

# ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2003  
RUDENS

★ Cik ILGI vēl REDZĒSIM ZVAIGZNES?

★ "COLUMBIA" BOJĀEJAS IEMESLS ir TRIVIĀLS

Pleiades

★ KOSMISKAIS TŪRISMS – VIENKĀRŠI un DROŠI

Mercury

Venus

Jupiter

★ MARSS – ROBOTU KAPSETA

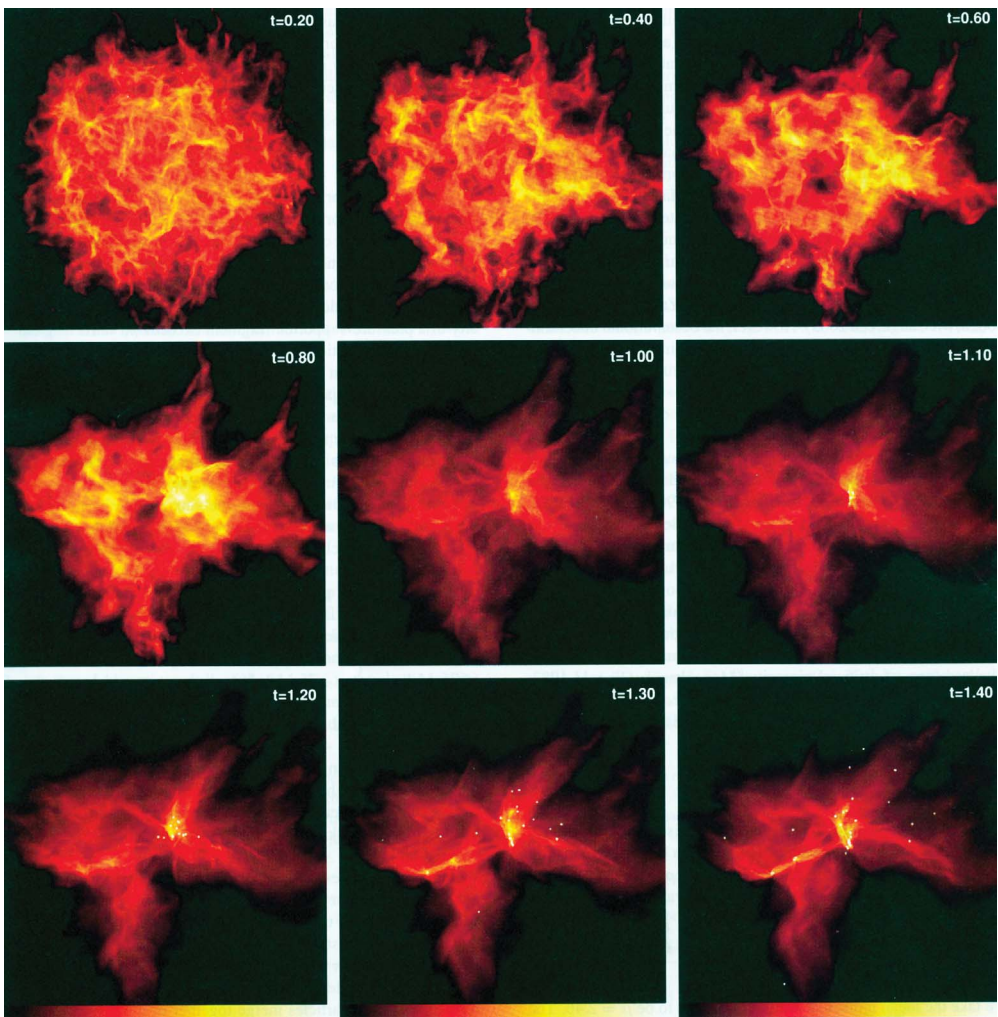
Saturn

★ LABĀKIE MIRKĻI no SAULES APTUMSUMA LATVIĀ

★ "ZVAIGŽNOTĀS DEBĒSS"  
DEVĪTĀ PIECĀDE

Pielikumā –  
ASTRONOMISKAIS KALENĀRS  
2004





Protozvaigžņu gāzu–putekļu mākoņa sākotnējā fragmentācija un evolūcija laika gaitā. Ar krāsu pārejām no melna uz sarkanu un dzeltenu iekrāsota sporādiska lielāka vai mazāka izmēra un blīvuma sablīvējumu un serdeņu veidošanās un to kolapss. Katra attēla laukuma šķērsizmērs ir 0,4 ps (82 400 a. v., 1 a. v.  $\approx 149 \cdot 10^6$  km) un to vienu no otra atdala  $0,2 \cdot 1,9 \cdot 10^5 = 38\,000$  gadu ilgs laika intervāls. Zvaigžņu formēšanās sākas jau pie  $t = 1,04 t_{\text{br. kr.}} \approx 0,2 \cdot 10^6$  gadi (*vidējais, t. i., piektais kadrs*), bet kā spoži punkti tās izemējas pie  $t = 1,20 \cdot 1,9 \cdot 10^5 = 0,228 \cdot 10^6$  gadi (*septītais kadrs*). Redzams, ka jau pie  $t = 1,4 \cdot 1,9 \cdot 10^5$  gadi (*devītais kadrs*) notiek ievērojama klastera disipācija, t. i., dinamiskās mijiedarbības dēļ no klastera tiek izmestas daudzas zvaigznes un brūnie punduri.

No *MNRAS*, v. 339, No. 3, 1 March 2003

Sk. A. Balklava rakstu “Kā veidojas zvaigžņu klasteri”.

### Vāku 1. lpp.:

Četras planētas un Sietiņš redzams vienlaikus *LASCO* (*Large Angle and Spectrometric Coronagraph*) iegūtajā attēlā, kas no Saules observatorijas *SOHO* uz Zemi atsūtīts 15.V.2000. Baltā aplīša izmērs attēla centrā ir vienāds ar Saules, ko aizsedz aptumšošanas ekrāna disks, izmēru. Šādi mākslīgi aptumšota Saule ļauj novērot tās koronu. Horizontālās līnijas pie planētu attēliem rodas, pāreksponējot *CCD* matricas pikselus, bet tumšā josla attēla kreisajā apakšējā stūrī ir ekrāna disku turošā piona ēna.

*SOHO/LASCO* (ESA&NASA) attēls

Sk. A. Balklava rakstu “Cik ilgi vēl mēs redzēsim zvaigznes?”.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS  
ČETRAS REIZES GADĀ

2003. GADA RUDENS (181)



Redakcijas kolēģija:

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

Tālrunis 7034580  
E-pasts: [astra@latnet.lv](mailto:astra@latnet.lv)  
<http://www.astr.lu.lv/zvd>



Iespiests Latvijas–Somijas SIA  
“Madonas poligrāfists”, Madonā,  
Saieta laukumā 2a, LV-4801

## SATURS

### Pirms 40 gadiem “Zvaigžņotajā Debess”

Noziedzīgais projekts “West Ford”. Vēlreiz par lidojošiem šķīviņiem. Radioastronomu konference Gorkijā.....2

### Zinātnes ritums

Kā veidojas zvaigžņu klasteri. *Arturs Balklavs*.....3

### Jaunumi

Ar pāriešanas metodi atklātas citplanētas.

*Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*.....8

Cik ilgi vēl mēs redzēsim zvaigznes? *Arturs Balklavs*.....13

Par Saules divgadu ciklu. *Natālija Cimaboviča*.....14

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

Japāna plāno jaunu kosmisko Saules teleskopu.

*Arturs Balklavs*.....17

“Columbia” traģēdija”. Kas un kāpēc notika

(*nobeig.*) *Mārtiņš Sudārs*.....18

“Columbia” bojāejas iemesls ir triviāls. *Jānis Jaunbergs*.....24

“Space Ship One” vistuvāk mērķim. *Mārtiņš Sudārs*.....29

### Latvijas zinātnieki

Sveicam astronomi Ilgu Daubi jubilejā!.....31

Garā mūža atmiņu drumsas. *Ilga Daube*.....32

### Atziņu ceļi

Daži Universa tālās nākotnes jeb eshatologijas

jautājumi (*turpin.*) *Imants Vilks*.....38

### Skolā

Ar kosmoloģiju uz tu: relativitātes teorija

un Visuma ģeometrija (*4. turpin.*) *Kārlis Bērziņš*.....43

Latvijas 53. matemātikas olimpiādes 3. kārtas

uzdevumu atrisinājumi. *Agnis Andžāns*.....46

### Mars tuvpānā

Trīs jauni šaviņi trajektorijā uz Marsu. *Jānis Jaunbergs*...61

### Amatieriem

Merkura novērojumi LU Astronomiskajā tornī.

*Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills*.....67

Saules aptumsuma fotogrāfiju konkursa rezultāti.

*Mārtiņš Gills*.....68

### Atskatoties pagātnē

Lai dzīvei un matemātikai stingri pamati.

*Natālija Cimaboviča*.....70

### Hronika

Astronomijas institūts 2002. gadā (*turpin.*)

*Arturs Balklavs*.....74

**Zvaigžņotā debess** 2003. gada rudeni. *Juris Kauliņš*.....77

### “Zvaigžņotās Debess” tematiskais rādītājs

(1998. g. rudens–2003. g. vasara). *Ilga Daube*.....84

*Pielikumā: Astronomiskais kalendārs 2004*

# PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

---

## NOZIEDZĪGAIS PROJEKTS "WEST FORD"

Jau 1959. gadā Vestfordā (ASV) sāka izstrādāt jaunu projektu, kā palielināt ultraisviļņu radiosakaru attālumu. Projekta ideja – izveidot apkārt Zemei vienu vai vairākus gredzenus no sikām vara adatiņām. Galīgais projekts "West Ford" paredz izmest kosmosā 3–4 tūkstošu kilometru augstumā vairākus desmitus tonnu tādu adatiņu. Pirmo izmēģinājumu realizēt šo projektu amerikāņi izdarīja 1961. gada oktobrī. Tomēr adatiņas nevis izklīda gredzenā, bet gan ceļoja apkārt Zemei kā kompakts mākonis. Jau toreiz visas pasaules zinātnieki protestēja pret projekta "West Ford" realizāciju. Starptautiskās astronomu savienības kongress, kas sapulcējās 1961. gada augustā ASV, vienbalsīgi pieņēma speciālu rezolūciju, adresētu ASV valdībai.

Kaut gan adatiņu svars ir niecīgs – 0,1 mg, ārkārtīgais sadursmes ātrums – līdz 16 km sekundē – padara katru adatiņu bīstamu kosmiskajiem aparātiem. Vislielākās briesmas tomēr slēpjas tai apstākļi, ka nav precīzi zināms, kā adatiņas izturēsies telpā. Aprēķins, ka tās pēc neilga laika nonāks atmosfērā un sadegs, var izrādīties aplams. Tā kā kosmosa apgūšana nupat tikai sākas, visas briesmas un traucējumus nākotnē grūti pat paredzēt.

Kas gan spiež ASV zinātniekus veikt tik apšaubāmus pasākumus, spītējot cilvēces saprāta balsij? Izrādās, ka projekta "West Ford" realizācija ir ļoti svarīga militāristiem.

*(Saisināti pēc J. Šneidera raksta, 25.–27. lpp.)*

## VĒLREIZ PAR LIDOJOŠIEM ŠĶĪVĪŠIEM

Ievērojams ASV astrofiziķis D. Menzels grāmatā par lidojošiem šķīvišiem pierāda, ka kņada ap tiem ir dabas neizpratnes un ļaunu aizdomu sekas, kas radušās starptautiskā saspilējuma dēļ. Lidojošie šķīviši gan eksistē, bet tie ir izskaidrojamas dabas parādības. ASV publicētas trīs grāmatas, kas mēģināja pierādīt, ka lidojošiem šķīvišiem izcelšanās vieta ir ārpus Zemes. ASV šai sakarā sākās ista panika un bailes no nezināmām briesmām. Lai vēl vairāk satrauktu ļaužu prātus, jokdari darināja lidojošus šķīvišus, metot no augstu namu jumtiem apaļus priekšmetus, un fotografēja tos. Prese savukārt šādas fotogrāfijas izmantoja par pamatu apgalvojumiem, ka lidojošie šķīviši pastāv un tiem ir starplanētu izcelšanās.

*(Saisināti pēc E. Lejasmeijera raksta 40.–44. lpp.)*

## RADIOASTRONOMU KONFERENCE GORKIJĀ

Padomju Savienības radioastronomu konferencē, kas šogad no 26. februāra līdz 2. martam notika Gorkijā, piedalījās ap 300 dalībnieku, kas nolasīja 110 referātus. Par visiem apspriestajiem jautājumiem šeit pastāstīt nav iespējams, tāpēc pakavēšos tikai pie dažiem.

Radioastronomu iegūto pierakstu apstrāde prasa ļoti daudz darba, jo jāņem vērā radioteleskopa virziena diagrammas izdarītie patiesā radiospožuma sadalījuma kropļojumi. Tāpēc konferences dalībnieki ar lielu interesi sekoja LPSR ZA Astrofizikas laboratorijas darbinieka A. Balklava referātam par iespējam pierakstu apstrādi uzdot elektronu skaitļojamām mašīnām. Izrādās, ka nav jānolasa no pieraksta lentes visi punkti, bet var ņemt tos, starp kuriem attālums vienāds ar antenas virziena diagrammas pusplatuma pusi. Tā ievērojami samazinās mašīnā ievadāmās informācijas apjoms.

*(Saisināti pēc M. Eliāsa raksta, 48.–51. lpp.)*

ARTURS BALKLAVS

## KĀ VEIDOJAS ZVAIGŽŅU KLASTERI

Zvaigžņu sablīvējumu, sakopojumu vai, kā tagad angļu valodas iespaidā arvien vairāk ieviešas – zvaigžņu klasteru<sup>1</sup> – rašanās un evolūcija ir joprojām ļoti aktuāla astrofizikālo pētījumu problēma, neskatoties uz to, ka kvalitatīvi tie galvenie procesi, kas noved pie zvaigžņu klasteru izveidošanās, ir jau pietiekami labi apzināti un saprasti. Taču saprast procesu kvalitatīvi, proti, zināt, kas ir tā cēlonis un kā tas vispārējās vilcienos norit, nebūt nenozīmē to izprast līdz galam, izprast arī kvantitatīvi, ar to saprotot spēju, ņemot vērā dažādus sākuma nosacījumus (protozvaigžņu gāzu – putekļu jeb molekulāro mākoņu (m. m.) blīvums, izmēri, temperatūra, turbulentās kustības ātrumi u. c.), noteikt, cik liels būs (izveidosies) topošā zvaigžņu klastera dažādu masu zvaigžņu skaits jeb kāda būs sākotnējā masas funkcija (s. m. f.), tostarp brūno punduru (br. p.) daudzums, kādi būs apzvaigžņu disku parametri (blīvums, izmēri u. c.), kāds būs dubultu un daudzskārtņēju zvaigžņu sistēmu skaits utt.

Br. p. – šis netaisnība vai nedzīvi dzimušās zvaigznes – iepriekš ir īpaši atzīmētas tādēļ, ka to daudzuma apzināšana ir ļoti nozīmīga, risinot, piemēram, jautājumu par Galaktikas

(galaktiku) slēptās masas iespējamām komponentēm, jo, vērtējot zvaigžņu klasteru veidošanos, nevar noliegt varbūtību, ka tās gaitā rodas liels skaits šo mazas masas zvaigžņu aizmetņu jeb iedīglu, ko ir grūti konstatēt un novērot to ārkārtīgi niecīgās izstarojuma spējas dēļ.

Daļu vai dažus no šiem zvaigžņu klasterus raksturojošiem kvantitatīvajiem parametriem, piemēram, spožo, starjaudīgo zvaigžņu skaitu un sadalījumu pa klastera tilpumu (faktiski gan tikai pa plakni), var iegūt novērojumu ceļā un pat visai tāliem zvaigžņu sakopojumiem, taču par citiem parametriem nākas spriest un secināt, balstoties uz dažādiem apsvērumiem, jo tie nav iegūstami tiešos novērojumos. Galvenais – jo tālāk atrodas zvaigžņu klasteri, jo mazāk vizuālas informācijas ir pieejams. Taču šos parametrus var mēģināt iegūt aprēķinu ceļā, izveidojot adekvātus protozvaigžņu m. m. matemātiskos modeļus un izsekojot to sadalīšanās jeb fragmentēšanās procesiem. Un tas arī ir virziens, kurš pēdējā laikā kļūst arvien populārāks, pateicoties skaitļošanas tehnikas arvien pieaugošām potenciēm, kas ļauj vismaz skaitliski risināt vienādojumus, kuri gan pietiekami precīzi apraksta atbilstošos procesus, bet kuriem nav pieejami analītiski risinājumi.

Klasteru parametri, kas sevišķi interesē astrofizikāļus, ir jau pieminētā s. m. f., relatīvais vienkāršu, bināru jeb dubultu un daudzskārtņu zvaigžņu sistēmu biežums, daudzskārtņu zvaigžņu sistēmu īpašības, apzvaigžņu vielas disku īpašības un zvaigžņu formēšanās efektivitāte.

Lai šos parametrus aprēķinātu, ir divas iespējas. Pirmkārt, var apskatīt izolētus, pietie-

---

<sup>1</sup> Vārdu *klasteri* (no angļu valodas *cluster* – saišķis, ķekars, (koku) skupisna, puduris, (bišu) spiets, (ļaužu) pulciņš, grupa), kas jau lielā mērā ir kļuvis par modes vārdu, plaši ievieša ekonomisti, lai raksturotu ekonomiskos procesus un situāciju. Bet būtībā tas ir pārņemts no bioloģijas un apzīmē struktūru, kas radusies dabiskā ceļā un kur eksistences cīņas gaitā ir izveidojušās savas sadzīvošanas likumības un savstarpējas attiecības.

kami blīvus m. m. serdeņus (no angļu valodā rakstītā zinātniskā literatūrā lietotā termina – *core* – *serde*), lietojot plašu sākuma nosacījumu izlasi, un veikt, lai arī daudzas, taču samērā vienkāršas kalkulācijas. Bet tas, kā rāda analīze, nav ne optimāli, ne perspektīvi, jo šobrīd ne sevišķi labi ir apzināti fizikālie apstākļi šādos serdeņos, un tas traucē pietiekami labi noformulēt reprezentatīvu, t. i., reālos apstākļus labi pārstāvošu sākuma nosacījumu izlasi. Gan jāņem vērā tas, ka, izsekojot izolētu zvaigžņu sistēmu veidošanos, paliek atklāts jautājums par to mijiedarbību jeb sadursmēm, kas ir sevišķi svarīgi, pētot jaunus zvaigžņu klasterus.

