105 Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodas arī Jaunavas un Berenikes Matu zvaigznājos. Tomēr to reālai apskatei nepieciešami diezgan lieli teleskopi.

Debess sfēra kopā ar planētām 2001. gada pavasarī parādīta 1. attēlā.

Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad var ieraudzīt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. Šogad 26. martā var cerēt ieraudzīt 40 stundu, 24. aprīlī 27 stundas un 24. maijā apmēram 41 stundu vecu (jaunu) Mēnesi.

PLANĒTAS

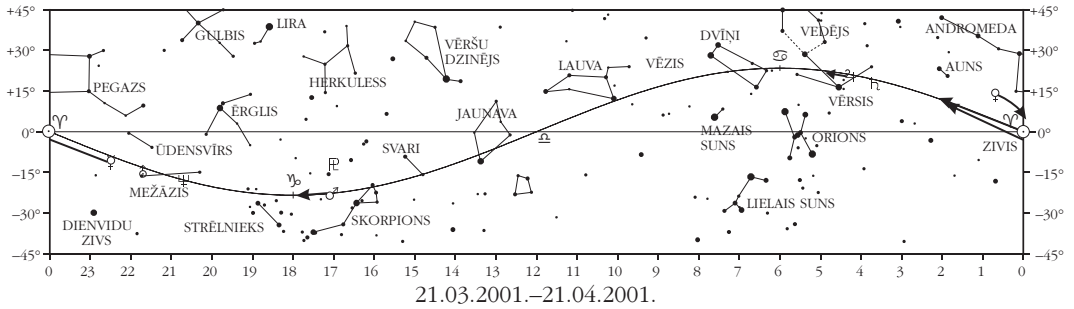
Pavasara sākumā **Merkuram** būs visai liela rietumu elongācija (vairāk nekā 20°). Tomēr marta beigās un aprīļa sākumā tā novērošana praktiski nebūs iespējama, jo Merkurs lēks gandrīz reizē ar Sauli.

23. aprīlī tas nonāks augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc arī aprīļa otrajā pusē un maija sākumā to nevarēs redzēt.

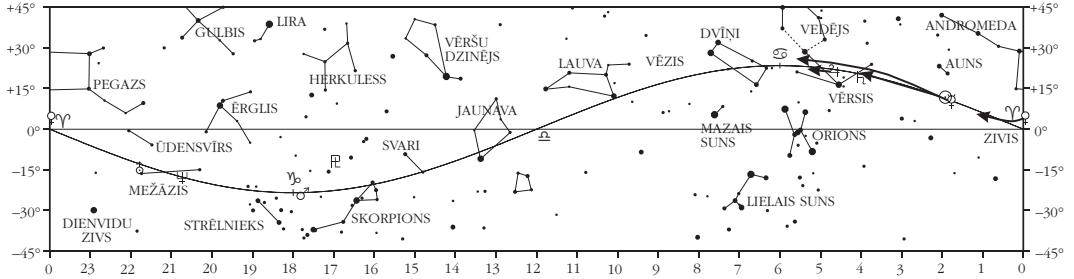
22. maijā Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (22°). Tāpēc maija otrajā pusē to varēs novērot drīz pēc Saules rieta zemu pie horizonta ziemeļrietumu pusē. Šajā laikā tā spožums būs apmēram 0^m. Merkura ieraudzīšanu tomēr traucēs visai gaišās naktis.

16. jūnijā Merkurs atradīsies apakšējā konjunkcijā, tāpēc jūnijā vairs nebūs novērojams.

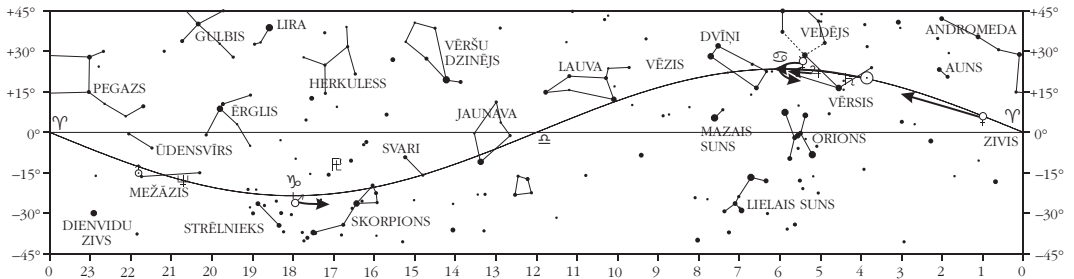
22. martā plkst. 20^h Mēness paies garām 2° uz leju, 23. aprīlī plkst. 16^h 4° uz leju, 24. maijā plkst. 23^h 3° uz leju un 21. jūnijā plkst. 3^h 3° uz augšu no Merkura.



21.03.2001.–21.04.2001.



21.04.2001.–21.05.2001.



21.05.2001.–21.06.2001.

1. att. Planētu novietojums pie debess sfēras 2001. gada pavasarī.

2001. gada pavasaris būs diezgan nelabvēlīgs **Venēras** novērošanai.

30. martā Venēra atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli. Tāpēc pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē tā nebūs novērojama. Aprīļa beigās Venēras rietumu elongācija pārsniegs 30°. Tomēr arī tad un maijā tās novērošana būs problemātiska – tā lēks isu brīdi pirms Saules.

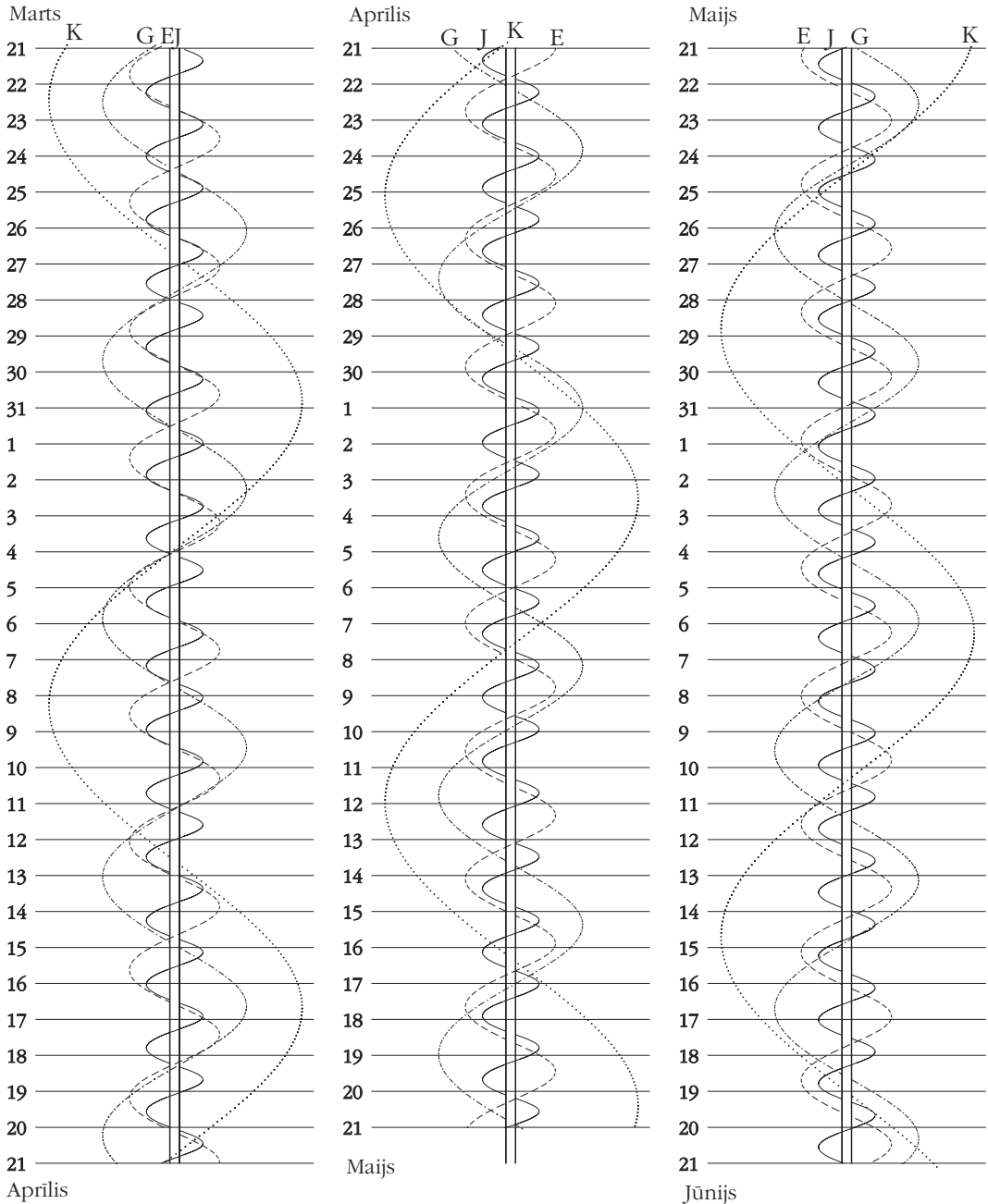
8. jūnijā Venēra nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (46°). Šajā laikā nedaudz pieaugs laika intervāls starp Venēras un Saules lēktiem. Toties naktis būs ļoti gaišas. Tāpēc,

ja to izdosies ieraudzīt, tad tikai pateicoties savam $-4^m,3$ lielajam spožumam.

25. martā plkst. 9^h Mēness paiēs garām 14° uz leju, 20. aprīlī plkst. 23^h 9° uz leju, 19. maijā plkst. 12^h 4° uz leju un 18. jūnijā plkst. 1^h 2° uz leju no Venēras.

Līdz 20. aprīlim **Mars** atradīsies Čūskeņa zvaigznājā un būs redzams nakts otrajā pusē. Tā spožums pavasara sākumā būs $+0^m,1$ un aprīļa beigās pieaugs līdz $-1^m,0$.

Aprīļa beigās un maijā Marss atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. Tā spožums visu laiku



2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2001. gada pavasarī.

Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

pieaugš (maija beigās – $-2^m,0$), un tas būs novērojams praktiski visu nakti.

2. jūnijā Marss pāries uz Čūskeša zvaigznāju un savukārt 13. jūnijā nonāks opozīcijā. Tā spožums sasniegs $-2^m,4$, diametrs $21''$, un tas būs labi novērojams visu nakti. Tomēr Latvijā šī būs neizdevīga opozīcija Marsa novērošanai, jo traucēs ļoti gaišās nakts, bet maksimālais augstums virs horizonta nepārsniegs 6° .

13. aprīlī plkst. 5^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 10. maijā plkst. $22^h 2^\circ$ uz augšu un 6. jūnijā plkst. $22^h 4^\circ$ uz augšu no Marsa.

Pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē **Jupiters** būs labi redzams nakts pirmajā pusē dienvidrietumu, rietumu un ziemeļrietumu pusē. Tā spožums tad būs $-2^m,1$. Šajā laikā un visu pavasari Jupiters atradīsies Vērša zvaigznājā.

Aprīļa otrajā pusē un maija pirmajā pusē to vēl varēs novērot vakaros tūlīt pēc satumšanas.

14. jūnijā Jupiters atradīsies konjunktijā ar Sauli. Tāpēc, sākot ar maija beigām un visu jūniju, tas nebūs novērojams.

29. martā plkst. 24^h Mēness paies garām 2° uz leju, 26. aprīlī plkst. $16^h 2^\circ$ uz leju, 24. maijā plkst. $10^h 1^\circ$ uz leju (vai aizklās, nebūs redzams), un 21. jūnijā plkst. $6^h 1^\circ$ uz leju (vai aizklās, nebūs redzams) no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2001. gada pavasarī parādīta 2. attēlā.

Pavasara sākumā un apmēram līdz 10. maijam **Saturns** būs redzams tūlīt pēc Saules rietumu, ziemeļrietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs $+0^m,2$, un tas atradīsies Vērša zvaigznājā.

25. maijā Saturns atradīsies konjunktijā ar Sauli. Tāpēc lielāko maija daļu un līdz pavasara beigām tas nebūs novērojams.

29. martā plkst. 7^h Mēness paies garām 2° uz leju, 25. aprīlī plkst. $19^h 1^\circ$ uz leju, 23. maijā plkst. $9^h 1^\circ$ uz leju (vai aizklās, nebūs redzams) un 20. jūnijā plkst. $1^h 1^\circ$ uz leju (vai aizklās, nebūs redzams) no Saturna.