Otra iespēja ir apskatīt kolapsu un fragmentēšanos liela mēroga m. m., kurā vienlaikus var veidoties daudzas zvaigznes un to sistēmas, jo tas automātiski ļauj ievērot gan vides fizikālo parametru maiņu kolapsa gaitā, gan mijiedarbību starp zvaigznēm un to sistēmām. Tad ir jāuzdod tikai m. m. globālās īpašības, bet individuālo serdeņu veidošanās un to īpašības notiek pašsaskanīgi, t. i., nav katram serdenim jānorāda atsevišķi nosacījumi. Vienīgais trūkums šādai pieejai ir tas, ka ārkārtīgi pieaug skaitļošanas darbu apjoms, jo nākas risināt ļoti sarežģītus vienādojumus, faktiski – to sistēmas.

Pie šādiem vienādojumiem, kas ļauj konstruēt un pētīt dinamiski ļoti komplikētos molekulārās vides fragmentēšanās un evolūcijas procesus, ir pieskaitāmi arī hidro(gāzu) dinamikas vienādojumi<sup>2</sup>, kas vispār ir atzīti kā vieni no vissarežģītākajiem matemātiskās fizikas vienādojumiem. Šo vienādojumu skaitliskā risināšana, kā jau iepriekš uzsvērts, ir ļoti darbietilpīgs uzdevums, taču mūsdienu skaitļotāji un programmas jau spēj ar vajadzīgo precizitāti un turklāt reālā, t. i., pietiekami īsā laikā izdarīt nepieciešamos aprēķinus, kas arī izskaidro, kāpēc zinātniskajā periodikā arvien biežāk parādās šādu ļoti liela skaitļošanas apjoma darbu publikācijas, kas paver līdz šim nebijušu iespēju visai dziļi ielūkoties zvaigžņu kopu veidošanās un attīstības noslēpumos.

Par vienu no vispilnīgākajiem pēdējā laika šāda veida pētījumiem var uzskatīt trīs angļu zinātnieku – M. Beita, A. Bonnelli un V. Bromma darbu “*Zvaigžņu klasteru formēšanās: zvaigžņu un brūno punduru īpašību prognozēšana*”, kas publicēts “*Zvaigžņotajā Debessī*” jo bieži apskatītajā Anglijas Karaliskās astronomijas biedrības mēnešrakstā *MNRAS*<sup>3</sup>. Viņi izanalizējuši sākotnēji turbulenta liela mēroga m. m. fragmentēšanos un zvaigžņu veidošanos plašā sākotnējo fizikālo parametru diapazonā, kas ļāvis gan detalizēti izsekot pašai fragmentēšanās gaitai, gan paver iespēju paredzēt vai prognozēt virkni jaunpiedzimušo zvaigžņu un to sistēmu īpašību un evolūciju. Aprēķini tika izdarīti, kā jau minēts, sākotnēji turbulentam, sfēriskam un vienmērīgam blīvuma m. m. modelim ar masu  $M_{m. m.} = 50 M_{\odot}$  ( $M_{\odot}$  – Saules masa =  $1,989 \cdot 10^{33}$  g), temperatū-

---

<sup>2</sup> Viskoza šķidruma vai gāzes kustību apraksta nelineāra daļēji diferencālvienādojumu sistēma, kas pazīstama arī kā Navjē–Stoksa vienādojumi. Tie ļauj noteikt daļiņu pārvietošanos telpā un laikā atkarībā no vides blīvuma, spiediena, temperatūras un spēkiem, kas darbojas uz viskozās, t. i., ar iekšēju berzi apveltītās, vides daļiņām. Vienādojumu atrisināšana jeb integrēšana notiek, uzdodot tā sauktos sākuma un robežnosacījumus, kas raksturo vides stāvokli kaut kādā laika momentā un telpas robežu apstākļos. Tā kā vienādojumi ir atkarīgi arī no laika, ir iespējams izsekot vides parametru (blīvuma, temperatūras, viskozitātes koeficienta) maiņām laikā un šo maiņu ietekmei uz vides daļiņu kustību un struktūru veidošanos. Vienādojumu risināšana notiek skaitliski, un iegūto rezultātu kvalitāte, t. i., saskaņa ar reālām sistēmām, ir atkarīga galvenokārt no skaitļotāja tehniskajām iespējām, proti, cik liela skaitļa daļiņu ansambla izturēšanas skaitļotājs reālā laikā spēj apstrādāt.

<sup>3</sup> Sk. M. R. Bate, I. A. Bonnell, V. Bromm. “*The formation of a star cluster: predicting the properties of stars and brown dwarfs*” – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 339, No. 3, 1 March 2003, p. 577–599.

ru  $T = 10 \text{ K}$  un diametru  $0,375 \text{ ps} = 77400 \text{ a. v.}$  ( $1 \text{ ps} = \text{parseks} = 3,085678 \cdot 10^{16} \text{ m} = 3,26 \text{ g. g.}$ ;  $1 \text{ a. v.} = \text{astronomiskā vienība} \approx 149 \cdot 10^6 \text{ km}$ ). Šādam mākonim tā sauktais brīvās krišanas (kolapsa jeb sablīvēšanās) laiks  $t_{\text{br. kr.}} = 6 \cdot 10^{12} \text{ s} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ gadi}$ . Pieskarsimies dažiem interesantākajiem šajos aprēķinos gūtajiem rezultātiem un no tiem atvasinātiem secinājumiem.

Aprēķini uzskatāmi parādīja, ka zvaigžņu veidošanās pēc būtības ir haotisks, bet ļoti dinamisks, t. i., ātri ritošs process. Zvaigžņu formēšanās noris lokalizētu zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumu (arī atkārtotu) veidā, kuri rodas gan vietās, kas saistās ar haotiskā kolapsa gaitā radušos pietiekami blīvu m. m. serdeņu fragmentēšanos, gan fragmentējoties masīviem jaundzimušo zvaigžņu apzvaigžņu vielas diskkiem. Gan zvaigžņu bez, gan zvaigžņu ar apzvaigžņu diskkiem sadursmes<sup>4</sup>, kas notiek tāpēc, ka zvaigznes saglabā savu dzimšanas šūpuļu liela mēroga haotiskās kustības ātrumu, var notikt arī tā, ka tiek sagrautas dzimstot izveidojušās daudzkārsās zvaigžņu sistēmas.

Aprēķinu autori protozvaigžņu mākoņa fragmentācijas un evolūcijas gaitas rezultātus ir vizualizējuši, izveidojot it kā savdabīgu procesa multiplikāciju, kuras 9 kadri, atdalīti ar laika intervālu  $\Delta t = 0,2 \cdot t_{\text{br. kr.}}$ , aptver apmēram  $0,3$  miljonu gadu ilgu laika posmu<sup>5</sup> un ir parādīti *attēlā vāku 2. lpp.*

<sup>4</sup> Faktiski gan ir runa par vairāk vai mazāk ciešiem zvaigžņu satuvošanās un garāmiešanas notikumiem, ko drīzāk var salīdzināt ar izkriedi, jo tiešas, frontālas zvaigžņu sadursmes kosmosā visai retinātās zvaigžņu vides apstākļos ir ārkārtīgi retas parādības.

<sup>5</sup> Šo laika posmu, kā viegli saprast, ierobežo tikai datora lietošanai piešķirtais laiks, jo modeļa skaitliskā simulācija ir saistīta ar tik milzīga skaita dažādu aprēķinu veikšanu un līdz ar to laika patēriņu, ka tos nevar turpināt pēc patikas ilgi. Tādējādi šis datora izmantošanai piešķirtā laika limits arī nosaka to laika posmu, kurā modeli ritošo procesu norises var apskatīt.

Darbinot modeļa skaitļošanas programmu, ir redzams, ka molekulārās vides sākotnēji turbulenta ātruma lauks drīz vien ( $t = (0 \div 0,8) t_{\text{br. kr.}}$ ) transformējas triecienviļņos, kas kalpo par vides palielināta blīvuma aizmetņiem un līdz ar to gravitācijas nestabilitātes mehānisma iedarbināšanai<sup>6</sup>. Vispirms izveidojas maza izmēra triecienviļņi, kas tālāk progresē lielāka izmēra triecienviļņos, kuros m. m. pamazām zaudē savu haotiskās kustības kinētisko enerģiju, kas sākotnēji uzturēja mākoņa stabilitāti, neļaujot tam kolapsēt. Tādējādi, vides blīvumam pieaugot, sāk dominēt gravitācijas spēki, kuru ietekmē izveidojas atsevišķi arvien pieaugoša blīvuma apgabali – serdeņi un sākas to kolapss, kas noved pie tālākas fragmentācijas – lielāka vai mazāka izmēra un blīvuma apgabalu iezīmēšanās, zvaigžņu aizmetņu un zvaigžņu veidošanās<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Ja apskata tikai gravitācijas un elastības spēkus, tad ir iespējams definēt noteiktu telpas izmēru – tā saukto Džinsa garumu  $l_{\text{Dz}} \approx v_{\text{sk}} (\pi / G\rho)^{1/2}$  ( $v_{\text{sk}}$  – skaņas izplatīšanās ātrums dotajai videi,  $\pi \approx 3,14$ ,  $G$  – gravitācijas konstante  $= 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ , bet  $\rho$  – vides blīvums), kas atdala stabilitātes ( $l < l_{\text{Dz}}$ ) un nestabilitātes ( $l > l_{\text{Dz}}$ ) apgabalus, t. i., apgabalus, kuros nesākas apgabalā ierobežotās masas pašgravitācijas izraisīts kolapss, jo šajos apgabalos dominē elastības spēki, no apgabaliem, kuros sākas šī saraušanās un sablīvēšanās, jo tajos dominē gravitācijas spēki. Analogas formulas var iegūt arī tad, ja ievēro rotāciju, turbulenci, elektrisko un magnētisko lauku, kas pretojas gravitācijai. Kolapss ir jo straujāks, jo lielāki ir apgabala  $l$  ( $l > l_{\text{Dz}}$ ) izmēri.

<sup>7</sup> Sākotnējo impulsu, kas palaiž, iedarbina m. m. fragmentēšanās procesu, parasti uzdod kā triecienvilni. To var izraisīt gan tuvumā uzliesmojusi pārnova, kas, kā domājams, ir ierosinājusi Saules izveidošanos, gan m. m. sadursmes. Var, protams, apskatīt arī izolēta m. m. gadījumu, kad šāds mākonis kolapsējas pašgravitācijas ietekmē, ja ir izpildīts Džinsa kritērijs. Tad fragmentācija notiek dabiski pastāvošo blīvuma nevienmērību dēļ, bet kolapss sākotnēji ir ļoti lēns, kas apgrūtinā ➔

Fragmentācija izbeidzas, kad, vielai sablīvējoties, tiek sasniegta tā sauktā necaurspīdības robeža. Tas izriet no šādas procesa analīzes, proti, m. m. serdenim sākot kolapsēt, atbrīvojas gravitācijas potenciālā enerģija, kas palielina vielas haotiskās kustības enerģiju, t. i., pāriet siltumenerģijā, kura tiek izstarota. Kamēr viela ir caurspīdīga, šī enerģija brīvi aizplūst no kolapsējošā apgabala un tā temperatūra un līdz ar to elastības spēki nepieaug. Process rit izotermiski, un var notikt tālāka fragmentācija.

Kad siltumenerģijas pieauguma ātrums sāk pārsniegt šīs enerģijas izstarošanas ātrumu, temperatūra ceļas, un vide sakarā ar molekulu disociāciju, jonizāciju utt. kļūst necaurspīdīga. Tas vēl vairāk ceļ tās temperatūru un līdz ar to elastību, kas pretojas un galu galā aptur tālāku apgabala fragmentāciju. Tātad, sasniedzot necaurspīdības robežu, apgabals kolapsē kā viens vesels, veidojot vai nu zvaigznes (pietiekamas masas gadījumā), vai br. p. (ja masa ir bijusi par mazu).

Standarta molekulārai gāzei pie sākuma temperatūras ap 10 K šī gāze sāk ievērojami sasilt, sasniedzot blīvumu  $\approx 10^{-13}$  g/cm<sup>3</sup>, kas tad arī nosaka necaurspīdības robežu. Šāda necaurspīdības robeža savukārt izraisa to, ka zvaigžņu sākotnējās minimālās masas atrodas robežās ap  $(1 \div 10) M_{\text{Jup}}$ , kur  $M_{\text{Jup}}$  – Jupitera masa =  $1,9 \cdot 10^{30}$  g, bet protodubultzvaigžņu sistēmām, kas veidojas uz vietas (*in situ*), minimālais attālums starp komponentēm ir aptuveni 10 a. v. (pie vēl mazāka attāluma komponentēm ir ļoti liela varbūtība saplūst, kas arī reāli notiek). Tas nozīmē, ka ciešas dubultsistēmas, kurām attālums starp komponentēm ir  $\leq 10$  a. v., visdrīzāk veidojas, kļūstot ciešākām sākotnēji plašākām daudzskārtējām

---

→ aprēķinu veikšanu. Tādēļ arī aprēķinos parasti pieņem šāda triecienviļņa pastāvēšanu, kas arī reāli kosmosā ļoti bieži realizējas un stimulē Džinsa kritērija iestāšanos, un masu kontrakciju visā mākoņa tilpumā gandrīz vienlaikus.

zvaigžņu sistēmām, kombinējoties ar zvaigžņu dinamiskajām sadursmēm, akrēcējot apkārtējo m. m. vielu, un mijiedarbībā ar šīs vielas diskkiem, kas aptver dubultās un trīskāršās zvaigžņu sistēmas.

Aprēķini rāda, ka turbulences sairst visai ātri un jau pēc  $t = 1,037 t_{\text{br. kr.}}$ , t. i.,  $t_{\text{br. kr.}}$  sākas zvaigžņu formēšanās, kas tad arī ļauj izdarīt secinājumu par fragmentācijas dinamismu, t. i., par ļoti straujo kolapsa procesa attīstības tempu.

Pirmās zvaigznes sāk veidoties, protams, vismasīvākajā serdenī. Kad sāk formēties zvaigznes, tas satur ap 3  $M_{\odot}$  lielu kopējo masu. Šajā serdenī notiek divi zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumi. Pirmais ilgst apmēram 18 000 gadu, kam seko ap 24 000 gadu ilgs mierīgas evolūcijas posms, kura laikā izveidojas tikai trīs br. p. Tad seko otrs, arī apmēram 18 000 gadu ilgs zvaigžņu dzimšanas uzliesmojums un ap 9000 gadu ilgs miera periods, kura laikā izveidojas tikai viens br. p.<sup>8</sup>

Kosmogoniski svarīgs secinājums, kas izriet no veiktajiem aprēķiniem, ir tas, ka izveidojušos zvaigžņu statistiskās īpašības, galvenokārt masas un ātrumi, ir šādā dinamiskā vidē ritoša formēšanās procesa stabils konsekvences un tādēļ protozvaigžņu vielas sablīvējumi un mākoņi producē apmēram vienādu skaitu dažādas masas zvaigžņu un br. p., bet pēdējie zvaigžņu sadursmju un savu mazo masu dēļ pa lielāki daļai no jau sākotnēji nestabilajām daudzskārtējām zvaigžņu sistēmām un arī no m. m. tiek izmesti.

Kad aprēķini bija jāpārtrauc izsmeltā laika limita dēļ, apskatāmajā m. m. bija izveidojušās 23 dažādas masas zvaigznes un 18 br. p. Vēl 9 sabiezinājumi bija ieguvuši subzvaigžņu masas, bet tie turpināja pieņemt svarā, akrēcējot apkārtējo vielu. Trim no tiem bija ļoti mazas masas un akrēcijas ātrumi, un tādēļ tie visdrīzāk būtu devuši subzvaigžņu objektus, respektīvi, kļuvuši par br. p. Pārējie

---

<sup>8</sup> Apskatāmajā darbā, protams, ir analizēta arī citu lielāko primāri izveidojušos serdenju evolūcija.



seši, ja aprēķinus būtu bijis iespējams turpināt, droši vien būtu izveidojušies par zvaigznēm.

Aprēķini parādīja arī to, ka lielākā daļa apzvaigžņu vielas disku rādiusu ir mazāki par apmēram 20 a. v. un šāda disku nošķelšana ir zvaigžņu un to sistēmu dinamiskās mijiedarbības sekas. Tas labi saskan ar novērojumiem *Oriona* miglāja Trapeces klasterā un nozīmē to, ka lielākā daļa zvaigžņu un br. p. neveido plaša izmēra planetāras sistēmas.

No šā teorētiski izsekotā zvaigžņu klasteru veidošanās viedokļa interesanti ir salīdzināt aprēķinos iegūtos rezultātus ar reālu zvaigžņu kopu novērojumos iegūtajiem datiem. Kā vienu no tādiem ērtiem un reprezentatīviem pārstāvjiem var minēt pazīstamās *Plejādes* jeb Sietiņu. Tā ir ar zvaigznēm bagāta (ap 1200 kopas locekļu), pietiekami jauna (ap 120.10<sup>6</sup> gadu veca) un samērā tuva, tikai ap 125 ps attālumā no Saules izvietota vaļēja zvaigžņu kopa, kas ir labi novērojama jau ar vidēja

lieluma teleskopiem un tādēļ ir daudz pēta. *Plejāžu* nelielais vecums ļauj izdarīt pieņēmumu, ka tā ir maz iztvaikojusi, respektīvi, kopas neilgajā dzīves laikā nav notikusi ievērojama br. p. skaita samazināšanās.

Pēdējā laikā veiktie *Plejāžu* novērojumi tuvējā infrasarkanajā diapazonā (I staros,  $\lambda_1 = 8800 \text{ \AA}$ ) līdz  $I \approx 22^m$ , tādējādi pārsedzot zvaigžņu masu  $M$  intervālu ap  $0,03 M_{\odot} < M < 0,48 M_{\odot}$ , uzrāda tajā 40 br. p. kandidātus, no kuriem 29 ir jaunatklāti. Ņemot vērā ar novērojumos izmantotajiem instrumentiem neregistrējamo br. p., t. i., ar masām  $M_{br.p} < 0,03 M_{\odot}$ , skaitu, ir iespēja novērtēt, ka br. p. veido vismaz ap 25% no kopas populācijas, kas gan ir tikai ap 1,5% no kopas zvaigžņu summārās masas. Attiecībā uz br. p. skaitu tas apmierinoši saskan ar modelāprēķinos iegūtajiem rezultātiem un rāda, ka šādus aprēķinus var lietot reālu klasteru s. m. f. un citu parametru novērtēšanai. D

## JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ

**Atklāta visagrāk izveidojusies dzelzs.** Ar Habla kosmisko teleskopu (*Hubble Space Telescope*) pētot trīs vistālāk zināmos kvazārus, tajos tika atklāta visagrāk Visumā izveidojusies dzelzs. Tas nozīmē, ka jau dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena ir veidojušās zvaigznes, kamēr kvazāri izveidojās tikai 900 miljonus gadu pēc Lielā Sprādziena. Dzelzs veidojas tikai zvaigžņu evolūcijas ceļā 500–800 milj. gadu laikā. Pētītie kvazāri atrodas 12,8 mljrd. gaismas gadu attālumā, un to spektrā atrastās dzelzs līnijas liecina, ka zvaigznes sākušas veidoties agrāk, nekā līdz šim tika uzskatīts.

**Andromedas halo atrodas pārkāp jaunas zvaigznes.** Ar Habla kosmisko teleskopu tika uzņemts Andromedas halo attēls, kura ekspozīcija ilga trīs ar pusi dienas. Šis ir dziļākais Habla teleskopa Visuma uzņēmums, tajā var redzēt ap 300 000 Andromedas halo zvaigžņu, kas līdz šim nebija redzētas to pārkāp lielā attāluma un vājā spožuma dēļ. Taču pārsteidzošākais bija tas, ka trešdaļa Andromedas halo zvaigžņu bija 6–8 mljrd. gadu vecas, turpretī mūsu Galaktikas halo zvaigznes ir jau 11–13 mljrd. gadu vecas. Nav isti skaidrs, kāpēc tas tā. Iespējams, ka senāk Andromedas galaktika sadūries ar kādu citu, tā veicinot jaunu zvaigžņu veidošanos, vai arī sagrābjot jaunākās zvaigznes no pietuvojušās galaktikas. Iespējams, ka Andromedas galaktika iznīcinājusi kādu mazāku pietuvojušos galaktiku, tās zvaigznes izklidinot savā halo. Taču, lai atrastu isto atbildi, vēl jāveic papildu pētījumi.

I. Z.

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

## AR PĀRIEŠANAS METODI ATKLĀTAS CITPLANĒTAS

Pašlaik astronomi liek lietā divas citplanētu atklāšanas metodes. Ar spektrometrisko zvaigžņu radiālā ātruma mērīšanas metodi meklē un analizē zvaigžņu radiālā ātruma maiņas, ko rada zvaigznes un planētas pievilkšanās spēku mijiedarbība, planētai riņķojot ap zvaigzni. Lidz 2003. gada 1. jūnijam citplanētu katalogā (<http://www.obspm.fr/encycl/encycl.html>) bija ietvertas 108 planētas, no kurām 107 atklātas ar šo metodi. Ar pāriešanas metodi, kas balstās uz zvaigžņu fotometriskiem mērījumiem, meklē un analizē zvaigžņu spožuma niecīgus satumsumus, kas rodas, planētai ejot pāri zvaigznes diskam un aizturot mazu daļu tās gaismas. Šī metode ir guvusi pirmos reālos panākumus, jo tikko kā publicētas ziņas par divu zvaigžņu ciešu planētu atklāšanu.

Pāriešanas metodes izstrādāšanai un lietošanai astronomi pievērsās pēc tam, kad 1999. gadā pirmo reizi tika novērota planētas pāriešana zvaigznes diskam. Tā bija zvaigzne *HD 209458*, pie kuras planēta jau bija iepriekš atklāta ar radiālo ātrumu metodi. Tūdaļ daudzi astronomi izteica vēlmi uzsākt ļoti plašas zvaigžņu fotometriskās novērošanas programmas ar mērķi saskatīt pāriešanas radītus zvaigžņu satumsumus un tādā kārtā atklāt jaunas citplanētas. 2001. gadā dažas astronomu grupas ziņoja par veiktajiem mērījumiem un to rezultātiem. Attiecīgo projektu mērķus, sasniegumus un neveiksmes jau izklāstījām (*Z. Alksne, A. Alksnis. "Jauns pavērsiens citplanētu meklēšanā" – ZvD, 2002./03. g. ziema, 3.–9. lpp.*). Par rakstā minētajām četrām iespējamām planētām, kas atklātas šo

darbu izpildes gaitā, tomēr lidz 2003. gada maijam mūsu rīcībā jaunas apstipriņošas ziņas nav nonākušas.

Tostarp 2001. un 2002. gadā labus rezultātus devis cits pētījums, kas nav aplūkots minētajā rakstā. Šā darba aizsākumi meklējami jau 20. gs. 90. gadu sākumā, kad poļu astronomu grupa, piedalīdamās tolaik izvērstajos Galaktikas tumšās vielas meklējumos, veica liela skaita zvaigžņu fotometriskos novērojumus Galaktikas centra virzienā. Tumšās vielas meklēšanas pamatā izmantots apstāklis, ka tumšs, neredzams objekts, nonākot tieši starp novērotāju un kādu tālu zvaigzni, darbojas kā mikrolēca un uz brīdi paspilgtina tālās zvaigznes starojumu, tā piesakot savu klātbūtni (sīkāk sk. *Z. Alksne. "Galaktikas tumšās vielas meklēšanas rezultāti" – ZvD, 1996./97. g. ziema, 10.–13. lpp.*). Fotometrējot zvaigžņu blīvo lauku Galaktikas centrā, poļu astronomiem labi veicās, un viņi citu pēc cita atklāja arvien jaunus mikrolēcu iedarbības gadījumus. Šos savus pētījumus poļu astronomi īsi apzīmēja ar akronīmu *OGLE* (*Optical Gravitational Lensing Experiment* – Optiskais gravitācijas lēcošanas eksperiments).

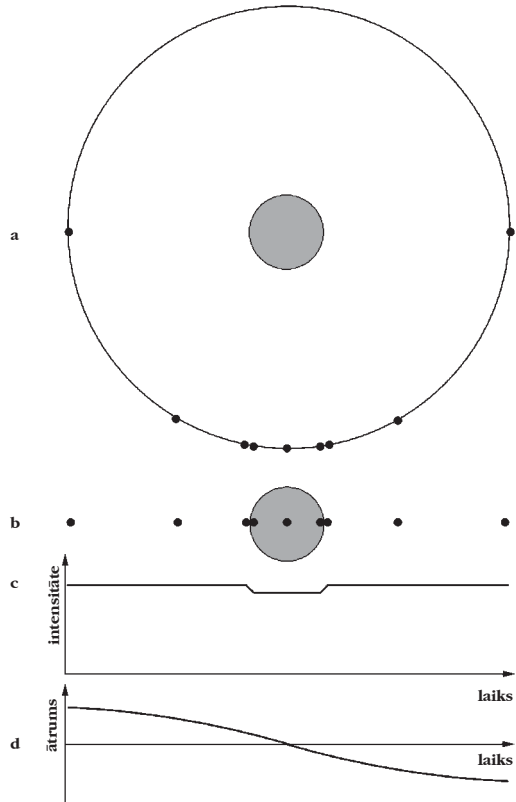
Lieliski apguvuši ļoti liela skaita zvaigžņu fotometrisku novērošanu īsā laika sprīdī, poļu astronomu grupa 2001. gadā uzsāka sava eksperimenta trešo fāzi, ko viņi apzīmē *OGLE III*. Tagad mērķis bija meklēt planētu un citu zemas starjaudas objektu pāriešanas gadījumus Galaktikas diska zvaigžnēm. Meklējot tumšo vielu, viņi centās pamanīt tālu zvaigžņu īslaicīgu paspilgtināšanos. Meklējot planētas, viņiem nācās saskatīt vēl jo īslaicīgāku

un pavisam nenozīmīgu tālu zvaigžņu spožuma kritumu.

OGLE III eksperimentu poļu astronomi veic Čīlē, Laskampanas observatorijā, kur uzstādīts Varšavas Universitātes 1,3 m teleskops (*sk. 1. un 2. krāsu att.*). 2001. gada maijā to apgādāja ar lielisku otrās paaudzes lādiņsaites matricu, kuras redzes lauks ir 35x35 loka minūtes. Tas ļoti sekmēja novērošanas darbu. Andžejs Udalskis (*Andrzej Udalski*) kopā ar kolēģiem 32 naktīs novēroja ap pieciem miljoniem zvaigžņu. Starp 52 000 zvaigžņu, kuru fotometrisko mērījumu precizitāte bija labāka par 1,5%, 46 zvaigznēm viņi atklāja atkārtotu spožuma satumšanu tikai par apmēram 0,08 zvaigžņlielumiem, ko var radīt kāda sīka, blāva debess objekta pārvietošanās pāri zvaigznes diskam. Vēlāk viņi tām piepulcināja vēl 13 zvaigznes, pavisam 2001. gada sezonā atklājot 59 planētu varbūtējas saimniekzvaigznes. Novērojumus turpinot, 2002. gada sezonā poļu astronomiem izdevies atklāt 62 zvaigznes, kuru diskus atkārtoti iet pāri sīki objekti. Taču viņi nevarēja apgalvot, ka visos konstatētajos gadījumos šis objekts ir planēta, jo planētu, brūno punduru un pašu mazāko, aukstāko un blāvāko zvaigžņu diametri ir aptuveni vienādi. Tie visi zvaigznes spožuma maiņas liknē var radīt līdzīgas formas un dziļuma spožuma kritumus. Tāpēc galīgam slēdzienam bija nepieciešams noteikt zvaigznes disku pārejošā objekta masu. To var izdarīt vienīgi pēc zvaigznes spektra novērošanas un zvaigzni apriņķojošā ķermeņa radiālo ātruma maiņu izpētīšanas. Kā, planētai kustoties pa savu orbītu ap zvaigzni, noris tās pāriešana pār zvaigznes disku, kā tas ietekmē zvaigznes spožumu un kā zvaigznes radiālā ātruma maiņas, parādīts 1. attēlā.

Saimniekzvaigznes secīga fotometriska un spektrometriska novērošana palīdz iegūt iespējamās planētas pilnu raksturlielumu kopumu. Zvaigznes radiālā ātruma maiņu analīzē ļauj noteikt planētas apriņķošanas periodu, orbītas lielās pusass garumu jeb attālumu no zvaigznes un ekscentricitāti, kā arī planētas

minimālo masu  $M \sin i$ , taču orbītas nolieces leņķis  $i$  paliek nezināms. To palīdz noteikt fotometriskie pāriešanas novērojumi, tādējādi radot arī iespēju uzzināt diskam pāri gājušā objekta pilno masu un novērtēt tā isteno



1. att. a – planētas kustība ap zvaigzni orbītas plaknē; planētas secīgi stāvokļi orbītā no kreisās uz labo atzīmēti *ar punktiem*; b – no Zemes redzamā planētas iešana pāri zvaigznes diskam; c – planētai virzoties pāri diskam, maza daļa zvaigznes gaismas ir aizsegta un zvaigznes spožuma liknē redzams īslaicīgs spožuma samazinājums; d – izmaiņas, kas novērojamas zvaigznes radiālā ātrumā, planētai virzoties pa orbītu. Pirms pāriešanas planēta tuvojas mums, bet zvaigzne attālinās un tās ātrums ir pozitīvs. Pēc pāriešanas planēta virzās prom no mums, bet zvaigzne mums tuvojas un tās ātrums ir negatīvs. ESO-PR Photo

dabu. No fotometriskiem novērojumiem iespējams noteikt arī objekta diametru, lai pēc tam aplēstu objekta blīvumu. Prakse rāda, ka racionāli ir sākt ar fotometriskiem novērojumiem, jo isā laikā ar mēreniem teleskopiem iespējams raiti novērot daudz zvaigžņu, arī samērā vāju un tālu zvaigžņu. Starp šīm zvaigznēm atrodas kaut nedaudzas, kas, atkārtoti satumstot, norāda uz diskam pāri gājuša objekta, iespējams, planētas, klātbūtni. Nosakot varbūtējās planētas kustības efemerīdu, var ietaupīt spektrometriskiem novērojumiem nepieciešamo novērošanas laiku ar lieliem teleskopiem.

Pāriešanas metodei ir viens tāds būtisks trūkums, ka var konstatēt tikai to planētu pāriešanu, kuras atrodas ļoti tuvu saimniekzvaigznei un kuru orbītas nolieces leņķis pret skata līniju ir mazs. Nav brīnums, ka *OGLE III* eksperimenta gaitā starp miljoniem novēroto zvaigžņu atrada tikai dažus desmitus iespējamu planētu saimniekzvaigžņu, turklāt šos zvaigžņu desmitus vēl nākas izlaist cauri spektrometrisko novērojumu "sietam", lai atlasītu īstenos planētu klātbūtnes gadījumus.

Poļu astronomi, kuri veica fotometriskos mērījumus, ziņā par visām 2001. gadā atklātajām varbūtīgām planētu saimniekzvaigznēm publicēja pakāpeniski, jau darba gaitā. Tā viņi deva iespēju pie darba raiti ķerties citiem astronomiem spektrometrisko novērojumu veikšanai. Stefans Dreiclers (*Stefan Dreizler*) kopā ar vēl sešiem Vācijas un vienu Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) astronomu savā pārziņā ņēma 16 zvaigznes no poļu astronomu sastādītā saraksta. Ieguvuši šo zvaigžņu zemas dispersijas spektrus, viņi novērtēja zvaigžņu diametrus un pēc satumsuma liknēm arī riņķojošo objektu diametrus un secināja, ka 14 gadījumos zvaigžņu diskam pāri gājušas pundurzvaigznes, nevis planētas. Toties šķita, ka zvaigžņu *OGLE-TR-3* un *OGLE-TR-10* diskus ir šķērsojušas īstenas planētas. Atstājot *OGLE-TR-10* citas pētnieku grupas rīcībā, S. Dreiclera grupa ķērās pie *OGLE-TR-3* rūpīgas pētīšanas, un 2003. ga-

da martā žurnālā "*Astronomy & Astrophysics*" iesniedza publikāciju, kurā apliecina planētas klātbūtni pie šīs zvaigznes. Aprīlī vēsti par šo atklājumu izplatīja arī EDO preses dienests, jo attiecīgie novērojumi bija izdarīti ar EDO Paranalas observatorijas vienu 8,2 m teleskopu un tā augstas dispersijas spektrogrāfu. Tik lielu teleskopu bijis jāizmanto tāpēc, ka pētāmās zvaigznes redzamais spožums ir tikai 16,5 zvaigžņlielumi. Mēneša laikā novērotāji ieguvuši šīs zvaigznes desmit augstas dispersijas spektrus, katra uzņemšanai patērējot vienu stundu. Rūpīgi analizējot šos spektrus, pirmām kārtām novērtēja pašas zvaigznes parametrus. Zvaigzne izrādījās līdzīga Saulei, jo gan tās rādiuss, gan masa ir tāda pati kā Saulei un virsmas temperatūra ir ap 6100 K. Pēc tam izpētīja zvaigznes radiālā ātruma maiņas. Zvaigznes fotometriskie mērījumi, kuri jau agrāk bija izdarījuši A. Udalska vadītā grupa, parādīja 2% satumsuma iestāšanos ik pēc 28 stundām un 33 minūtēm. Jaunie radiālo ātrumu mērījumi izrādījās labā saskaņā ar šo periodu. Tie rāda, ka zvaigznes radiālais ātrums mainās tikai par 120 m/s. S. Dreiclera grupa lēš, ka, ap zvaigzni riņķojot sarkanai pundurzvaigznei, radiālā ātruma maiņas būtu 15 km/s, riņķojot mazāk masīvam brūnajam pundurim, tās tomēr būtu 2,5 km/s. Niecīgās novērotās radiālā ātruma maiņas ļauj secināt, ka tās rada planēta, turklāt nelielas masas planēta. Tās masa varētu būt ap pusi Jupitera masas.

Lai noteiktu planētas rādiusu, pētnieki izmantojuši A. Udalska grupas iegūto *OGLE-TR-3* spožuma maiņas likni (*sk. 2. att.*). Šai attēlā ar krustiņiem apzīmēti spožuma mērījumi, bet nepārtrauktā līkne pārstāv pāriešanas teorētisko modeli, kas atbilst zvaigznes parametriem un planētas masai. Balstoties uz modeļa labāko tuvinājumu novērojumiem, ir noteikts, ka planētas rādiuss ir 1,4 Jupitera rādiusi. Šī planēta izrādās visai liela, salīdzinot ar tās masu. Tās blīvums ir ap 0,25 g/cm<sup>3</sup> jeb 1/5 Jupitera blīvuma. Tā neapšaubāmi ir liela gāzveida planēta. Planētas orbitalais periods 1,1899 dienas ir pats mazākais no zinā-

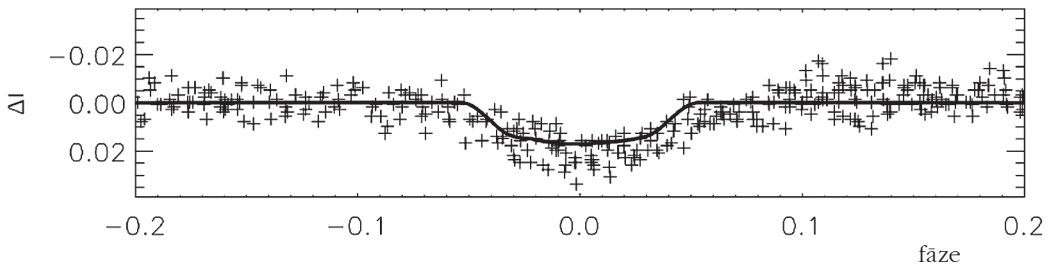
miem citplanētu periodiem, un tā atrodas tikai ap 0,02 astronomisko vienību attālumā no savas saimniekzvaigznes. Tāpēc pret zvaigzni vērstajā planētas pusē temperatūra varētu būt ap 2000 K. Rādās, ka ciešā planēta ir karsta, pat pārāk karsta.

Amerikas Astronomijas biedrības sanāksmē jau 2003. gada janvārī astronomi M. Konakis (*M. Konacki*) un D. Saselovs (*D. Sasselov*) ziņojuši par tādas pašas karstas planētas klātbūtni pie *OGLE-TR-56* zvaigznes. A. Udalska grupa 2002. gadā atklāja, ka šis zvaigznes disku ik pa 29 stundām pāriet tumšs objekts, radot spožuma maiņas liknē pavisam seklu spožuma kritumu (0,013 zvaigžņlielumi). Tā kā šis zvaigznes redzamais spožums ir vājāks par 16. zvaigžņlielumu, minētie divi astronomi izdarījuši radiālā ātruma novērojumus ar ļoti lielu teleskopu – Keka observatorijas 10 metru teleskopu Havaju salās. *OGLE-TR-56* radiālā ātruma maiņas notiek saskaņā ar fotometrisko novērojumu fāzi. Analizējot fotometriskos un spektrometriskos novērojumus, viņi atklājuši, ka šo zvaigzni apriņķo planēta, kuras masa ir ap 0,9 Jupitera masas un rādiuss mazliet lielāks nekā Jupiteram, apmēram 1,3 Jupitera rādiusi. Tāpēc arī šis planētas blīvums (aptuveni 0,5 g/cm<sup>3</sup>) ir mazāks par Jupitera blīvumu. Pēc M. Konaka un D. Saselova vērtējuma, viņu pētītās planētas temperatūra pret zvaigzni vērstajā pusē varētu būt 1900 K.