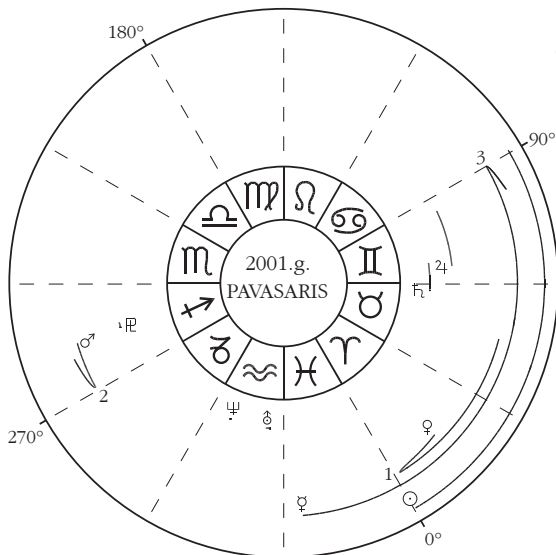
Pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē **Urāns** praktiski nebūs novērojams. Aprīļa otrajā pusē un maijā to varēs mēģināt ieraudzīt rītos ļoti zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē.

Jūnijā Urāns būs redzams nakts otrajā pusē kā $+5^m,8$ spožuma spideklis. Tomēr novērošanu stipri apgrūtinās ļoti gaišās nakts un nelielais augstums virs horizonta.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Mežāža zvaigznājā.

21. martā plkst. 16^h Mēness paies garām 3° uz leju, 18. aprīlī plkst. $2^h 3^\circ$ uz leju, 15. maijā plkst. $11^h 3^\circ$ uz leju un 11. jūnijā plkst. $19^h 3^\circ$ 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. martā plkst. 0^h , beigu punkts 22. jūnijā plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

- 1 – 20. aprīlis 8^h ; 2 – 11. maijs 19^h ;
3 – 4. jūnijs 8^h .

MAZĀS PLANĒTAS

2001. gada pavasarī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs divas mazās planētas – Cerera (1) un Herkulina (532).

Herkulina

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
30.03.	14 ^h 51 ^m	+11°41'	1,425	2,300	9,1
4.04.	14 49	+12 16	1,405	2,304	9,1
9.04.	14 46	+12 46	1,391	2,307	9,0
14.04.	14 42	+13 12	1,381	2,311	9,0
19.04.	14 38	+13 31	1,377	2,315	8,9
24.04.	14 34	+13 43	1,379	2,319	8,9
29.04.	14 29	+13 47	1,387	2,323	9,0
4.05.	14 25	+13 43	1,400	2,328	9,0
9.05.	14 21	+13 31	1,418	2,333	9,1

Cerera

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
29.04.	19 ^h 36 ^m	-24°12'	2,395	2,855	8,5
4.05.	19 38	-24 25	2,334	2,859	8,5
9.05.	19 40	-24 40	2,275	2,862	8,4
14.05.	19 41	-24 57	2,218	2,866	8,3
19.05.	19 41	-25 16	2,164	2,869	8,2
24.05.	19 41	-25 37	2,114	2,873	8,1
29.05.	19 40	-26 00	2,067	2,876	8,1
3.06.	19 38	-26 25	2,025	2,879	8,0
8.06.	19 36	-26 51	1,988	2,883	7,9
13.06.	19 33	-27 18	1,956	2,886	7,8
18.06.	19 29	-27 46	1,930	2,889	7,7

KOMĒTAS

C/1999 T1 (McNaught–Hartley) komēta. lieliem teleskopiem un pat labiem binokļiem.
 Šī 1999. gadā atklātā komēta pavasara pirmajā Turklāt tā pie mums šajā laikā būs nenorietoša.
 pusē vēl būs pietiekami labi novērojama ar ne- Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
17.03.	18 ^h 13 ^m	+52°51'	1,594	1,838	8,7
22.03.	18 22	+55 54	1,659	1,892	8,9
27.03.	18 31	+58 41	1,728	1,947	9,1
1.04.	18 39	+61 13	1,799	2,002	9,3
6.04.	18 45	+63 32	1,871	2,058	9,5
11.04.	18 51	+65 38	1,944	2,113	9,7
16.04.	18 54	+67 32	2,018	2,169	9,9
21.04.	18 56	+69 16	2,092	2,225	10,1

Šaumasses (24P/Schaumasse) komēta.

Šī periodiskā komēta 2001. gada 2. maijā iespējams novērot ar nelieliem teleskopiem. nonāks perihēlijā. Tāpēc šopavasār to būs Komētas efemerida ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
27.03.	4 ^h 01 ^m	+24°42'	1,538	1,296	11,4
1.04.	4 17	+26 00	1,532	1,274	11,1
6.04.	4 34	+27 13	1,526	1,255	10,9
11.04.	4 53	+28 20	1,520	1,238	10,7
16.04.	5 12	+29 18	1,515	1,225	10,5
21.04.	5 32	+30 08	1,510	1,215	10,4
26.04.	5 53	+30 46	1,507	1,208	10,3
1.05.	6 15	+31 12	1,505	1,205	10,2
6.05.	6 37	+31 24	1,506	1,206	10,2
11.05.	7 00	+31 21	1,509	1,210	10,3
16.05.	7 23	+31 03	1,514	1,218	10,4
21.05.	7 46	+30 30	1,524	1,229	10,5
26.05.	8 09	+29 42	1,536	1,243	10,7
31.05.	8 31	+28 41	1,553	1,261	11,0

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

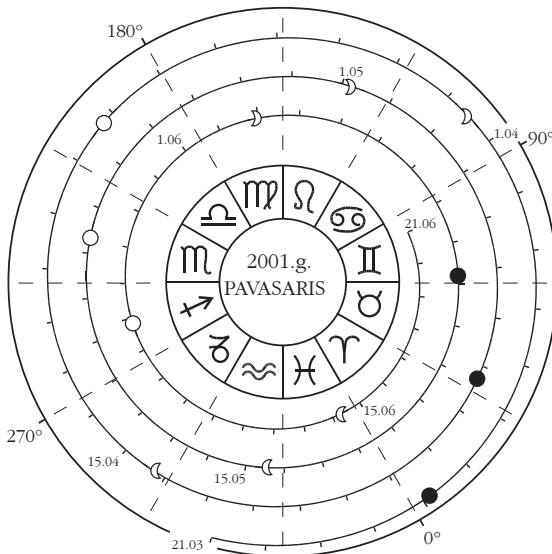
Perigejā: 5. aprīlī plkst. 13^h; 2. maijā plkst. 6^h; 27. maijā plkst. 10^h.

Apogejā: 17. aprīlī plkst. 9^h; 15. maijā plkst. 4^h; 11. jūnijā plkst. 23^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs

(sk. 4. att.).

- 22. martā 7^h29^m Zivīs (♈)
- 24. martā 18^h44^m Aunā (♈)
- 27. martā 4^h51^m Vērsī (♉)
- 29. martā 12^h01^m Dvīņos (♊)
- 31. martā 17^h24^m Vēzī (♋)



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena dien-nakts.

- Jauns Mēness: 25. martā 4^h21^m; 23. aprīlī 18^h26^m; 23. maijā 5^h46^m.
- ☾ Pirmais ceturksnis: 1. aprīlī 13^h49^m; 30. aprīlī 20^h08^m; 30. maijā 1^h09^m.
- Pilns Mēness: 8. aprīlī 6^h22^m; 7. maijā 16^h53^m; 6. jūnijā 4^h39^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 15. aprīlī 18^h31^m; 15. maijā 13^h10^m; 14. jūnijā 6^h28^m.

2. aprīlī 20^h54^m Lauvā (♍)
4. aprīlī 22^h47^m Jaunavā (♍)
6. aprīlī 23^h58^m Svaros (♋)
9. aprīlī 2^h02^m Skorpionā (♏)
11. aprīlī 6^h48^m Strēlniekā (♐)
13. aprīlī 15^h21^m Mežāzī (♐)
16. aprīlī 3^h11^m Ūdensvirā (♋)
18. aprīlī 16^h01^m Zivīs
21. aprīlī 3^h18^m Aunā
23. aprīlī 11^h56^m Vērsī
25. aprīlī 18^h12^m Dviņos
27. aprīlī 22^h50^m Vēzī
30. aprīlī 2^h25^m Lauvā
2. maijā 5^h17^m Jaunavā
4. maijā 7^h50^m Svaros
6. maijā 11^h01^m Skorpionā
8. maijā 16^h05^m Strēlniekā
11. maijā 0^h10^m Mežāzī

13. maijā 11^h20^m Ūdensvirā
16. maijā 0^h02^m Zivīs
18. maijā 11^h42^m Aunā
20. maijā 20^h30^m Vērsī
23. maijā 2^h13^m Dviņos
25. maijā 5^h43^m Vēzī
27. maijā 8^h12^m Lauvā
29. maijā 10^h38^m Jaunavā
31. maijā 13^h42^m Svaros
2. jūnijā 17^h57^m Skorpionā
4. jūnijā 23^h58^m Strēlniekā
7. jūnijā 8^h23^m Mežāzī
9. jūnijā 19^h20^m Ūdensvirā
12. jūnijā 7^h54^m Zivīs
14. jūnijā 20^h03^m Aunā
17. jūnijā 5^h39^m Vērsī
19. jūnijā 11^h43^m Dviņos

Tabula. Spožāko zvaigžņu aizklāšana ar Mēnesi 2001. gada pavasarī

Datums	Zvaigzne	Zvaigznes spožums, m	Mēness vecums, d	Aizklāšanas moments, h, m
31. III	Dviņu zvaigznāja	5,9	6,7	21 24
2. IV	Dviņu δ	3,5	7,9	1 52
29. IV	Dviņu 44	5,9	5,3	1 26
5. V	Jaunavas 80	5,7	12,2	23 56

Aizklāšanas moments aprēķināts ar ±5 minūšu precizitāti

Tabulu sastādīja Ilgonis Vilks

METEORI

Pavasaros ir novērojamas divas vērā ņemamas plūsmas.

1. **Lirīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 25. aprīlim. 2001. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī plkst. 7^h, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15 meteoru stundā. Tomēr reizēm tā var sasniegt 90 meteoru stundā.

2. **π Puppīdas.** Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim. 2001. gadā maksimums gaidāms 23. aprīlī plkst. 18^h. Lai arī intensitāte reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā, tomēr tā daudz labāk novērojama dienviņu puslodē. 🦋

CONTENTS

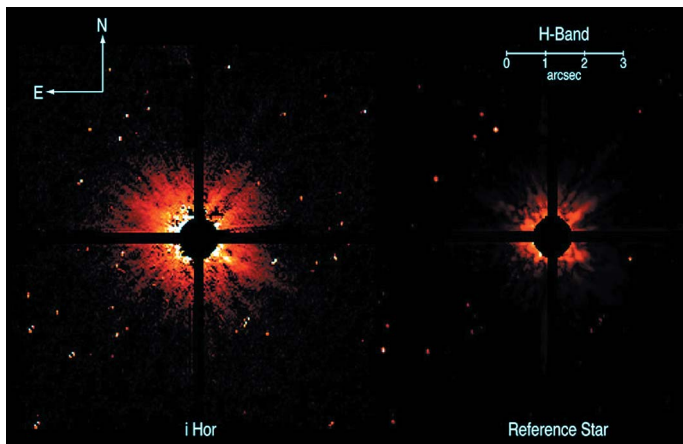
"ZVAIGŽNOTĀ DEBESS" FORTY YEARS AGO "Plan of the Radio interferometer of the Astrophysical Laboratory of the LAS" by *J. Ikaunieks and G. Petrov (abridged)*. "Astronomical Calculations by Electronic Computer" by *Z. Alksne and L. Reiziņš (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** The First Decade of the Hubble Space Telescope. *Z. Alksne, A. Alksnis*. **NEWS** Both a Planet and a Dust Disk Orbit *Iota (i) Horologii*. *Z. Alksne*. The Story of Sakurai's Star is Continuing. *Z. Alksne*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Space News on the Web. *J. Jaunbergs*. Spaceflight. Period of Great Success (1961–1973). *I. Vilks*. From History of the Photographic Observations of Earth Artificial Satellites. *I. Abakumov*. **The WAYS of KNOWLEDGE** Attitude to Person: Modern Variations. *M. Kūle*. **At SCHOOL** On Friendly Terms with Cosmology: Basic Principles and Models of the Universe (*concluded*). *K. Bērziņš*. Riga 28th Open Olympiad in Astronomy for School Youth. *M. Krastiņš*. Kepler Ellipse – Route of the Shortest Time. *T. Romanovskis*. Latvia 25th Open Olympiad in Physics. *V. Flerov, A. Cēbers, D. Docenko, V. Kaščejevs*. International Team Olympiad *Baltic Way* in Mathematics. *A. Andžans*. On Euler Squares. *A. Atvara*. Some Divisibility Properties of Binomial Coefficients. *A. Grants*. Astronomy Teachers Association Informs. *I. Murāne*. **MARS in the FOREGROUND** Martian Volcanoes, Sedimentary Rock and Climate History. *J. Jaunbergs*. Free Return Trajectories to Mars. *Cb. Hirata*. Competition for Readers. *J. Jaunbergs, M. Gills*. **For AMATEURS** On Calculation of Ephemerids. *P. Leckis*. Sun-Dials for Entire Territory of Latvia (*1st continuation*). *A. Nikolajev*. **At YOUTH ASTRONOMY CLUB** Constellations at Spring Midnight. *I. Začeste*. **CHRONICLE** Institute of Astronomy, Settling Millenium. *A. Balklavs*. **READERS' SUGGESTIONS** "Knowledge of Astronomy is Compulsory Requisite for Modern Human Race" (Summary of Questionnaire on the Issues of 1999). *I. Pundure*. **READERS' QUESTIONS** Creation of the World – Bible and Science. *A. Balklavs*. **The STARRY SKY in the SPRING of 2001**. *J. Kauliņš*.