Te jāpiebilst, ka M. Konakis un viņa kolēģi no saviem spektrometriskiem novērojumiem secina, ka zvaigznes *OGLE-TR-3* spožuma pavājināšanos rada nevis planētas pāriešana, bet gan dubultzvaigznes aptumsumi ar ļoti niecīgu aptumsuma fāzi.

Tomēr, ja atzīstam par pareiziem S. Dreiclera grupas secinājumus, ar pāriešanas metodi pie zvaigznēm *OGLE-TR-3* un *OGLE-TR-56* izdevies atklāt ļoti ciešas (atstatums no zvaigznes ir ap 3,5 milj. km) un ļoti karstas (ap 2000 K) planētas. Lidz šim neviena tik cieša citplanēta nebija zināma. Abas zvaigznes ar savām ciešajām planētām atrodas 5 līdz 10 tūkstošus gaismas gadu (g. g.) tālu no Saules. Arī attāluma ziņā abas jaunatklātās planētas ir īpašas, jo neviena tik tāla planēta nebija zināma. Ar radiālo ātrumu metodi līdz šim ir atklātas tikai dažus desmitus vai, lielākais, pāris simtus gaismas gadu tālas citplanētas. Divu tik tālu citplanētu atklāšana liecina, ka planētu klātbūtne pie zvaigznēm nav nekāda vietēja rakstura parādība, ka citplanētas nav nekāds Saules apkārtnes fenomens. Planētas, iespējams, ir sastopamas visā Galaktikā, un tieši pārklāšanas metode ir perspektīva to meklēšanas metode.

Jaunatklāto ciešo planētu ļoti lielais attālums no mums savā ziņā ir šķērslis, jo liedz tās pētīt detalizēti. Tāpēc nedaudz pakavēsimies pie jauniegūtajiem datiem un atziņām par sākumā minēto planētu pie zvaigznes *HD*



2. att. *OGLE-TR-3* spožuma maiņas likne. Eksperimenta *OGLE III* laikā iegūtie zvaigznes spožuma mērījumi apzīmēti ar *krustiņiem*. *Nepārtrauktā* likne atbilst planētas pāriešanas teorētiskajam modelim. Labākais tuvinājums spožuma mērījumiem rāda, ka planētas rādiuss ir apmēram 1,4 Jupitera rādiusi.

*ESO PR Photo*



sto apgabalu temperatūras starpība varētu sasniegt ap 1000 K. Ja šī simulācijas procesā izskaitļotā aina atbilst īstenībai, tad tai vajadzē-

tu izpausties planētas spožuma un spektra maiņās, ko drīzumā varētu novērot ar pašlaik plānojamām astronomiskajām iekārtām. D

ARTURS BALKLAVS

## CIK ILGI VĒL MĒS REDZĒSIM ZVAIGZNES?

Sabiedrībai kā jebkurai dzīvu organismu populācijai ir kāda ļoti būtiska jeb neatņemama funkcija, kuru vispārināti var apzīmēt kā vielmaiņu un kuras tikpat neatņemama sastāvdaļa vai viens no galaproduktiem ir atkritumi. Nepārtraukti un turklāt eksponenciāli pieaugot cilvēku skaitam, visdažādākie atkritumi, kuri arīdzan pieaug proporcionāli šim skaitam, kļūst par arvien nopietnāku un pat draudošu problēmu, kas dabiskās vides aizsardzībai spiež pievērst gan arvien lielāku uzmanību, gan tērēt arvien lielākus līdzekļus šīs problēmas risināšanai.

Ļoti daudzi un ļoti plaši pētījumi ir veikti, runāts un diskutēts par atkritumu radīto piesārņojumu producēšanu, to pieauguma tempiem, ietekmi uz vidi, cilvēku dzīves kvalitāti utt., utt., bet galvenokārt saistībā ar atkritumvielām. Taču sabiedrība, lai dzīvotu un darbotos, patērē ne tikai dažādas vielas, bet arī enerģiju, no kuras daļa aiziet atkritumos, kas rada piesārņojumu. Kā piemēru var minēt kaut vai nepietiekamo mājokļu, komunālo tīklu u. c. iekārtu siltumizolāciju, kuras dēļ daļa siltuma izplūst apkārtējā telpā un lielās pilsētās, ziemā radot jau vērā ņemamu temperatūras pieaugumu, kas sāk atstāt iespaidu uz šo reģionu ekoloģiju.

No astronomisko novērojumu viedokļa (bet ne tikai!), ļoti satraucošs ir mākslīgā apgaismojuma radītais nakts debesu gaismas piesārņojums (ndgp), kas it sevišķi izpaužas lielajās pilsētās un citās blīvi apdzīvotās vietās. Šajā kontekstā lielu interesi ir izraisījis fundamentāls pētījums, ko paveikuši P. Činzano

(P. Cinzano), F. Falči (F. Falchi) un S. Elvidže (C. D. Elvidge), kas ar nosaukumu “*The first World Atlas of the artificial night sky brightness*” (*Pasaulē pirmais nakts debesu mākslīgā spožuma atlants*) ir publicēts autoritatīvajā žurnālā “*Karaliskās Astronomiskās Biedrības Mēnešrakstī*” (sk. “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*” (MNRAS), vol. 328, No. 3, 11 December 2001, p. 689–707).

Runa tātad ir par pirmo “*Pasaules atlantu*” (ATLANTS), kurā apkopoti dati par ndgp – savdabīgu gaismas miglu vai smogu, kas naktīs klājas pāri cilvēku apdzīvotām vietām un traucē saskatīt debess dabisko panorāmu. ATLANTA dati bāzējas uz ASV Gaisa spēku augstas precizitātes satelīta *DMSP (Defence Meteorological Satellite Programm)* – Aizsardzības (vajadzībām paredzēto) meteoroloģisko satelītu programma) mērījumiem un gaismas izplatīšanās atmosfērā matemātisku modelēšanu. Apgaismojuma mērījumi tika izdarīti astronomiskajā V joslā (V – *visible* – redzams). Apgaismojums ir mērīts zenītā un reducēts uz jūras līmeni.<sup>1</sup>

ATLANTĀ iekļautie dati un uz to pamata sintezētie attēli aptver praktiski visus kontinentus, visu zemeslodi (sk. 1. un 2. attēlu 52. lpp., kuros parādīta Eiropa un Āzija). Šajos attēlos nosacītās krāsās iezīmēti apgaba-

---

<sup>1</sup> Reducēšana uz jūras līmeni nozīmē to, ka dati pārreķināti uz šo līmeni, t. i., novērstas virsmas paaugstinājumu (pacēlumu, pauguru, kalnu) izraisītās apgaismojuma pārmaiņas.

li, kuros V joslas fotonu plūsma<sup>2</sup> ir:  $9,47 \cdot 10^{6\pm 2,8 \cdot 10^7}$  (zils),  $2,84 \cdot 10^7 \div 8,61 \cdot 10^7$  (zaļš),  $8,61 \cdot 10^{6\pm 2,58 \cdot 10^8}$  (dzeltens),  $2,58 \cdot 10^{8\pm 7,75 \cdot 10^8}$  (oranžs),  $7,75 \cdot 10^{8\pm 2,32 \cdot 10^9}$  (sarkans) un  $> 2,32 \cdot 10^9$  (balts). Šis nosacītās krāsas tātad raksturo nakts debesu mākslīgā apgaismojuma intensitāti.

Iegūto rezultātu analīze liecina, ka šobrīd vai, precīzāk, jau 1996.–1997. gadā apmēram 2/3 pasaules iedzīvotāju mīt apstākļos, kuros ndgp pārsniedz šim piesārņojumam noteikto sliekšni jeb robežu, t. i., pārsniedz to maksimāli pieļaujamo mākslīgā apgaismojuma intensitāti, kas nodala mākslīgās gaismas nepiesārņotās un šīs gaismas piesārņotās nakts debesis<sup>3</sup>.

ASV un Eiropā šis procents ir vēl lielāks, respektīvi, apmēram 99% ASV (izņemot Aļasku un Havaju salas) un Eiropas iedzīvotāju dzīvo gaismas piesārņotu nakts debesu apstākļos. Pēc vidējiem acs funkcionalitāti raksturojošiem parametriem jāsecina, ka apmēram 1/5 pasaules iedzīvotāju, 2/3 ASV un vairāk par pusi Eiropas iedzīvotāju nakts debesu mākslīgā apgaismojuma ievērojamās intensitātes dēļ jau zudusi iespēja ar neapbruņotu aci redzēt mūsu Galaktikas, t. i., Piena Ceļa, zvaigžņu joslu.

Igaunijā, Latvijā un Lietuvā iedzīvotāju, kuri dzīvo mākslīgā apgaismojuma jau visai

---

<sup>2</sup> V joslas centrālais viļņa garums  $\lambda_V = 5500$  Å. Plūsmas mērvienība, t. i., fotonu skaits (*fol*), kas sekundē (*s*) un telpas leņķī (steradiānā – *sr*) šķērso laukuma vienību (*cm*<sup>2</sup>), tātad ir *fol·cm*<sup>-2</sup>·*s*<sup>-1</sup>·*sr*<sup>-1</sup>.

<sup>3</sup> Šis mākslīgā apgaismojuma sliekšnis tiek noteikts kā 10% apgaismojuma (fotonu plūsmas) palielinājums virs dabiskā nakts debess fona ( $\approx 8,61 \cdot 10^5$  *fol/cm*<sup>2</sup>·*s*·*sr*).

NATĀLIJA CIMAHoviČA

## PAR SAULES DIVGADU CIKLU

Pati uzskatāmākā Saules aktivitātes izpausme ir plankumi. Sporādiski to novērojumi minēti jau senajās hronikās Ķīnā un Krievze-

ievērojami piesārņotu nakts debesu apstākļos, t. i., apstākļos, kur šis apgaismojums ir vienāds vai pārsniedz  $9,47 \cdot 10^6$  *fol/cm*<sup>2</sup>·*s*·*sr*, ir attiecīgi 86%, 77% un 86%.

Saglabājoties gaismas piesārņojuma tempam uz Zemes, varam nonākt situācijā, kad debess krāšņumu varēsīm vērot vienīgi ārpus atmosfēras pacelto instrumentu sniegtajos atēlos, kā, piemēram, Saules observatorijas *SOHO* iegūtajā attēlā (*sk. vāku 1. lpp.*), kurā redzams Sietiņš (Plejādes) un četras planētas: Merkurs, Venēra, Jupiters un Saturns.

Beidzot šo nelielo ieskatu mākslīgā apgaismojuma izraisītajā ndgp problemātikā, ir jāpievērš uzmanība tam, ka ndgp nebūt nevar uzskatīt un vērtēt kā maznozīmīgu civilizācijas radīto piesārņojumu komponenti, kas pasliktina tikai astronomisko novērojumu iespējas. Ir taču skaidrs, ka nakts debesu mākslīgais apgaismojums nevar neatstāt iespaidu arī uz augu un dzīvnieku valsti un šā iespaids sekas nepieciešams pētīt un apzināt. Tāpat būtu jāpēta un jāpazīna, kādu iespaidu šī mainītā Visuma uztvere atstāj uz cilvēka domāšanu, bet caur to – uz kultūru, ieskaitot filozofiju, reliģiju, mākslu un zinātni. Tie, protams, ir tikai daļa no jau tagad visai skaidri redzamiem pētījumu virzieniem, un jaunais *ATLANTS* palīdzēs veikt šos pētījumus, kuri ir ne tikai interesanti paši par sevi, bet var izrādīties arī vitāli nozīmīgi, risinot un nosakot ar cilvēces izdzīvošanu un attīstību saistītās globālās problēmas, jo diez vai nejauši viens no dižākajiem filozofiem – Imanuels Kants – atzīmējot to, kas viņā bija izraisījis visdziļāko apbrīnu un pārdomas, ir minējis kopā – zvaigžņoto debesi virs viņa un morāles likumu viņā. D

mē. Nopietni par tiem sāka rakstīt Galilejs. Bet pagrieziena punkts to pētišanā bija 19. gadsimta vidus, kad vācu astronomijas amatieris



Heinrihs Švābe atklāja plankumu aptuveni 10 gadu parādīšanās ciklu. Viņa darbu turpināja profesionāls astronoms Rūdolfs Volfs, kurš tad arī izstrādāja slaveno Saules aktivitātes indeksu – Volfa skaitli. Tas ir skaitlis, ko iegūst, saskaitot visus uz diska redzamos plankumus un pieskaitot tam desmitkārtotu plankumu grupu skaitu. Kopš 19. gadsimta līdz mūsu dienām Volfa skaitli ik dienas reģistrē daudzās pasaules observatorijās. Tādējādi mūsu rīcībā ir nepārtraukta samērā homogēna datu rinda par Saules aktivitātes pamatnorisi. Šo datu rindu izmanto gan daudziem pētījumiem par Saules aktivitātes saikni ar notikumiem uz Zemes, gan arī pašas Saules norišu izpēti.

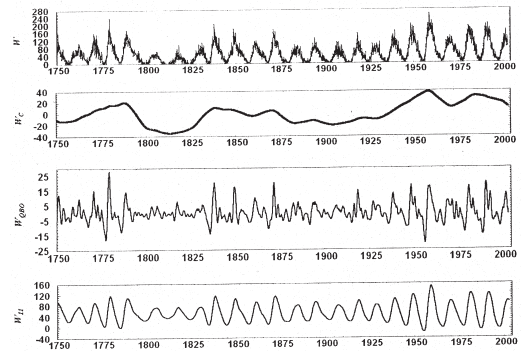
Volfa skaitļu cikla garums vidēji ir 11 gadi. Bet tam pāri klājas fluktuācijas, jo plankumu skaita ikdienas un pat mēnešu dati ir ar lielu izkliedi. Tāpēc pētījumos visvairāk lieto gada vidējos datus, kur islaicīgās svārstības ir nogludinātas. Tomēr sporādiskajās svārstībās ieslēgtā informācija turpina interesēt Saules pētniekus arī šodien. Jo, pirmkārt, nav īsti skaidra pati 11 gadu cikla fizikālā izcelsme un, otrkārt, dažādās ģeofizikālajās norisēs, kas nepārprotami atspoguļo Saules aktivitāti, parādās arī citādi cikli.

Tāpēc isāku ciklu problēma ir allaž aktuāla. Ir zināmi daudzu pētījumu rezultāti par aptuveni divu gadu ciklu Zemes atmosfēras spiediena izmaiņās, kosmisko staru variācijās, arī Saulē – zaļās koronālās linijas intensitātes svārstībās, pat Saules neitrīno plūsmas maiņās (*sk. A. Balklava rakstu "Zvaigžņotās Debess" 1987. gada pavasara numura 22.–25. lpp.*). Šie fakti apstiprina domu, ka 11 gadu ciklam\* var būt atrodama sikstruktūra. Šobrīd Saules aktivitātes apmēram 2 gadu cikls – kā to nosauca – Saules divgadu (*Quasi-biennial cycle – QBC*) – tiek vērtēts kā 2,1–2,5 gadus ilgs.

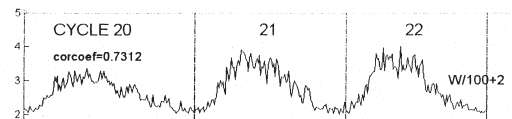
\* Sk. "The fone structure of the sun's 11-year cycle" – *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 2002, vol. 21, nr. 4–6, pp. 293.

Bet nesen Krievijas zinātnieki E. Kononovičs, M. Hramova un S. Krasotkins, izmantojot rafinētu datu virkņu analīzes metodi, kādu lieto hidroloģijā, atklāja Volfa skaitļu rindā gan kvazidivgadu svārstības, gan empīriski noteikto 11 gadu ciklu, gan tā saukto simtgadu ciklu. Izrādījās, ka Volfa skaitļu islaicīgās fluktuācijas katra 11 gadu cikla laikā uzrāda divus viļņus, kas šķiet atspoguļojam kādus Saules dziļu liela mēroga procesus un to pārklāšanos.

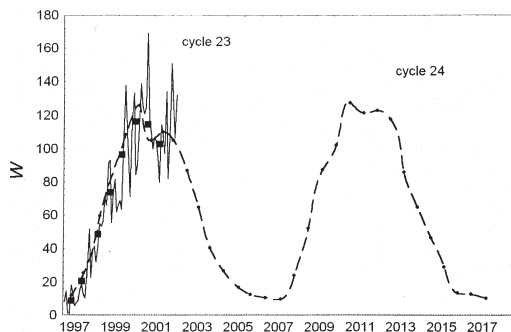
Šo pētījumu ilustrē klātpieliktais 1.–3. attēls. 1. attēlā augšā dota analīzei pakļautā Volfa skaitļu virkne laika posmam no 1750. līdz 2000. gadam. Redzams, ka to pārklāj ļoti daudzās isāka laika fluktuācijas. Apakšējie trīs grafiskie attēli rāda matemātiskās apstrādes rezultātus – simtgadu ciklu, tad kvazidivgadu ciklu secību un beidzot 11 gadu ciklu bez islaicīgajām fluktuācijām. 2. attēlā redzamas Volfa skaitļu virknes 1965.–1996. gadam (Saules aktivitātes 20., 21. un 22. cikls) analīzē lietoto Eiri (*Airy*) funkciju izteiksmē. Te skaidri



1. att. Volfa skaitļu summārās liknes matemātiskais sadalījums.



2. att. Divgadu cikla sikstruktūra.



3. att. Volfa skaitļu prognoze līdz 2017. gadam.

redzama aktivitātes procesa sīkstruktūru nepārtrauktā viļņveida gaita, kas saskan ar vairāku pētnieku empiriski novērotām atsevišķo 11 gadu ciklu savstarpējām sakarībām. No šejienes secināms, ka divgadu variācijas katrā ciklā reprezentē kāda enerģijas pārvērtību procesa dziestošu vilni. Tātad šie viļņi ir Sau-

les aktivitātes procesu pamatipašības izpausme. Tāpēc Sauli var uzskatīt par magnētisku maiņzvaigzni. Turklāt, tā kā pēc daudzu gadu diskusijām šobrīd ir atzīts, ka mainīgs ir arī Saules spožums, ir rasts pamats Saules iekšējo slāņu enerģijas procesu transformācijas pētījumiem. Domājams, ka vispirms notiek enerģijas uzkrāšanās magnētiskās enerģijas veidā, pēc tam tā transformējas redzamajā radiācijā. Šo procesu izpēte Saulē var palīdzēt izprast arī citu maiņzvaigžņu dziļes notiekošos procesus.

Pētījuma autori, pamatojoties uz veikto Volfa skaitļu analīzi 250 gadu laikposmam, ir aprēķinājuši šā indeksa gaitu arī vairākiem turpmākajiem gadiem – līdz pat 2017. gadam. Aprēķina rezultāts dots 3. attēlā. Te *melnie kvadrātiņi* ir Volfa skaitļu 8 mēnešu vidējās svārstības, bet *nepārtrauktā līnija* – mēnešu vidējās vērtības. Cerams, ka 2017. gadā vārsim “*Zvaigžņotajā Debess*” diskutēt par šīs prognozes piepildīšanos... D

## JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

**Vai Saulei trešā tuvākā zvaigzne?** 2003. gada maijā tika pamanīta zvaigzne, kas atrodas relatīvi ļoti tuvu Saulei – tikai 7,8 gaismas gadu attālumā no tās, tas ir, tuvāk par šo zvaigzni atrodas tikai Centaura Alfa sistēma un Bārnarda zvaigzne. Zvaigzne ar apzīmējumu *SO25300.5+165258* Auna zvaigznājā tika atklāta, pārskatot Zemei tuvo asteroīdu meklēšanas programmā *Near Earth Asteroid Tracking – NEAT* iegūtos attēlus. Šajos attēlos tiek meklēti objekti, kuri relatīvi ātri pārvietojas uz citu zvaigžņu fona. Tādējādi tika atrastas 63 zvaigznes, kuras gada laikā pārvietojas vairāk par vienu loka sekundi, un viena no šīm zvaigznēm – *SO25300.5+165258* – gada laikā veic pat vairāk nekā 5 loka sekundes garu ceļu pie debess sfēras. Izpētot zvaigznes spektru, tika konstatēts, ka tā ir M6,5 spektra zvaigzne jeb sarkanais punduris, kura masa ir tikai 7% no Saules masas, un tās spožums ir 300 000 reizū vājāks par Saules spožumu. Pēc teorētiskajiem aprēķiniem zvaigznei būtu jābūt trīsreiz spožākai, nekā tā ir novērojama. Iespējams, ka ir nepareizi aprēķināts attālums līdz zvaigznei. Vēl notiek precīzāki zvaigznes paralakses mērījumi, lai vēlreiz noteiktu zvaigznes attālumu no Saules, t. i., lai noteiktu, vai tiešām šis sarkanais punduris ir tuvs Saules kaimiņš vai arī tā ir parasta Piena Ceļa zvaigzne, kas lielā ātrumā traucas pa Galaktiku.

I. Z.

ARTURS BALKLAVS

## JAPĀNA PLĀNO JAUNU KOSMISKO SAULES TELESKOPU

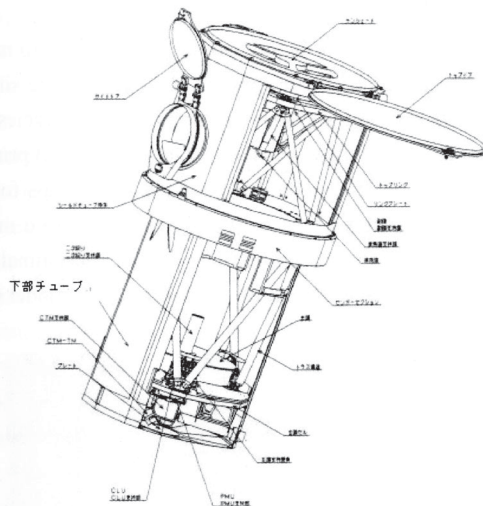
Fundamentālo pētījumu jomā Japānā nozīmīgu vietu aizņem arī Saules pētījumi, kas galvenokārt tiek veikti Japānas Nacionālās astronomiskās observatorijas (JNAO) Saules fizikas nodaļā (SFN). Lai attīstītu šos pētījumus, kas nav iedomājami bez jaunas kvalitātes, t. i., augstākas precizitātes novērojumu datu bāzes, JNAO SFN kopā ar šīs pašas observatorijas Radioastronomijas un Augstāko tehnoloģiju nodaļām, Tokijas Universitāti u. c. intensīvi strādā jauna kosmosā orbitējošas Saules observatorijas projekta realizēšanā. Šī observatorija, kuras nosaukums angļu valodā ir *Solar-B*, komplektēsies no trim galvenajiem instrumentiem: Saules optiskā teleskopa (SOT), rentgenstaru teleskopa (RST) un ultravioleto attēlu spektrometra (UAS).

SOT veidos 50 cm apertūras Gregora sistēmas teleskops, kas būs apgādāts ar atbilstošiem filtriem un spektrogrāfu (*sk. 1. att.*).

Galvenais spogulis, kura svars būs tikai 14 kg, tiks izgatavots ar maksimāli iespējamo virsmas precizitāti, kas nozīmē, ka tā leņķisko izšķirtspēju noteiks difrakcijas robeža un tā būs ap  $0,2$  vai ap 150 km uz Saules virsmas. SOT galvenais uzdevums būs iegūt šādas augstas lineārās izšķirtspējas Saules fotosfēras veidojumu (plankumi, šķiedras u. c.) attēlus, kuru cēlonis pa lielāku daļu ir Saules magnētiskie lauki, lai palīdzētu šķetināt sakaru starp Saules fotosfēru kā enerģijas izstarotāju jeb generatoru un Saules koronu kā šīs enerģijas izkliedētāju jeb patērētāju. Galvenokārt, protams, ir runa par Saules koronas uzsildīšanas mehānisma noskaidrošanu, jo koronas temperatūra, kas sasniedz ap

$1,5 \cdot 10^6$  K un ir daudz augstāka par fotosfēras temperatūru – ap 6000 K, kā zināms, vēl joprojām ir viena no intriģējošākajām un līdz šim neatrisinātām Saules fizikas fundamentālām problēmām. Teleskopa tubusa garums būs 3 m.

RST, kas domāts Saules rentgenstarojuma reģistrēšanai, ko ģenerē galvenokārt Saules koronas augsttemperatūras plazma, dos iespēju novērot šīs koronas veidojumus (koronālos caurumus, tranzientus u. c.) ar līdz šim nerasniegtu, apmēram 1" lielu leņķisko (ap 750 km uz Saules) izšķirtspēju. Starojuma uztvērējs būs  $2048 \times 2048$  pikseļu izmēra CCD matrica, kas orbitas apstākļos, lai nodrošinā-



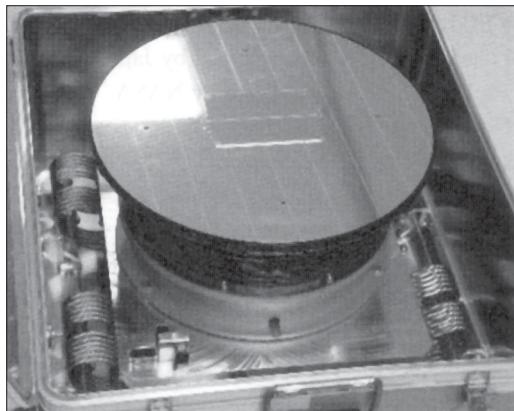
1. att. *Solar-B* optiskā teleskopa projekta zīmējums.

tu nepieciešamo jutību, tiks atdzesēta līdz  $-45^{\circ}\text{C} \div -70^{\circ}\text{C}$  zemi temperatūrai (sk. 2. att. 52. lpp.).

UAS savukārt paredzēts plazmas kustības ātruma mērījumiem hromosfērā kā pārejas slāni starp fotosfēru un koronu un koronā.

Tādējādi visu trīs instrumentu kopums ļaus aptvert visus trīs Saules atmosfēras līmeņus un novērot ne tikai procesus, kas norisinās šajos līmeņos atsevišķi, bet, un pat galvenokārt, iegūt datus arī par pārejas procesiem, t. i., par enerģijas un masas pārnesei no viena līmeņa uz otru, un līdz ar to dziļāk ielūkoties šo enerģiju ģenerējošā un to patērējošā līmenī notiekošo procesu saistībā, bez kā nav iedomājama jau pieminētā koronas uzkrāšanās problēmas noskaidrošana.

Kosmiskās observatorijas *Solar-B* palaišana tiek plānota 2005. gada vasarā, un pašlaik notiek izmēģinājuma jeb testa modeļa vispusīga pārbaude (sk. 3. att.). Satelīta izmēri būs 1,5 m x 1,5 m x 3,8 m. *Solar-B* atsevišķu



3. att. Rentgenstaru CCD kameras mehāniskais un termiskais testa modelis.

*Attēli no Annual Report of the National Astronomical Observatory of Japan (AR NAOJ)*

ķu bloku un sistēmu izstrādāšanā līdzdarbojas arī ASV (NASA) un britu speciālisti. D

MĀRTIŅŠ SUDĀRS

## “COLUMBIA” TRAGĒDIJA. KAS UN KĀPĒC NOTIKA?

(*Nobeigums*)

**Notikumu secība.** Sensori (sk. att. iepriekšējā “ZvD” numura 53. lpp.) uzrāda, ka viss ir normāli līdz brīdim 7,5 minūtes pirms sakaru pārtrūkšanas (*GMT*<sup>2</sup> 13:52:00). Pāris sekunžu vēlāk parādās nedaudz lielāka aerodinamiskā pretestība un silšana pie kreisā spārna šasijas lūkas vāka vietā, kur ir starpa starp lūku un spārna apakšējo virsmu. No šā brīža sākas problēmu virkne, kas noved pie kuģa katastrofas.

Vēl 15 sekundes vēlāk (13:52:32) silšanu uzrāda sensori pie ūdens izvadīšanas iekārtas, kas atrodas pie kabīnes, uzrādot vairāk nekā

<sup>2</sup> *GMT* – Greenwich Mean Time – Griničas laiks.

15 °C virs normas. Pēc brīža to pašu uzrāda sensors turpat blakus pie vakuuma ventīļa. Divaini ir tas, ka šie sensori atrodas tālu no vietas, kas pirmā neizturēja temperatūru – šasijas lūkas.

Nākamo sekunžu laikā silšanu uzrāda arī vairāki citi sensori, kas ir novietoti pie šasijas lūkas. Šajā brīdī “Columbia” vēl ir virs okeāna un tuvojas Kalifornijas piekrastei.

**13:52:56.** Gandrīz minūte pirms visu problēmu sākuma. Viens sensors, kas novietots uz kreisā spārna apakšējās virsmas, uzrāda vada bojājuma tendenci un trīs sekundes vēlāk elektriskā ķēde pārtrūkst vispār. Kosmoplānam šajā mirklī parādās neliels griezes moments ap garenasi.

Nākamajās sekundēs pārtrūkst ķēde ar sensoriem uz kreisā spārna, kas atrodas pie elevona spēka pievadiem, bet savukārt sensori pie vakuuma ventiļa un ūdens izvadišanas ierīces atkal uzrāda temperatūru normas robežās. Iespējams, ka ar notiekošo tiem nav bijis nekāda sakara, jo līdz pat sakaru pazaudēšanas mirklim nekādas novirzes no normas tie vairs neuzrāda. Šajā brīdī “Columbia” šķērso krasta līniju.

**13:53:46.** Nepilnas 6 minūtes līdz sakaru pārrāvumam. Nestrādā jau pieci kreisā spārna sensori, jo to vados ir pārrāvumi. Turpmākās 20 sekundēs ir arī novērotas pirmās atlūzas, kas atdalās no kosmosa kuģa. Pie šasijas lūkas vēl viens sensors uzrāda temperatūras pieaugumu. 20 s vēlāk dators dod komandu lēni pagriezt kreisā spārna eleronu, acimredzot pretojoties pieaugošajam gaisa pretestības spēkam uz kreisā spārna. Pieaug temperatūra vietā, kur spārns savienojas ar fizelāžu.

**13:54:33.** Pirmo reizi novērots kosmosa kuģa apvalka gaismas uzliesmojums, bet tikai uz 0,3 sekundēm. Pēc trim sekundēm no kosmosa kuģa atdalās lielāka izmēra atlūza, turklāt šī atlūšana vizuāli novērota kā otrā spožākā 4 min 56 s pirms sakaru zaudēšanas. Ātrums M 22,39, augstums 68,6 km (*sk. att. 52. lpp. turpat*).

**13:55:59.** Vēl 3 min 33 s līdz sakaru zaudēšanai. Kosmosa kuģis tikko šķērsojis terminatora līniju un izgājis no Zemes ēnas. Novērotas vēl 8 atlūzas, viena ļoti spoža, kas atdalās no kosmosa kuģa. Lēnām aug temperatūra pie šasijas lūkas. “Columbia” lido virs Nevadas štata un tuvojas Arizonai. Palēninājums 1,00 m/s<sup>2</sup>.

**13:56:24.** Atdalās vēl viena atlūza. Pārtrūkst saikne ar sensoriem, kas atrodas kreisā spārna vidū.

**13:57:28.** Temperatūra pie šasijas lūkas pārsniedz normālo jau vairāk nekā par 30 °C. Kosmoplāns lido virs Ņūmeksikas štata.

**13:57:55.** Novērots nesimetrisks kosmosa kuģa gaišuma uzliesmojums. Pēc 5 sekundēm novērojams otrs. Dotajā mirklī ātrums M 19,91,

augstums 64,6 km. Pēc 8 sekundēm eleroni veic asu pagriezienu. No Zemes novērota pagriešanās gan ap garenasi, gan ap vertikālo asi.

**13:58:32.** Minūte pirms sakaru pazušanas. Kosmoplāns jau virs Teksasas štata. Sāk parādīties vadu pārrāvumi sensoriem pie šasijas. Sensori uzrāda augstu temperatūru. Pēc 10 sekundēm pārtrūkst elektriskā ķēde ar jau trim sensoriem pie šasijas, trīs citi strādā ar traucējumiem.

**13:59:06.** Pusminūte pirms bojāejas. Ķēde pārtrūkusi jau ar sešiem sensoriem. Mērparāti uzrāda, ka šasija ir izlaista un fiksēta, taču tas nozīmē tikai bojātu sensoru. Tiek uzrādīts arī nepareizs spiediens riepās. Labais elevons tiek celts uz augšu, lai kompensētu pieaugušo gaisa pretestību kreisajā pusē. Savukārt tas rada sānsveri.

**13:59:32.** Datore ieslēdz orientācijas raķešdzinējus, lai palīdzētu pretoties pieaugošajai gaisa pretestībai kreisajā pusē. Pazūd tiešie radiosakari. Šis tiek uzskatīts par traģēdijas mirkli. Augstums 60,1 km, ātrums M 18. Lai gan sakari pārtrūkst, dati kādu brīdi vēl tiek ierakstīti un vēlāk ir rekonstruēti, kā arī ir daudzas novērotāju aculiecības, kas ļoti palīdz nelaiemes gadījuma izmeklēšanā.

**13:59:36.** Kosmosa kuģa kreisais spārns rada ievērojamu pretestību, labais tiek celts augšā, lai kompensētu to. Tiek lietota arī virzienstūre, kādēļ notiek slidēšana (nesimetriska aptece). Pēc sekundes pienāk pēdējie dati no elevona. Tas tiek nolaists uz leju ar lielāko iespējamo ātrumu, ko pieļauj lidojuma kontroles sistēma. Sākas 25 sekunžu klusuma periods, kad vairs netiek saņemti nekādi dati.

**14:00:04.** Deviņi un četras sekundes no rīta pēc vietējā laika. Saņemtas dažas norautas datu plūsmas, bet tās var būt arī kļūdas to rekonstrukcijā. Divi novērotāji uz zemes novēro lielas atlūzas atdalāmies no kosmosa kuģa.

Pēc 15 sekundēm (14:00:19) tie paši novērotāji redz vēl atdalāmies pāris lielu atlūzu, bet korpuss vēl nav izjucis.

**14:00:23.** Kosmosa kuģa konstrukcija sāk sadalīties, neizturot augsto temperatūru un aerodinamiskās pārslodzes. Iespējams, tikai šajā mirklī iet bojā apkalpe. Kosmosa kuģi novēro vismaz četri aculiecinieki. Turpmākās minūtes krit atlūzas.

**14:03:34.** Luiziānas štatā netālu no robežas ar Teksasas štatu pa ballistisku trajektoriju

GMT 13:53

Pazūd signāls no četriem sensoriem uz abiem elevoniem. Tajā pašā laikā sensori pie riteņu bremszēm uzrāda temperatūras pieaugumu par 20–30 °C piecu minūšu laikā. “Columbia” virs Kalifornijas.



GMT 13:58

Pazūd signāls no kreisā riteņa temperatūras sensoriem. Labais elevons sāk pacelties, lai kompensētu radušos papildu gaisa pretestību kreisajam spārnam. “Columbia” virs Ņūmeksikas.



nokrīt hipotētiskais objekts. Aptuveni šajā apkārtnē nokrīt pēdējās atlūzas. Viss ir beidzies.

Atlūzu krišanu novēro ne vien iedzīvotāji, bet tās redzamas kā spēcīgs atstarojošs objekts meteoroloģiskajā radarā (*sk. att. 53. lpp. turpat*). Redzams, ka lielākā daļa atlūzu izkaisītas Teksasas un Luiziānas štatā. Turpmākajās die-

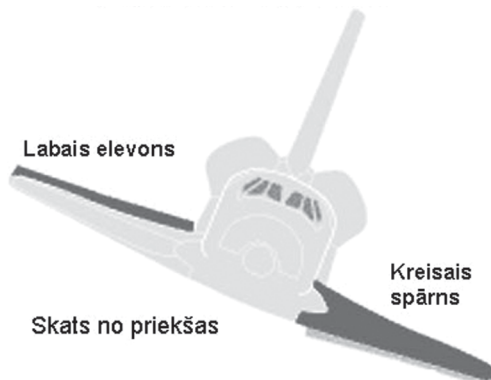
GMT 13:54

Sensors pie spārna un fizelāžas savienojuma vietas uzrāda temperatūras kāpumu par 60 °C piecu minūšu laikā. Temperatūra iekšpusē un kuģa labajā pusē normas robežās. “Columbia” šķērso Kalifornijas un Nevadas štatu robežu.



GMT 13:59

Automātiskā lidojuma kontroles sistēma palielina labā elevona leņķi, lai kompensētu pieaugošo gaisa pretestību kreisajam spārnam. Minūtes laikā sakari tiek zaudēti. “Columbia” virs Rietumteksasas.



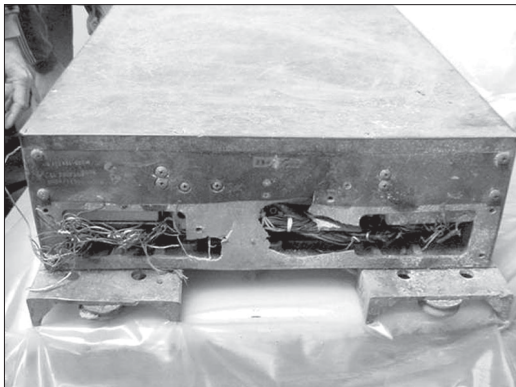
Īss notikumu secības apraksts ar ilustrācijām.