СОДЕРЖАНИЕ

В "ZVAIGŽNOTĀ DEBESS" 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД «Проект радиоинтерферометра Астрофизической лаборатории АН ЛССР» (по статье Я. Икауниэкса и Г. Петрова). «Астрономические вычисления с электронной вычислительной машиной» (по статье З. Алксне и Л. Рейзиньша). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Первое десятилетие космического телескопа Хаббла. З. Алксне, А. Алкснис. **НОВОСТИ** Планета и пылевой диск обращаются вокруг звезды Йота Часов (i Horologii). З. Алксне. Рассказ о звезде Сакураи продолжается. З. Алксне. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Новости космоса в эпоху Интернета. Я. Яунбергс. Космические полёты. Пора больших достижений (1961–1973). И. Вилкс. Из истории фотографических наблюдений искусственных спутников Земли. И. Абакумов. **ПУТИ ПОЗНАНИЯ** Отношение к человеку: современные вариации. М. Куле. **В ШКОЛЕ** Будем с космологией на ты: основные принципы и модели Вселенной (окончание). К. Берзиньш. 28-ая Рижская открытая олимпиада по астрономии для школьников. М. Крастиньш. Эллипс Кеплера – путь кратчайшего времени. Т. Романовскис. 25-ая Латвийская открытая олимпиада по физике. В. Флеров, А. Цеберс, Д. Доенко, В. Кащеев. Международная командная олимпиада по математике «Балтийский путь». А. Анджанс. О квадратах Эйлера. А. Атвара. Некоторые свойства делимости биномиальных коэффициентов. А. Грантс. Ассоциация учителей астрономии информирует. И. Муране. **МАРС ВБЛИЗИ** Вулканы, осадочные породы и история климата Марса. Я. Яунбергс. Траектория со свободным возвратом при полётах на Марс. К. Хирата. Конкурс для читателей. Я. Яунбергс, М. Гиллис. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Об исчислении эфемерид. П. Леукис. Солнечные часы для всей Латвии (1-ое продолж.). А. Николаев. **В МОЛОДЁЖНОМ КЛУБЕ АСТРОНОМИИ** Созвездия в весеннюю полночь. И. Зачестэ. **ХРОНИКА** Институт Астрономии – завершая тысячелетие. А. Балклавс. **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** «..астрономические знания обязательны для современного человека» (итоги опроса читателей за 1999 год). И. Пундуре. **СПРАШИВАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** Сотворение мира – Библия и наука. А. Балклавс. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО весной 2001 года**. Ю. Каулиньш.

THE STARRY SKY, SPRING 2001
Compiled by *Irena Pundure*
"Mācību grāmata", Rīga, 2001
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2001. GADA PAVASARIS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds "Mācību grāmata", Rīga, 2001
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datorsalicējs *Jānis Kuzmanis*



Putekļu disks ap Pulksteņa Jotas (ι) zvaigzni – *pa kreisi*, kontrolē zvaigzne – *pa labi*. Abas zvaigznes aizsedz vienas loka sekundes diametra maska. ESO 3,6 metru teleskopa un adaptīvās optikas ierīces uzņēmums tuvajā infrasarkanajā H (1,64 μm) caurlaidības joslā.

ESO PR foto

Sk. Z. Alksnes rakstu "Ap Pulksteņa Jotu (ι) riņķo planēta un putekļu disks".

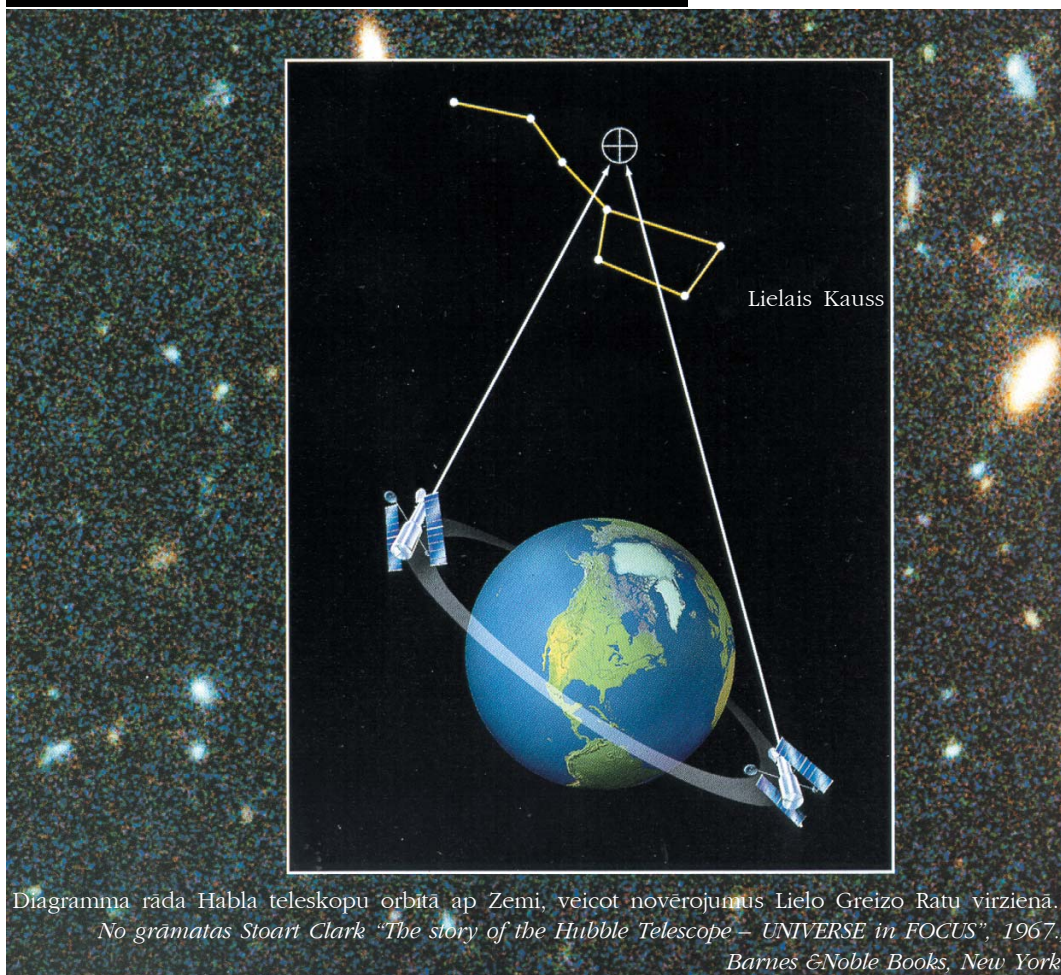
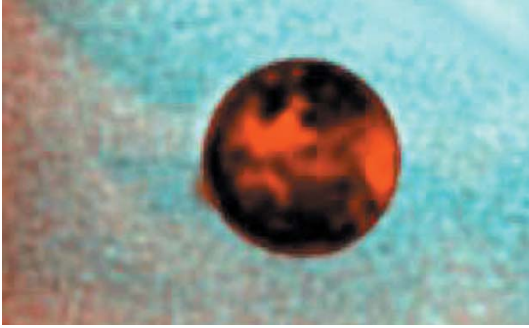


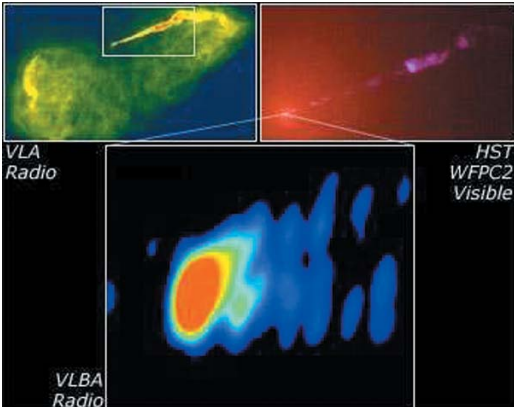
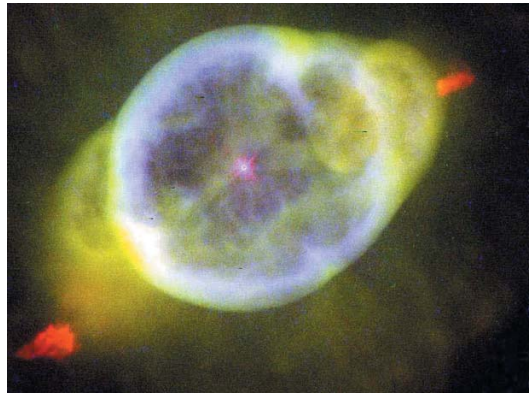
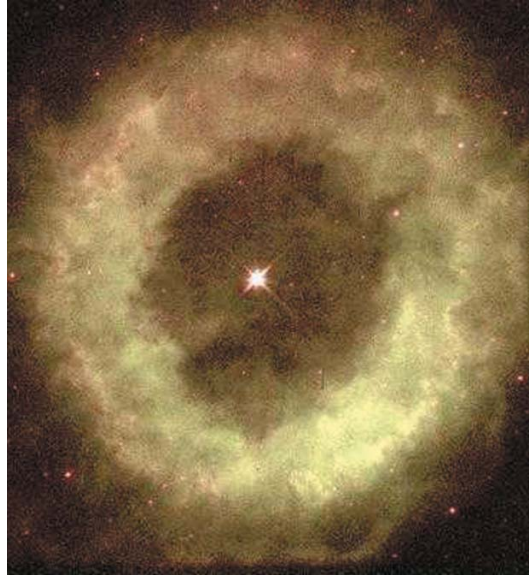
Diagramma rāda Habla teleskopu orbitā ap Zemi, veicot novērojumus Lielo Greizo Ratu virzienā.

No grāmatas Stort Clark "The story of the Hubble Telescope – UNIVERSE in FOCUS", 1967.,

Barnes & Noble Books, New York.



Vulkāna izvirdums uz Jupitera mēneša Jo 1996. gada jūlijā. Jo diska kreisajā pusē uz Jupitera mākoņu fona redzams 40 km augsts putekļu un gāzes veidojums.

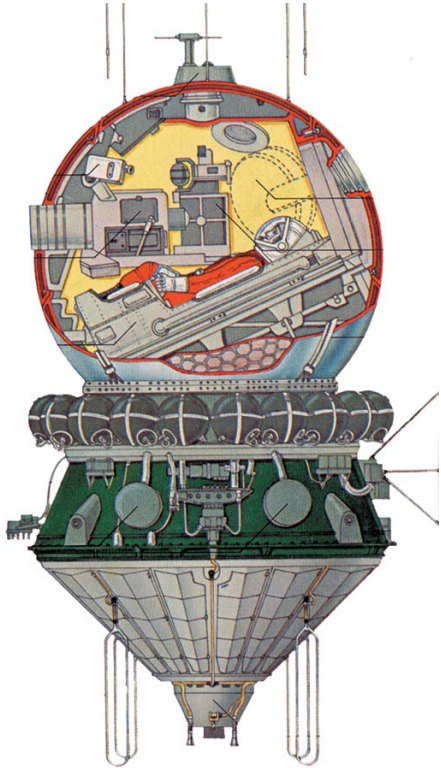


Planētāro miglāju forma ir dažāda – gan simetrisks aplis kā miglājam NGC 6369 (*augšā*), gan bipolāra kā miglājam NGC 3242 (*apakšā*).