Nokritusi atlūza. Šādas un mazākas Teksasas un Luiziānas štātā nokrita tūkstošiem.

nās iedzīvotāji un izmeklētāji no *NASA* atrod ļoti daudz atlūzu, tajā skaitā kuģa priekšgalu, dzinēju paliekas, arī apkalpes mirstīgās atliekas.

**Izmeklēšana pašlaik.** Šā raksta tapšanas laikā joprojām nebija pilnībā apstiprinājies traģēdijas iemesls. Izmeklēšana ir ļoti grūts darbs, jāsavāc desmitiem tūkstošu atlūzu, tās visas jāsaliek kopā un jāanalizē. Raksta tapšanas laikā bija savākts aptuveni 70 000 atlūzu, kas veido aptuveni 37% no "*Columbia*" nolaišanās masas. Iespējams, ka daži procenti atlūzu vēl nav atrasti, bet viss pārējais ir iztvaikojis nolaišanās laikā. Vēl ir jāizanalizē visi pieejamie sensoru dati no *Orbiter Experiment Support System* ieraksta ierīces (sk. att.), kas



Nokritusi *Orbiter Experiment Support System* ierīce, kurā ierakstīti svarīgi dati no sensoriem vēl pēc sakaru pazuлдēšanas.

tika atrasta 19. martā Teksasā. Šis ieraksts ir ļoti nozīmīgs, jo tajā ir dati līdz pat *GMT* 14:00:18, kad gandrīz jau minūti vairs nebija radiosakaru ar kosmoplānu. Tālāk ieraksta kasete ir tukša...

**Termiskās aizsardzības sistēma.** To ir vērts aplūkot sīkāk kā ticamāko avārijas iemeslu.

"*Columbia*" (un arī pārējie "*Space Shuttle*" kosmoplāni) ir pārklāti ar 24 000 dažāda izmēra un izturības karstum aizsardzības plāksnīšu (dažos informācijas avotos minēts arī skaits 25 000). Principā plāksnītes var iedalīt *baltajās* un *melnajās* (sk. att. 53. lpp. turpat). Baltās ir krietni vieglākas par melnajām un novietotas vietās, kur nenotiek intensīva silšana nolaišanās laikā (sānos, pie kabīnes, spārnu augšpusē), tomēr tās spēj izturēt līdz pat 1200 °C temperatūrā. Savukārt melnās atrodas korpusa apakšpusē, uz priekšgala un spārnu priekšējām daļām, kur temperatūra ir visaugstākā. Visizturīgākās plāksnītes ir nepieciešamas uz priekšgala un spārnu priekšējām daļām, kur tās spējīgas izturēt līdz 3300 °C temperatūrā (pēc šādas nolaišanās ar tik augstu temperatūru tās būtu jānomaina, bet pēc 2800 °C ir lietojamas atkārtoti). Tomēr arī plāksnīšu blīvums šajā gadījumā ir vislielākais, tādēļ uz apakšējās kosmoplāna virsmas lieto nedaudz vieglāku melno plāksnīšu paveidu, kurām jāspēj izturēt līdz 2325 °C augstu temperatūru.

Melnās karstum aizsardzības plāksnītes gatavo no pastiprināta oglekļa (*Reinforce carbon carbon (RCC)*), pārklājot tās ar melna stikla kārtiņu (*Black reaction cured glass*). Pārējās vietās izmanto lielākas un elastīgākas plāksnītes, kas veidotas no "*Nomex*" filca, kurš pārklāts ar silikona elastomēru. Normālā ekspluatācijā resurss gan vienām, gan otrām plāksnītēm ir 100 lidojumi, un tikai tad tās ir nepieciešams nomainīt, taču parasti gan pacelšanās laikā, gan arī nolaižoties tās tiek nedaudz bojātas un atjaunošanas darbi nepieciešami pēc katras misijas.

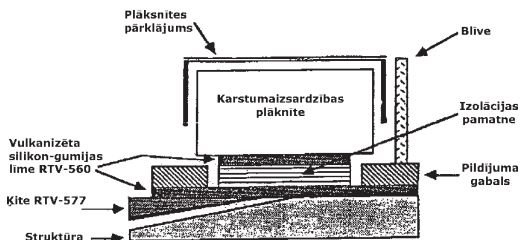
Lai pārklātu kosmosa kuģa apakšpusi, nepieciešams 20 000 plāksnīšu, no kurām 3000 ir īpaši izturīgās ar blīvumu 0,195 g/cm<sup>3</sup> un

0,358 g/cm<sup>3</sup>, bet pārējām blīvums ir 0,15 g/cm<sup>3</sup>. Vienas plāksnītes lielums parasti nepārsniedz 37 cm<sup>2</sup>. Lielais plāksnišu skaits nepieciešams tādēļ, ka melnās plāksnītes ir diezgan trauslas un tām ir zemāks termiskās izplešanās koeficients nekā alumīnija struktūrām, tādēļ tām nepieciešamas īpašas blīves un stiprināšana pie struktūras ar silikona–gumijas līmi (*sk. att.*).

Kādēļ notiek karstumaizsardzības plāksnišu bojāšanās vai pat nokrišana? Iemeslus var iedalīt divās grupās – vieni ir saistīti ar atlūzu triecieniem no ārpuses, otri – ne. Otrās grupas iemesli novērojami retāk un parasti tie ir nepareiza plāksnītes piestiprināšana, vāja līme vai nepielīmēšanās, līmes pavājināšanās kaut kāda veida ķīmiskās iedarbības dēļ vai vienkārši stiprības zaudēšana pēc vairākiem lidojumiem.

Visbiežāk plāksnišu bojājumus izraisa atlūzu (piemēram, no ārējās degvielas tvertnes siltumizolācijas) triecieni pret tām pacelšanās laikā. Vairbūtibas sadalījums plāksnītēm tikt bojātām no atlūzām redzams *attēlā*. Tā ir nesimetriska likne, jo pacelšanās sākumā, kad krit visvairāk atlūzu, “*Space Shuttle*” veic pagriezienu ap savu garenasi, līdz ar to arī veidojas nesimetriska apteques gaisa plūsma.

Kādas sekas izraisa plāksnītes bojājums? Var arī neizraisīt nekādas, kā tas bijis iepriekšējos lidojumos. Bet var notikt arī caurdegšana un sākties konstrukciju pastiprināta silšana. Vietas, kur caurdegšana iespējama visātrāk, ir zem apkalpes kabīnes un spārna savienojuma vieta ar fizelāžu pie šasijas. Ja misijas *STS-107* pacelšanās laikā šī vieta tika nopietni

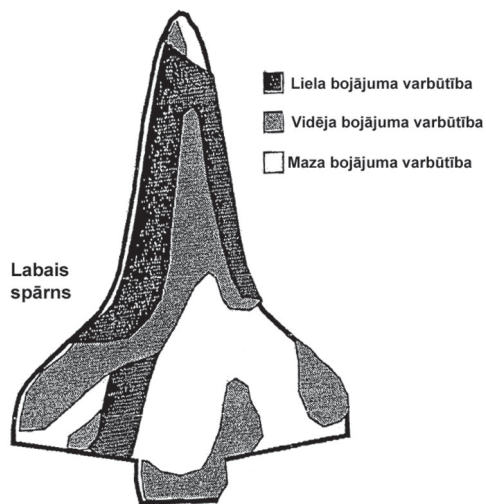


Melnās karstumizturīgās plāksnītes stiprinājums pie konstrukcijas.

bojāta, tā varēja caurdegt. Ja izdeg neliels caurums, konstrukcija var arī ļoti nesilt un tālāki bojājumi var nenotikt. Konstrukcijai uzsilstot, tā izplešas vairāk nekā karstumizturīgās plāksnītes, kas var izraisīt citu plāksnišu atdalīšanos (vislielākā varbūtība tam notikt ir uz abiem spāriem). Tālāk jau sākas neapturama ķēdes reakcija. Notiek apakšsistēmu atteices, aerodinamikas maiņas, datora komandas, lai pretotos tām, turpinās silšana, sāk sadalīties konstrukcija, kas noved pie kosmosa kuģa bojāejas.

Lai gan atsevišķas plāksnītes izkrišanai vai caurdegšanai visticamāk nebūtu traģiskas sekas, lielāki caurumi nepšaubāmi var izraisīt iepriekš aprakstīto ķēdes reakciju. Iespējams, ka tā arī notika “*Columbia*” bojāejas gadījumā, ja visvājākajā vietā tās stipri sabojāja liels putuplasta gabals. Tādēļ ir ļoti svarīgi nodrošināt, lai šīs vietas skartu pēc iespējas mazāk atlūzu.

**Problēmas iepriekšējos lidojumos.** Aplūkojot “*Columbia*” iepriekšējo misiju tehniskā stāvokļa analīzes pēc nolaišanās, izrādās, ka līdzīgas problēmas ar putuplasta gabaliem un bojātām karstumaizsardzības plāksnītēm bijušas jau iepriekš.



Karstumizturīgo plāksnišu bojājumu varbūtība atlūzu dēļ.



1997. gadā pēc misijas *STS-87* nosēšanās uzreiz, jau uzsākot pirmo apskati, tika konstatēti nozīmīgi karstumaizsardzības plāksnišu bojājumi. Lai gan tās spēj izturēt un pasargāt konstrukciju no lielas temperatūras, tomēr tās ir trauslas un jutīgas pret bojājumiem. Tiek uzskatīts, ka 40 ledus gabaliņu bojātas plāksnītes ir normāls rādītājs, taču pēc šīs misijas tas vairs nebija normas robežās. Tika konstatēti 308 bojājumi, turklāt to vislielākā koncentrācija nebija vietās, kur tas prognozēts pēc aerodinamiskajiem aprēķiniem. Vienas plāksnītes biezums ir 5 cm, un bija arī tādas, kur bojājuma dziļums sasniedza 75% no tās biezuma. 100 plāksnītes bija neatjaunojamas un pilnībā jānomaina. Vēlākā izmeklēšana atklāja bojājumu patieso cēloni.

Misijas sagatavošanas laikā *NASA* veica ārējās degvielas tvertnes priekšgala siltumizolācijas maiņu, aizstājot iepriekšējo ar putuplastu, kā mērķis bija pāriet uz videi draudzīgu materiālu lietošanu. Bija aizdomas, ka pacelšanās laikā no tās atdalās daudz sīku gabalu, kas bojā karstumaizsardzības plāksnītes. Šķiet neticami, kā putuplasts var tās sabojāt, bet, kad gaisa plūsmas paātrinātās atlūzas skar plāksnītes ar lielu ātrumu (2–4 skaņas ātrumi), tās var radīt nopietnus bojājumus. Bojājumi tika konstatēti pēc misijas *STS-86*, kur arī tika lietots putuplasts. Bez putuplasta tika izskatītas arī citas bojājumu rašanās versijas, bet, veicot ārējās degvielas tvertnes filmēšanu pirms un pēc atdalīšanās, tika konstatēti lieli tvertnes virsmas materiāla gabalu iztrūkumi, kas acīmredzot bija nokrituši pacelšanās laikā.

Tomēr joprojām nebija skaidrs konkrēts iemesls, kādēļ putuplasta gabali atdalījušies. Tika minēta gan nepareiza tā uzstādīšana, gan aerodinamiskie spēki pagriezienu laikā, gan arī degvielas tvertnes izstiepšanās par 15 cm pacelšanās laikā temperatūras pieauguma dēļ.

**Kas notiks turpmāk?** Uz šo jautājumu pašlaik vēl nav spējusi atbildēt pati *NASA*. Veicams liels darbs, lai līdz galam pabeigtu izmeklēšanu, tomēr to ir nepieciešams izdarīt, cik ātri vien iespējams. Orbitā ir kosmiskā stacija, kuras apkalpošanai (nemaz nerunājot par pabeigšanu) ir nepieciešams "*Space Shuttle*". Tādēļ *NASA* izskata iespēju atsākt lidojumus un veikt minimālu to skaitu jau nākamā gada sākumā, iespējams, janvārī vai februārī.

Viens no izskatītajiem variantiem bija radīt jaunas paaudzes kosmoplānu "*Space Shuttle 2*", bet pat pilnīgi pietiekama finansējuma gadījumā tam vajadzētu vismaz 7 gadus un 12 miljardus dolāru (liela nauda, bet *NASA* un ASV valdība tomēr to varētu atļauties, jo karošanai tiek tērēti krietni vien vairāk). Bet kosmiskā stacija tik ilgi gaidīt nevar.

Tātad ir iespējams, ka tiks veikti uzlabojumi sākumā vienam vai diviem no trim palikušajiem kosmoplāniem, lai tie varētu startēt, tomēr nepieciešams pārliecināties par patieso avārijas iemeslu, lai varētu veikt attiecīgās pārmaiņas gan pašā kosmoplānā, gan arī ārējā degvielas tvertnē un lidojumi kļūtu drošāki.

Ir arī ieteikumi lidojuma drošības uzlabošanai nākotnē; kā vienu var minēt nepārtraukto novērošanu ar optiskajām ierīcēm no Zemes un kosmiskās stacijas. (*Piezīme*: misijas *STS-107* laikā netika uzņemta neviena fotogrāfija ar "*Columbia*" orbitā, kam būtu pietiekama izšķirtspēja ārējā tehniskā stāvokļa novērtēšanai.) Iespējams, *NASA* atkal būs jāatver mapīte ar dokumentiem par karstumaizsardzības plāksnišu remontu misijas laikā, lai novērstu draudus jau orbitā.

Tomēr, kamēr vēl (un ja) tiks izmantoti pašreizējie kosmoplāni, nedrīkst aizmirst, ka ir nepieciešams jaunas paaudzes orbitālais aparāts, kas nomainītu esošo paaudzi.

Attēli un sīkāka informācija adresēs: <http://www.nasa.gov/columbia/>; <http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/>; <http://science.ksc.nasa.gov/shuttle/>; <http://www.centennialofflight.gov/>; *Spacedaily* ziņu arhīvos <http://www.spacedaily.com/>; *CNN* ziņu arhīvos <http://www.cnn.com/>; *Los Angeles Times* ziņu arhīvos <http://www.latimes.com>. D

## “COLUMBIA” BOJĀEJAS IEMESLS IR TRIVIĀLS

Četru miljonu pilsētai Dallasai 2003. gada 1. februāra siltais, saulainais rīts ievadīja gluži parastu sestdienu. Pulksten astoņos no rīta uz ielām bija redzami vienīgi skriešanas entuziasti un suņu īpašnieki, no kuriem gandrīz neviens neskatījās debesis, kur 60 kilometru augstumā notika vēl nekad nepieredzēta drāma. Vietējās radiostacijas pēkšņi tiešajā ēterā sāka pieņemt reto aculiecinieku telefona zvānus par spoža bolīda krišanu un pērkona grāvieniem līdzīgiem triecienviļņiem. Dzīvojamās mājas ugunsgrēks Dallasas nomalē nez kāpēc tika saistīts ar “Columbia” vārdu – kā vēlāk izrādījās, bez pamata. Tikpat aplamas izrādījās arī agrīnās hipotēzes par “Shuttle” sabotāžu, taču šoka sajūta bija gluži kā pēc teroristu uzbrukuma.

Dallasa par notikušo uzzināja tieši tāpat kā visa pārējā Amerika, skatoties TV pie rīta kafijas tases. Tikai ļoti reti kosmosa entuziasti vēroja vai filmēja “Columbia” liktenīgo ieiešanu atmosfērā. Nedz man, nedz citiem vietējiem “marsiešiem” pat neienāca prātā internetā iepriekš iepazīties ar plānoto nolaišanās trajektoriju. Pārsteidzoši, ka tikpat apātiska attieksme valdīja arī starp profesionāļiem Kirtlendā Gaisa spēku bāzē Ņūmeksikas pavalstī, kur atrodas pavadoņu optiskās sekošanas teleskops “Starfire”. Tikai viens teleskops sekoja “Columbia” bremsēšanās trajektorijai virs Ņūmeksikas. Tas bija nieka 10 centimetru diametra amatieru teleskops, ar ko tika uzņemti vienīgie “Columbia” attēli kritiskajā bremsēšanās posmā. Kreisā spārna priekšējā malā izdegušais robs ir pārliecinoši saskatāms pat šajos amatieru attēlos. Uzmanību piesaista arī pastiprinātā plazmas aste aiz kreisā spārna.

Kosmoplāniem nav “melnās kastes” tradicionālajā izpratnē, kā tas ir komerciālajā aviācijā. Grūti izveidot datu ieraksta ierīci, kas varētu droši pārciest “Challenger” līdzīgu eks-

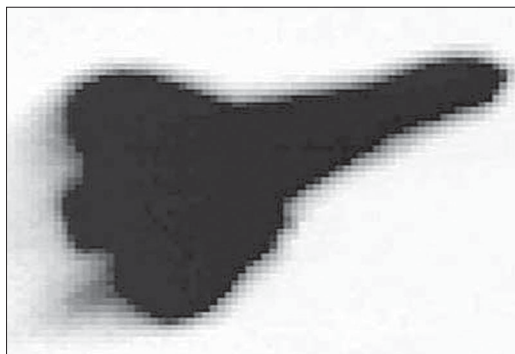
ploziju, un vēl grūtāk šādu ierīci pēc avārijas izzvejojot no okeāna. Svarīgākie lidojuma parametri tiek pārraidīti ar NASA ģeosinhrono sekošanas un datu retranslācijas pavadoņu starpniecību (*Tracking and Data Relay Satellites, TDRS*), tādējādi ļaujot misijas kontrolei nepārtraukti novērot “Shuttle” un daudzu citu pavadoņu funkcionēšanu, kā arī vēlāk analizēt lidojuma norisi.

Tomēr “Columbia” bortsistēmās bija iekļauts arī īpašs datu ieraksta magnetofons, kas vienlaikus reģistrēja 570 dažādus lidojuma parametrus – tajā skaitā daudzus temperatūras un mehānisko slodžu mērījumus, kas netiek retranslēti caur TDRS pavadoņiem. Šā magnetofona ieraksti bija svarīgi pirmā “Columbia” izmēģinājuma lidojuma analīzei 1981. gadā. Mūsdienās to pašu informāciju droši vien parocīgāk būtu glabāt kompaktās atmiņas mikroshēmās, taču kosmisko lidojumu konservatīvajā kultūrā 70. gadu tehnoloģijas magnetofons tika paturēts, gluži tāpat kā ilgi jo ilgi turpināja kalpot no ferrīta gredzentiņiem austā borta datoru operatīvā atmiņa. Robustais magnetofons ar visu magnētenti izturēja “Columbia” izjukšanu, lidojot Mach 18 ātrumā, un tika atrasts pamatīgajā apvidus ķemmēšanā Teksasas austrumos un nogādāts datu atšifrēšanas ekspertiem Kenedija Kosmisko lidojumu centrā Hjūstonā.