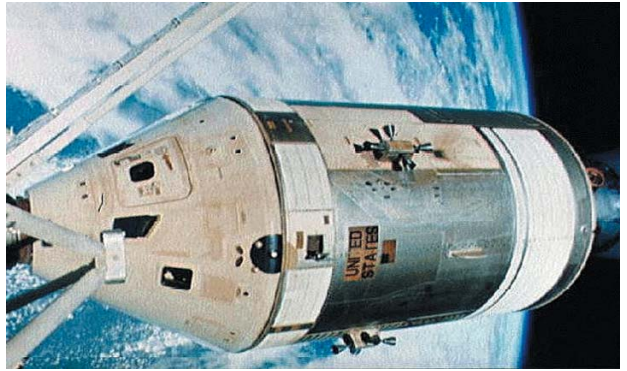
Pa kreisi vidū: galaktiku kopa 0024+1654 (*centrā*), noliecot tālas aizmugures galaktikas starus, ir radījusi tās vairākus izkropļotus attēlus jeb mirāžu (*zilganā krāsā*) – vienu centrā, citus izvietotus lokveidā apkārt.

Blakus: tūkstošiem gaismas gadu gara milzu vielas strūkļa izmesta no melnā cauruma galaktikas M87 centrā. HKT uzņēmums redzamajā gaismā – *augšā pa labi*, plašāks apgabals radioviļņos parādīts *augšā pa kreisi*, bet galaktikas paša centra detalizēta aina radioviļņos – *apakšā*.

Sk. Z. Alksnes un A. Alkšņa rakstu “Habla kosmiskā teleskopa pirmā desmitgade”.



Kosmosa kuģis *Vostok*.



Augšā: kosmosa kuģis *Apollo*.

NASA foto



Pa kreisi: kosmosa kuģis *Gemini*.

NASA foto

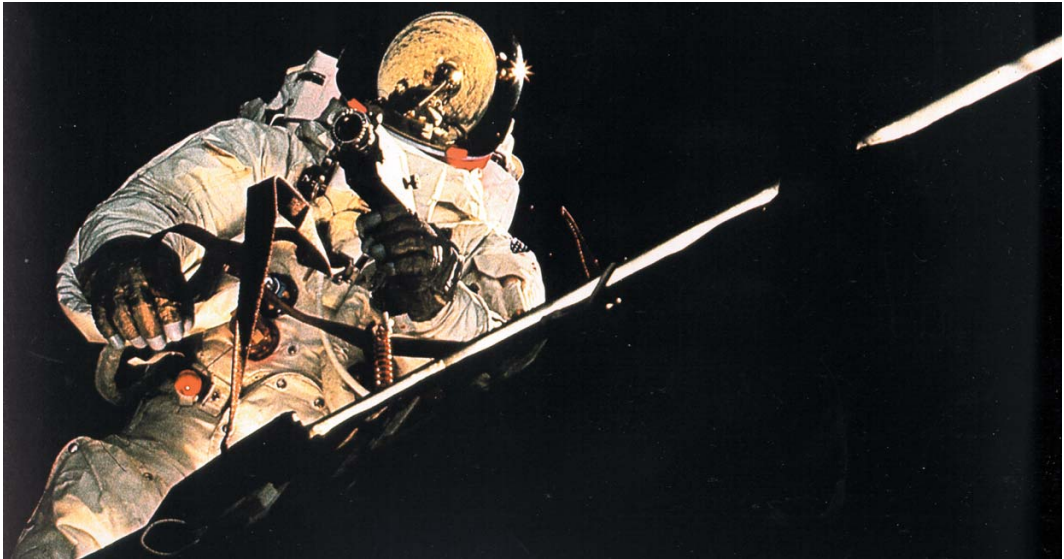


Sakaru pavadonis *Telstar-1*.
NASA foto

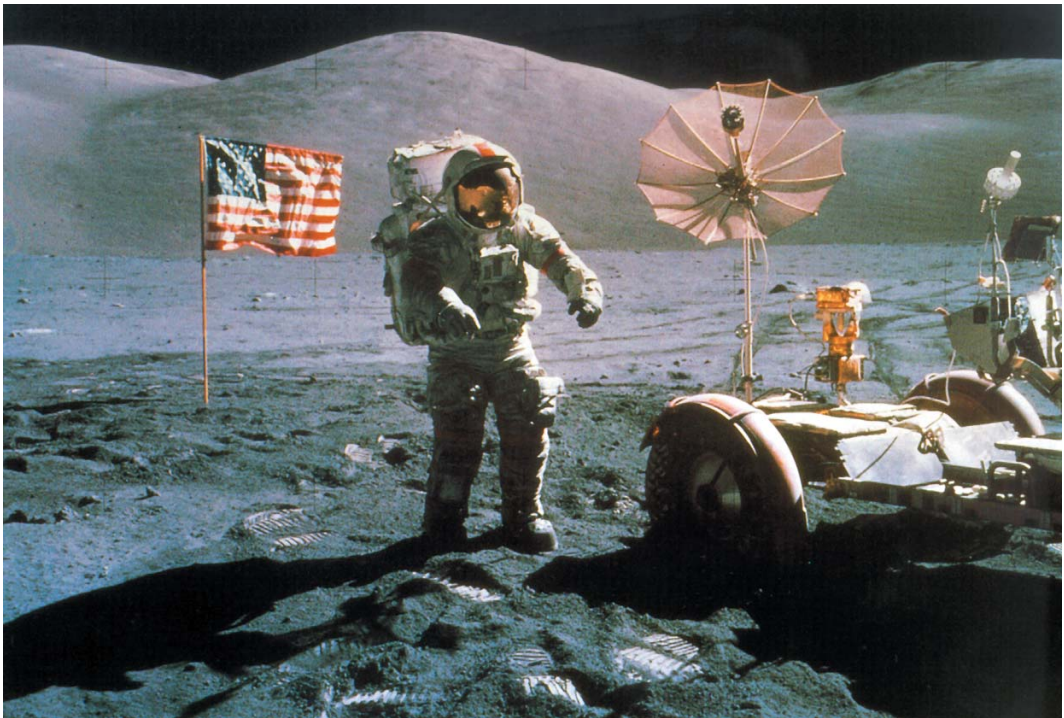


Nesējraķete *Titan-2*, kas nogādāja orbītā kosmosa kuģi *Gemini*.
NASA foto

Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi. Lielo sasniegumu laiks (1961–1973)".



No Mēness kabines izkāpjošā astronauta sejsegā atspoguļojas visa Mēness virsma. *NASA foto*



Astronauts, lunomobilis un amerikāņu karogs uz Mēness pakalnu fona; priekšplānā – astronautu atstātās pēdas. *NASA foto*

Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi. Lielo sasniegumu laiks (1961–1973)".

terra Janvāris 2001

SASTIŅI PAR DABASZINĀTNĒM UN TEHNOLOĢIJĀM
NOBELA PRĒMIJĀM SIMT



Saņemtas 2000. gada Nobela prēmijas fizikā, ķīmijā un medicīnā

terra Februāris 2001

SASTIŅI PAR DABASZINĀTNĒM UN TEHNOLOĢIJĀM
MELNIE CAURŪMI, TĀRPEJAS UN LAIKA MAŠĪNAS



Teorētiski pamatota laika mašīnas ideja!

Saistoša informācija par dabaszinātnēm un tehnoloģijām Latvijas zinātnieku un ārvalstu populārzinātnisko izdevumu skatījumā, augstākās izglītības iegūšanas iespējas Latvijā un citur

jaunajā populārzinātniskajā žurnālā

terra

Terra ziņas

Terra ceļo

Terra studē

Mājas laboratorija

Terraskops

Tehnoterra

Terra biologica

Terra medica

Terra physica

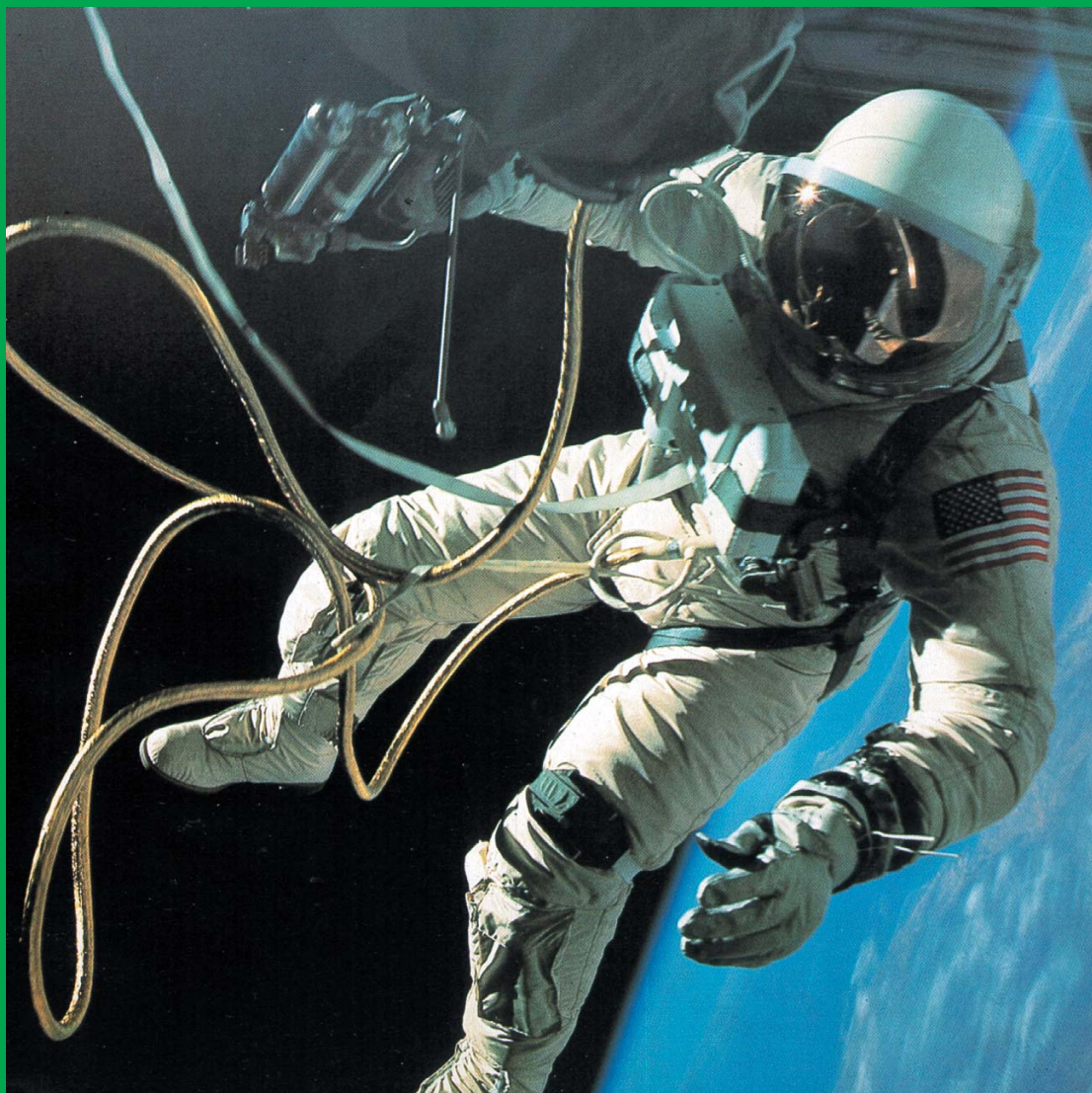
Terranet u.c.

Žurnālu var iegādāties preses izdevumu tirdzniecības vietās, abonēt apgāda "Lielvārds" Informācijas centrā Rīgā, Zaubes ielā 1-1, tālrunis/fakss 7372373, e-pasts info@lielvards.lv

Izvēloties "Aldara" produkciju, arī Tu atbalsti Latvijas rūpniecību un kultūru!



ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS



ISSN 0135-129X



Amerikāņu astronauts Eds Vaits atklātā kosmosā.

NASA foto
Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi. Lielo sasniegumu laiks (1961-1973)".