Atlūzu krišanas zonā pie Nakodočes pilsētiņas netrūka apsvilušu metāla fragmentu un keramisko flizišu, nedz arī dažu visai interesantu atradumu. Viens no STS – 107 misijas 70 zinātniskajiem eksperimentiem bija saistīts ar *C. Elegans* nematožu attīstību bezsvara stāvoklī. Petri trauciņi ar “kosmiskajiem tārpiem” sekmīgi pārcieta avāriju un tika atdoti eksperimentā ieinteresētajiem zinātniekiem. Atradās arī videokamera ar daļēji bojātu kaseti, kurā bija uzņemts lidojuma noslēgums.

Avārijas iemeslu izziņai “Columbia” masas sadegušie 62% ir svarīgāki. Izmeklētāju vēribu piesaista siltumaizsardzības sistēmas pazudušās daļas – it īpaši kreisā spārna priekšējās malas 8., 9. un 10. segments, kuri *netika* atrasti un kuru pozīcijas sakrīt ar amatieru telefoto redzamo spārnā izdegušo robu. Izturīgais, lai arī mazliet trauslais oglekļa šķiedras un stiklveida oglekļa kompozītmateriāls nevarēja sadegt pēc “Columbia” izjukšanas. Oglekļa kompozītbloki ir termiski visizturīgākās detaļās visā “Shuttle” konstrukcijā – no šā materiāla ir veidotas spārnu priekšējās malas un “Shuttle” “deguns”, kas bremsēšanās laikā sakarst līdz 1400 °C temperatūrai. Skaidrs, ka ar trūkstošajiem segmentiem kaut kas atgadījās jau pirms “Columbia” izjukšanas.

Ja STS–107 startētu naktī, par kreisā spārna bojājuma iemeslu varētu tikai abstrakti spekulēt. Taču starts notika dienā, un lidojumam sekojošajām videokamerām netraucēja neviens mākonītis. No videoierakstiem ir redzams, ka lidojuma 81. sekundē no ārējās degvielas tvertnes atrāvās kofera lieluma putuplasta gabals. Lidojuma ātrums tajā brīdī bija 220 m/s. Gaisa plūsmas paātrinātais putuplasta fragments trāpīja kreisā spārna priekšējai malai 8. un 9. segmenta rajonā. Laboratorijas eksperimentos līdzīga lieluma putuplasta gabali ar līdzīgu ātrumu nopietni iedragāja no



“Columbia” fotogrāfija trīs minūtes pirms bojāejas. *Amatieru foto*

“Discovery” ņemtos oglekļa siltumizolācijas blokus, radot vismaz milimetru platas un 10 cm garas plaisas.

“Columbia” kreisā spārna pārciestais trieciens varēja būt ievērojami spēcīgāks nekā laboratorijas eksperimentos ar 1 kg smagiem sausa putuplasta gabaliem. Trīsdesmit deviņās dienās, ko “Columbia” pavadīja starta laukumā, ne reizi vien lija lietus – kopumā “Columbia” saņēma veselus 25 cm nokrišņu. Ārējās degvielas tvertnes putuplasta segums teorētiski ir ūdensnecaurlaidīgs un cieši pielīmēts pie degvielas tvertnes metāla virsmas. Astoņdesmitajos gados tāds tas patiešām bija, līdz kamēr atmosfēras ozona slāņa aizsardzības vārdā tika aizliegta freona izmantošana putuplasta uzklāšanas procesā. Vai “Columbia” kļuva par upuri “zaļo” ekstrēmismam? Iespējams, ka mēs nekad neuzzināsim, vai ārējās degvielas tvertnes putuplasta izolācija bija piesūkusies ar ūdeni un sasalusī šķidrā skābekļa uzpildes laikā. Taču atrautā siltumizolācijas fragmenta trieciens bija pietiekami smags, lai to fiksētu pat borta akselerometri. Trieciena radīto siltuma impulsu reģistrēja arī kreisā spārna priekšējam lonžeronam piestiprināts termopāris. Droši vien, ka no šā trieciena brīža “Columbia” kuģis bija nolemts bojāejai.

Tagad ir veltīgi spekulēt, vai astronauti varēja ieplaisājušo kreisā spārna priekšējās malas segmentu remontēt orbitā, kaut vai aizdrīvēt ar stikla šķiedru un zobu pastu. Bojājumu apzināšanai būtu nepieciešama astronauta iziešana atklātā kosmosā, bet šādas operācijas STS–107 misijā netika plānotas, tāpat arī ekipējumā nebija iekļauta mehāniskā “roka”, ar kuras palīdzību būtu bijis iespējams apskatīt spārnus. Augstas izšķirtspējas izlūkpaņavadoni, kas agrāko lidojumu laikā uzņēma asus “Shuttle” attēlus, šoreiz bija aizņemti ar gatavošanos Irākas karam, un NASA nejuta īpašu vajadzību pēc to pakalpojumiem.

Lēmums par liktenīgo ieiešanu atmosfērā tika pieņemts 8:09 no rīta pēc Floridas (ASV Austrumu krasta) laika, kad virs Kanaveralas kosmodroma skreječa izklida rita migla.

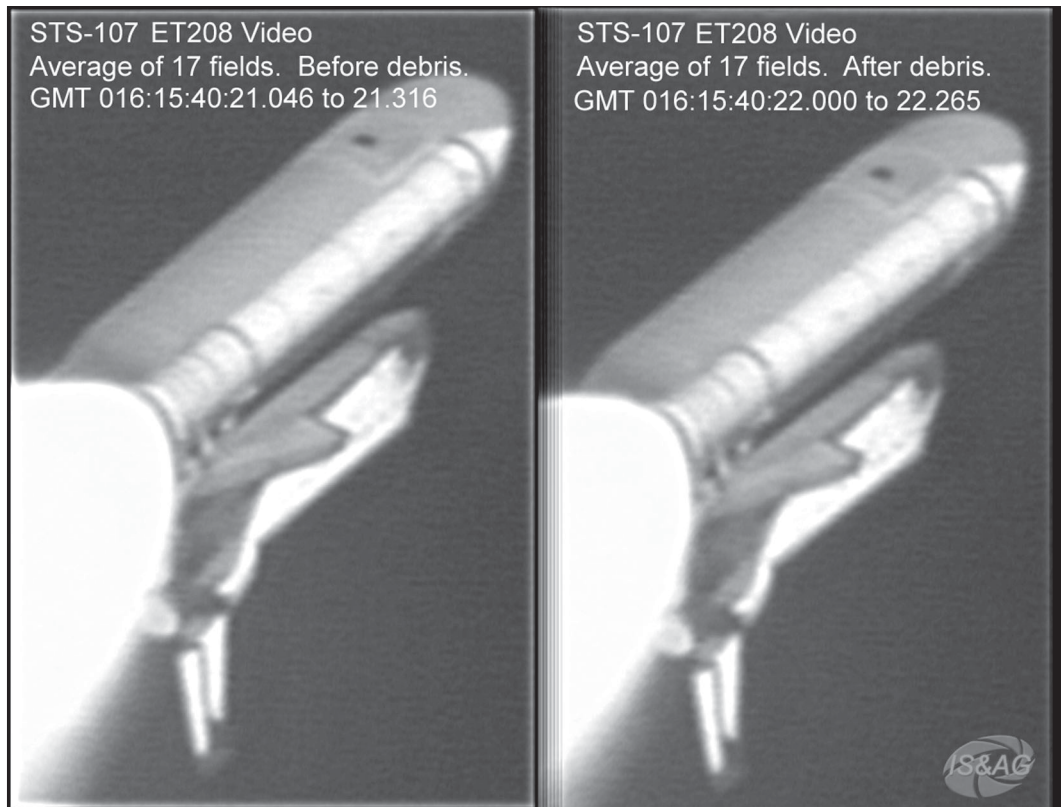
**8:15** – kosmoplāns savā orbitā šķērso Indijas okeānu un tiek orientēts ar asti pa priekšu. Manevrēšanas raķešdzinēji tiek darbināti trīs minūtes, pazeminot orbītas perigeju līdz 60 kilometru augstumam virs Floridas.

**8:23** – borta datori iedarbina mazos orientācijas dzinējus un pagriež “*Columbia*” priekšgalu lidojuma virzienā.

**8:32** – tiek palaisti nelieli hidrazīna turbomotori (*auxiliary power units* – angl.), kas nolaišanās posmā piegādā enerģiju aerodinamiskajām lidojuma kontroles virsmām un šasijām.

**8:44:09** – ieiešana atmosfērā sākas 130 km virs Klusā okeāna 32 minūtes pirms plānotā nosēšanās brīža. Tā saucamais “atmosfēras

kontakts” (*entry interface* – angl.) ir brīdis, kad borta akselerometri sāk just bremsēšanās palēninājumu. Dažus mirkļus vēlāk kabīnē brīvi lidojošās mantas sāk nosēsties uz grīdas, un aiz logiem aust sārta blāzma. Kosmoplāna priekšgals ir pacelts 40 grādus virs horizonta, lai gūtu maksimālu celtspeju retinātajā jonosfērā vairāk nekā 100 km virs jūras līmeņa un tādējādi novilcinātu krišanu dziļāk – atmosfēras blīvajos slāņos. Hiperskaņas triecienviļņa jonizētais gaiss veido garu, sudrabaini spīdošu plazmas asti, gluži kā aiz meteora. Pat šajā augstumā, uz atmosfēras robežas, ir jūtama zināma turbulence, kā to atceras trīs “*Shuttle*” lidojumu veterāns Storijs Masgreivs. Neraugoties uz 27 tūkstošu km/h (Mach 25)



STS – 107 lidojums pirms un pēc putuplasta trieciena – bojājumi nav skaidri redzami. NASA foto

ātrumu, *“Shuttle”* bremzēšanās ir astronautiem komfortabla un pārslodze nepārsniedz 3 g.

Tuvojošās katastrofas pazīmes tiek reģistrētas jau bremzēšanās piektajā minūtē, lai arī misijas kontrole neuzkrītošās novirzes starp simtiem sensoru datu pagaidām nevar pamanīt. Gandrīz divus tūkstošus Celsija grādu karstā plazma sākumā ir tik retināta, ka nespēj pārnest daudz siltuma. Ieplūstot pa nelielu spraugu spārna iekšienē, plazmas joni un elektroni rekombinējas, un kontaktā ar spārna konstrukciju alumīnija virsmām plazma ātri kļūst par retinātu, karstu gāzi. Žurnālistiem patik salīdzināt plazmas iedarbību ar acetilēna metināšanas degli, taču patiesībā situācijai nevajadzētu būt tik ļaunai. Faktiskā notikumu attīstība drīzāk saskan ar pieņēmumu, ka kreisā spārna priekšējās malas 8. vai 9. segmentos bija nopietni sadragāts vai pavisam pazaudēts.

**8:48:39** – grimstot dziļāk atmosfēras uguns jūrā, kreisā spārna priekšējās malas mehāniskās slodzes sensors reģistrē anomālu priekšējā lonžerona deformāciju. Gāzu spiediena un temperatūras nevienmērīgais sadalījums bojātā spārna iekšienē turpina pieaugt un jau apdraud spārna viegli kūstošo alumīnija konstrukciju.

**8:48:59** – starp kreisā spārna priekšējās malas 9. un 10. segmentu montēts termopāris reģistrē strauju temperatūras kāpšanu. Šajā brīdī karstās gāzes pārdedzina priekšējā lonžerona siltumizolācijas segumu un sāk kausēt alumīnija pamatstruktūru.

**8:49:49** – kreisā spārna priekšējās malas bojājums spēcīgi ietekmē gaisa plūsmu virs spārna, neparastas temperatūras svārstības tiek reģistrētas uz dzinēju nodalījuma apvalka kosmoplāna astes daļā.

**8:50:00** – šķidrā, degošā alumīnija migla aiz kreisā spārna īslaicīgi bloķē radiosakarus starp *“Columbia”* un *TDRS* pavadoni. Jonizēta triecienviļņa radīti sakaru traucējumi ir novērojami arī normālās misijās, taču šajā gadījumā no degošā spārna izsmidzinātie metāli pastiprināti ekranē *“Columbia”* astē iebūvēto sakaru antenu un tādējādi uz brīdi pārtrauc sakarus.

**8:50:09** – anomālā gaisa plūsma virs kreisā spārna izraisa negaidītu temperatūras krišanos fizelāžas kreisajā pusē.

**8:50:19** – tiek reģistrēts neparasts temperatūras kāpums zem kreisā spārna, kas varētu būt saistīts ar alumīnija degšanu atmosfēras skābeklī.

**8:51:14** – kreisā spārna priekšējā lonžerona iekšējā dobumā sākas strauja sakaršana.

**8:52:05** – kosmoplāns šķērso Kalifornijas krastu, to pamana pirmie novērotāji uz cietzemes. Lidojuma augstums ir 68,4 km, ātrums – Mach 20,9. Pieaug kreisā spārna gāzdinamiskā pretestība, *“Columbia”* priekšgalu sāk “vilkēt” uz kreiso pusi.

**8:52:09** – kreisā spārna priekšējais lonžerons pārdeg, ļaujot plazmas strūklai iekļūt dziļi spārna iekšējās dobumos. Šajā bremzēšanās posmā kosmoplāns uzsāk pirmo virāžu, lai ātrāk zaudētu lieko ātrumu, tāpēc mainīgais plazmas plūsmas virziens vispirms skar spārna virspuses apšuvumu un pēc tam dažādus sensorus kreisās galvenās šasijas dobumā.

**8:52:17** – kreisās šasijas bremžu temperatūras sensors sāk sasilt par 2 grādiem minūtē.

**8:52:41** – otrs kreisās šasijas temperatūras sensors reģistrē sasīšanu par 6 grādiem minūtē.

**8:53:29** – bojātā spārna radītie anomālie triecienviļņi sasilina fizelāžas kreiso pusi par 32 Celsija grādiem, kamēr labā puse sasilst nomināli, tikai par 8 grādiem. Strauji pieaug kreisā spārna gāzdinamiskā pretestība.

**8:53:44** – aculiecinieki novēro fragmetu atdalīšanos no *“Columbia”*.

**8:54:20** – termisko deformāciju un struktūras bojājumu dēļ īslaicīgi pieaug kreisā spārna cēlējspēks. Karstās gāzes atrod izejas ceļu no spārna, izdedzinot caurumu spārna virspuses apšuvumā. Anomālais triecienviļnis sāk iedarboties uz vertikālo stabilizatoru. Šo spēku iedarbībā kosmoplānu sāk “vilkēt” uz labo pusi.

**8:54:24** – misijas kontrole Hjūstonā beidzot pamana problēmu. Mehānisko sistēmu inženieris Džefs Klings ziņo misijas kontroles priekšniekam Lerojam Kainam: “Nupat ir pa-

zuduši sakari ar četriem hidraulisko sistēmu temperatūras sensoriem kreisajā spārnā.” Sensori iziet no ierindas ar vairāku sekunžu intervāliem (8:53:10, 8:53:11, 8:53:31, 8:53:36), kas liecina par attiecīgo vadu pārdegšanu.

**8:54:33** – Nevadā dzīvojošie aculiecinieki novēro uzliesmojumu līdzās “Columbia” kuģim, tā ticamākais iemesls – manevrēšanas raķešdzinēju darbība, autopilotam cenšoties stabilizēt orientāciju.

**8:56:16** – ugunīgā gāzu strūkļa beidzot ielaužas kreisās šasijas dobumā, kā to liecina ar šasiju saistītie temperatūras sensori. Šajā brīdī “Columbia” šķērso Arizonu.

**8:57:00** – šasijas durvju blīvju izdegšana un konstrukcijas deformācija ļauj gāzēm atrast izejas ceļu. Kosmoplāns uzsāk pēdējo, kreiso virāžu, pakļaujot kreiso spārnu pastiprinātai slodzei.

**8:57:14** – ar amatieru teleskopu no Kirtlendā Gaisa spēku bāzes tiek uzņemti vienīgie “Columbia” bremzēšanās posma telefoto attēli.

**8:58:03** – autopilots jūt sasveri uz kreiso pusi un cenšas noturēt “Columbia” orientāciju, strauji palielinot eleronu novirzes leņķi.

**8:58:38–8:58:58** – pakāpeniski pazūd dati no visiem kreisās šasijas riepju spiediena un temperatūras sensoriem. Domājams, ka tas ir sensoru vadu pārdegšanas rezultāts.

**8:59:08** – kosmoplāns ir sasniedzis Teksasas gaisa telpu, autopilots cīnās ar kreiso sasveri, iedarbinot divus no orientācijas raķešdzinējiem. Kuģa komandieris Rihs Hasbends mēģina kaut ko ziņot misijas kontrolei, taču sakaru traucējumi ir pārāk stipri.

**8:59:40** – mehānisko sistēmu inženieris Džefs Klings norāda: “Mēs nupat pazaudējām abu kreisās puses riepju spiediena sensorus.” Tā ir draudīga ziņa, jo riepju pārsprāgšanas gadījumā kuģis nevarētu nosēsties uz skrejceļa, bet gan tiktu nogāzts okeānā un apkalpei nāktos evakuēties ar izpletņiem. Turklāt šāds lēmums būtu jāpieņem lielā steigā.

**8:59:32** – pēdējā, izkropļotā un nesaprotamā radiopārraide no “Columbia” komandie-

ra Rihs Hasbenda. Lidojuma ātrums – Mach 18,3, augstums – 63,1 km.

**9:00:21** – par spīti visu orientācijas raķešdzinēju darbībai, “Columbia” orientāciju vairs nav iespējams noturēt normas robežās. Kosmoplāns sāk kūleņot un milzīgo aerodinamisko spēku dēļ izirst. Vairāk nekā 84 tūkstoši atlūzu sasniedz Zemes virsmu, bet meklētāji Teksasā un Luizianā kopumā atrod tikai 38% no “Columbia” masas. Apkalpes pārogļotās mirstīgās atliekas nākas identificēt pēc DNS analizēm.

**9:16** – šajā laikā “Columbia” vajadzēja piezemēties Floridā. Pēc “Columbia” pazušanas no radio ētera un radaru ekrāniem tiek istenots ārkārtas situāciju plāns, kura nozīme ir saglabāt visu ar lidojumu saistīto informāciju. Ziņu kanālu pārraidītās TV reportāžas no Teksasas neatstāj nekādas šaubas par notikušo.

Veltīgi meklēt kādu mierinājumu pēc šīs katastrofas, jo tāda vienkārši nav. Avārijas cēloņu izmeklēšana ir pierādījusi, ka visticamākais “Columbia” bojāejas iemesls ir triviāls un vairāk saistīts ar sadzīves ķīmiju vai būvmateriālu tehnoloģiju nekā ar hiperskaņas gāzdinamiku. Putuplasta uzklāšanas metodes netika izgudrotas NASA laboratorijās, un to sakars ar kosmiskajiem lidojumiem ir samērā nejaušs. Ārējās degvielas tvertnes siltumizolācijai tikpat labi varēja izraudzīt citādus materiālus vai arī siltumizolāciju iebūvēt zem tvertnes metāla čaulas. Ir skumji atzīties, ka “Columbia” apkalpe gāja bojā sliktā putuplasta dēļ un nevis sadursmē ar neizskaidrotiem kosmosa spēkiem.

Protams, “Challenger” eksploziju 1986. gadā izraisīja pavisam citāds iemesls – sliktā gumijas blīve. Nākamreiz nelaimi var izraisīt tikpat prozaiska kļūme – burbulis vai plaša cietajā degvielā, nepareiza rindiņa programmatūrā vai dzinēja turbosūkņi aizmirstas knīpstangas. Izmeklēšanas komisijas slēdzieni tāpēc nav fokusēti vienīgi uz konkrētā negadījuma iemesliem. Analīzei jāpakļauj visa NASA kultūra, kas nav būtiski mainījusies kopš “Challenger” izmeklēšanas pirms 17 gadiem.

Tāpat kā visās tehnikas jomās, arī NASA nākas nemitīgi meklēt kompromisu starp lidojumu drošību un "Shuttle" ekspluatācijas efektivitāti. Galvenie dzinēji, kas skaitās "daudzkārt izmantojami", faktiski tiek pārbūvēti pēc katra lidojuma. Pārējām "Shuttle" sistēmām arī nepieciešama nemitīga uzmanība, un šai uzmanībai vajag naudu. Katram inženierim pienākas ne tikai alga, bet arī pensija, un attiecīgajai ģimenei – veselības aprūpe. Menedžerim, kas vēlas visu nostrādāt perfekti, jārēķinās ar daudzu inženieru un apkalpojošā personāla uzturēšanu. Pieticīgs finansējums pats par sevi neizraisa aplamus lēmumus, ja vien ir pienācīga kvalitātes kontrole. Komerciālajā biznesā to nodrošina patērētāju sūdzības, bet valdības sektorā ir sliktāk. Tiem, kas mēģina iztikt bez neatkarīgas kvalitātes kontroles, laiku pa laikam nākas sadurties ar nežēlīgajiem dabas likumiem, un kosmiskajā jomā tam parasti ir dramatiskas sekas.

Izmeklētāju galvenais jautājums NASA menedžeriem ir saistīts ar vairākiem agrākajiem "Shuttle" lidojumiem, kuros tika novērota putuplasta gabalu un apledējuma atrašanās no ārējās degvielas tvertnes. Šo incidentu cēloņu izpēte lai paliek inženieru ziņā, bet centrālais jautājums šoreiz ir par *attieksmi* un lēmumiem turpināt lidojumus ar sliktu putuplasta siltum-

izolāciju. Acimredzot katrs šāds incidents tika uztverts nevis kā dabas brīdinājums, bet gan pierādījums par putuplasta atlūzu nekaitīgumu. Dziļākās problēmas, par ko izmeklētājiem nākas lauzīt galvas, tātad ir saistītas ar menedžmenta filosofiju, riska analīzi un NASA iekšējo kultūru. Skaidras un pārliecinošas atbildes šeit diez vai būs formulējamas.

Piecus mēnešus pēc "Columbia" bojāejas ir pilnīgi skaidrs, ka "Shuttle" lidojumi drīz atsāksies, varbūt jau 2004. gada pirmajā ceturksnī. Vēsturiskas sagādīšanās dēļ amerikāņu nācija nupat ir uzvarējusi nelielu karu un patriotiskā lepnuma ir pietiekami, lai "Shuttle" lidojumu risks sabiedrību pārāk nenomāktu. Karš arī rada cieņu pret riskantām profesijām, tāpēc astronautu kandidātu netrūkst – ne velti NASA nupat izsludināja jaunu konkursu. Tomēr gaisotne ir mainījusies. No pieciem kosmosā lidojušajiem "Shuttle" kosmoplāniem divi jau ir gājuši bojā, un no diviem notikumiem sāk veidoties statistika. Ir zudusi idiliskā sajūta, ka "Shuttle" ir tehnoloģisks brīnums, kas piedāvā drošu pieeju kosmosam. Līdz ar to nāksies pārvērtēt arī visu milzīgo Orbitālās stacijas programmu, kas balstās uz ticību "Shuttle" lieliskumam. Orbitālās stacijas jautājums ir tik nozīmīgs, ka pie tā atgriezīsimies nākamreiz.

#### Saites:

negadījuma izmeklēšanas komandas mājaslapa: <http://www.caib.us/>;

izmeklēšanas materiāli: <http://spaceflight.nasa.gov/Shuttle/investigation/index.html>. D

MARTIŅŠ SUDĀRS

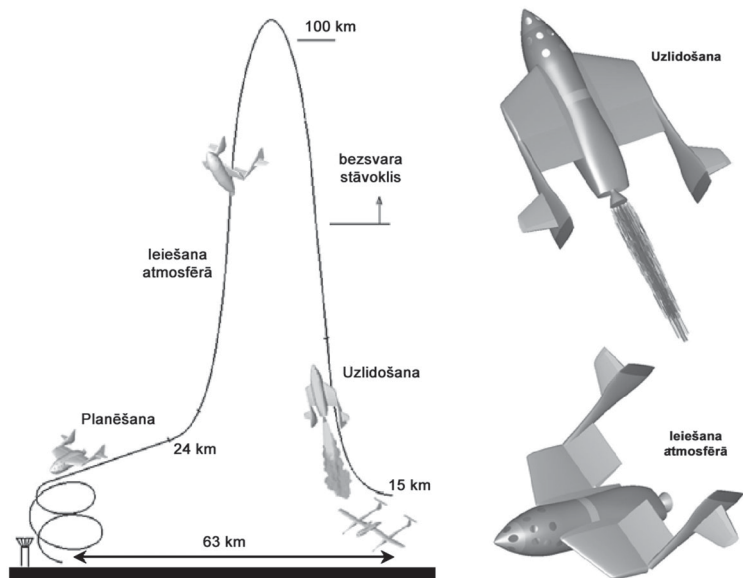
## "SPACE SHIP ONE" VISTUVĀK MĒRĶIM

Jau vairākus gadus pasaulē vairāki nelieli privāti aviobūves uzņēmumi cenšas radīt daudzkārt izmantojamus kosmosa kuģišus kosmiskajam tūrismam, bet nupat šķiet, ka ASV kompānija "Scaled Composites" ir tikai vairs soļa attālumā no sava mērķa.

Kompānija "Scaled Composites" ir pazīstama aviointdustrijā jau ar tādiem projektiem kā "Pathfinder", "Centurion" un "Helios". Izmantojot esošo bagāto pieredzi, šoreiz viņi nolēmuši iekāpt arī kosmiskajā lauciņā, izstrādājot trīsvietīgu daudzkārt izmantojamu kos-

mosa kuģi, ar ko pa balistisku trajektoriju paredzēts pārsniegt 100 km augstumu. Šā projekta mērķis nav tikai naudas pelnīšana kompānijai ar kosmisko tūrismu, bet gan demonstrēt, ka iecerēto rezultātu iespējams sasniegt, lietojot minimālus finansiālos līdzekļus, bet konstrukcijā un projektēšanas procesā iesaistot jaunākās tehnoloģijas.

Kompānija pie kosmosa kuģa strādā pēc devises “Maksimāli vienkārši un droši”, tomēr palaišanas konfigurācija vizuāli izskatās ļoti interesanta. Trīsvietīgā “Space Ship One” kosmiskā kapsula tiks palaista stratosfērā no speciālas nesējlidmašīnas. Neilgi pēc atdalīšanās pilots ieslēgs raķešdzinēju un stūrēs kosmosa kuģi pa nepieciešamo trajektoriju (*sk. att.*). Sasniedzot vajadzīgo ātrumu un augstumu, raķešdzinējs tiks izslēgts un pasažieri pāris minūtes varēs baudīt bezsvara stāvokli. Pirms ieiešanas atmosfērā kosmosa kuģa astes daļa tiks atlocīta un pacelta uz augšu, lai pasargātu to no sakaršanas un tās izraisītajiem bojājumiem, kā arī saglabātu aerodinamisko centrējumu. Atmosfēras blīva-



Pa kreisi – aptuvena lidojuma trajektorija. Pa labi – kosmosa kuģa uzliidojuma un nolaišanās spārnojuma konfigurācijas.

jos slāņos tā tiks atkal atlocīta atpakaļ un kosmosa kuģis planēs uz skrejceļu kā parasta lidmašīna. Nosēšanās – kā parastai lidmašīnai.

Raksta tapšanas laikā jau bija notikušas pirmās kosmosa kuģa planēšanas un dzinēja pārbaudes (*sk. vāku 4. lpp.*), ieskaitot lidojumu kopā ar tā nesējlidmašīnu. Pagaidām raķetes starts ir plānots uz šā gada decembra vidu vai beigām.

Sīkāka informācija un fotoattēli meklējami interneta adresē <http://www.scaled.com>. D

### Vasaras numurā publicētās krustvārdu mīklas atrisinājumi

*Līmeniski.* 3. Andromeda. 8. Auvers. 9. Sinope. 11. Stevins. 14. Parseks. 16. Spektrs. 18. Volks. 20. Blufords. 21. Lucifers. 24. Amors. 26. Akrukss. 28. Talants. 29. Pulsāri. 32. Vēstis. 33. Rainis. 34. Ciklamena.

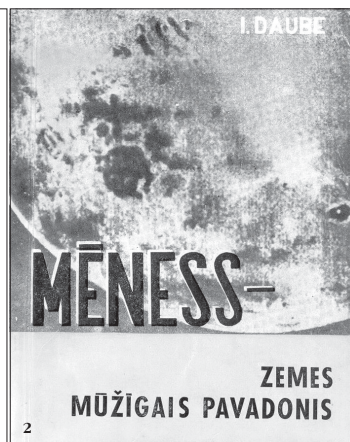
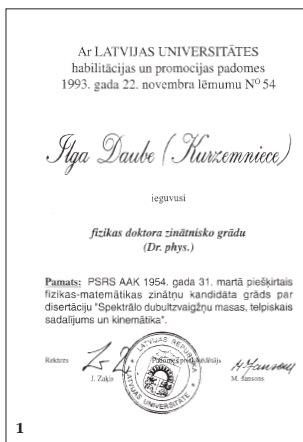
*Stateniski.* 1. Anderss. 2. Adoniss. 4. Rosme. 5. Masti. 6. Talasa. 7. Remeks. 10. Zsulauks. 12. Vela. 13. Prokrusts. 15. Konrads. 17. Porcija. 18. Vesta. 19. Silfs. 22. Hols. 23. Zudovs. 25. Saross. 27. “Sputņik”. 28. Timiāns. 30. Lasels. 31. Ātrums.



## SVEICAM ASTRONOMI ILGU DAUBI JUBILEJĀ!

Šķērsu stīgas pa ceļiem,  
Šķērsu zvaigznes debesīs,  
Es būs' visas cauri jāt  
Ar Dieviņa palīdzību.

LD 13639



Jubilāre septiņdesmito gadu beigās. Pirmā latviešu astronome, kas ieguvusi zinātnisko grādu.

No I. Daubes fotoarbīva.

Astronomei **Ilgai Daubei** šoruden 6. oktobrī jubileja. Jāņa Ikaunieka aicināta, aktīvi un ar lielu atbildību darbojusies gan zinātniskajā, gan populārzinātniskajā, gan zinātnes organizatoriskajā darbā, par ko saņēmusi arī LPSR Zinātņu akadēmijas Prezidija Goda rakstus. Starptautiskajā astronomu savienībā (SAS) uzņemta 11. SAS kongresā ASV (Bērklīja, 1961), piedalījusies pasaules astronomu saietos: 13. SAS kongresā Čehoslovākijā (Prāga, 1967), SAS Ārkārtējā ģenerālajā asamblejā Polijā (Varšava, 1973) u. c. “Zvaigžņotajā Debesī” pati rakstījusi daudz, bet par viņu var lasīt: A. Alksnis, M. Dīriķis. “Ilga Daube – jubilāre” (1969. g. ziema (42), 53.–54. lpp.), “Sveicam Ilgu Daubi!” (1988. g. rudens (121), 57. lpp.), A. Alksnis. “Astronomei Ilgai Daubei – apaļa jubileja” (1998. g. rudens (161), 39.–41. lpp.).

Mums ir reta izdevība lasīt aculiecinieka piezīmes par Latvijas astronomiem un astronomijas attīstību laiku maiņā, kam viņa pati ir izgājusi cauri un par ko, redakcijas kolēģijas vairākkārt aicināta, cienījamā jubilāre beidzot ir ar mieru dalīties.

Daudz baltu dieniņu no sirds vēlam staltajai jubilārei un uz turpmāku tikpat sekmīgu sadarbību! Pateikdamās par līdzšinējo,

Redakcijas kolēģija

## GARĀ MŪŽA ATMIŅU DRUMSLAS

Visus 45 “Zvaigžņotās Debess” pastāvēšanas gadus esmu bijusi vairāk vai mazāk saistīta ar to. Tādēļ arī atsaucos redakcijas kolēģijas aicinājumam pastāstīt par savu dzīvesgājumu, atbildot uz uzdotajiem jautājumiem. Saprotu, ka ikviena cilvēka redzējums un laikmeta liecība ir svarīga vēsturei, bet šaubos, vai mans stāstījums dos kaut ko jaunu Latvijas astronomijas vēsturei bez tā, ko jau parādījis viss līdzšinējais “Zvaigžņotās Debess” saturs.

**Dzimšanas apstākļi, agrā bērnība un skolas gadi.** Esmu dzimusi 1918. gada okto-



Vecāki: Augusts un Marta Kurzemnieki.

*Fotogrāfiska iestāde J. Rieksts Rīgā*

brī, gandrīz vienlaikus ar Latvijas valsti, un visa mana dzīve pagājusi kopā ar Latviju, ar tās brīvību un neatkarību, ar uzplaukumu un divām okupācijām, kara ceļiem, cerībām un vilšanos, Atmodu, atkal neatkarību, bet ar neizpratni un pat nosodījumu par daudzām parādībām, kas tagad notiek visapkārt. Tomēr, rakstot šīs rindas, neļaujos depresīvām domām, jo ir Dziesmu svētku laiks, latviešu garīgās uzlādēšanās un pašcieņas izpausmes laiks.

Mana bērnība aizritējusi Vidrižu pagasta “Meldeross”. Te bija nelielas ūdensdzirnavas, kas manam tēvam, par piedalīšanos Latvijas brīvības cīņās, bija piešķirtas dzimtīpašumā (kā jaunsaimniecība) kopā ar zemes platību 21,46 ha, kurā ietilpa dzirnavu ezers un 12 ha aramzemes. Agrāk mans tēvs šīs dzirnavas bija rentējis no Vidrižu barona Budberga. Augu kopā ar diviem par mani vecākiem pusbrāļiem un trīs gadus jaunāku isto brāli. Mana māmiņa bija tēva otrā sieva, 18 gadus jaunāka par vīru. Pusbrāļu māte bija mirusi 1912. gadā. Tēvs tika mobilizēts cariskās Krievijas armijā Pirmā pasaules kara pašā sākumā, drīz pēc kāzām.

Skolas gaitas sāku 1926. gada rudenī Vidrižu 1. pakāpes pamatskolā, kas atradās tikai kādu puskilometru no mājām. 2. pakāpes pamatskola (5. un 6. klase) bija Vidrižu muižā kādreizējā baronu pili ap 3 km attālumā. Ceļu līdz tai parasti mēroju kājām vai ar vecākā brāļa (negribu lietot vārdu “pusbrālis”, jo visi trīs brāļi man bija “isti”) velosipēdu, bet ziemas aukstumā visu nedēļu paliku skolas internātā.

Pamatskolas laiks aizritēja starp ganu gaitām un lielu peldēšanos vasarā un skolu un slidošanu ziemā. Ezers taču bija durvju priekšā. Jau kopš piecu gadu vecuma vasarās bija jāgana cūkas, pāris stundu priekšpusdienā, pāris – pēcpusdienā. Lietainā laikā un svētdienās gan ne. Ne vienmēr tas bija pa prātam.

Taču bija jādara. Atceros, ka reiz bija atnākusi ciemos mātes vecākā māsa un manā klātbūtnē pārmeta mātei: “Nu ko tu to bērnu izkalpini, vai tad tās cūkas aizgaldā nav diezgan paēdušas?” Bija paēdušas, bet bērns bija jāaudzina ar darbu un pienākumu. No deviņu gadu vecuma sākās govju ganišana.

Svētdienas ritos līdz brokastu laikam pagājina māte, bet citās dienās, lietus vai saule, jāceļas agri, jādara uzticētais darbs un jāatbild par ganāmpulku. Un šis darbs “kaulus nelauza”. Ganāmpulkā bija tikai 5–6 govīs, kāda tele un nedaudz aitu ar jēriem. Ja nebija dunduru laiks, kad govīs bizoja, varēja arī palasīt grāmatu, tamborēt un vērot apkārtējo pasauli, saprast pārējo dzīvo radību, skatīt skaistumu un harmoniju dabā. Bieži vien pie manis atnāca mazais brālis. Tad spēlējām “mūsu senčus”. Bijām redzējuši brīvdabas teātra izrādes par Vanemu Imantu, Kaupo, “*Induli un Āriju*”. Redzēto dziļi pārdzīvojām un spēlējām tur redzētos varoņus.

Bija arī citi darbi un pienākumi: jāravē dārzi, jāsalasa un jāsakapā dārzeņu lapas lopbarībai, jāpalīdz visos mājas un arī lauku darbos. Tikai tad varēja peldēties. Par šo laiku būtu tik daudz ko stāstīt! Vēl tagad atceros pavasara ūdeņu smaržu un šalkoņu, kad bija atvērtas brīvsplūžas, jo pavasara palu laikā ūdens ezerā bija par daudz. Atceros 1929. ga-

da slapjo vasaru, kad plūdi bija visu jūniju un pat kūts laidars un visas pļavas bija ūdens pilnas. Tad apslīka un izputēja vairākas jaunsaimniecības.

Manas bērnības laiks bija liela un pašreizējā darba laiks visiem lauku ļaudīm. Jaunsaimniekiem taču sākumā nebija ne savu māju, ne zemes apstrādāšanai vajadzīgā inventāra, ne liekas naudas. Pēdējā piena lāse tika pārdota, lai iegūtu kādu latu. Tomēr lauki tika iekopti un visa dzīve gāja augšup. Atradās arī laiks dziedāšanai koros u. c. sabiedriskajai dzīvei. Nebija “brīvā laika” problēmas kā tagad. Bet tas ir cits stāsts.

Pamatskolu pabeidzu 1932. gada pavasarī un tajā pašā rudenī iestājos Rīgas 3. pilsētas ģimnāzijā, kas tolaik bija meiteņu skola. Mācījos t. s. praktiskajā nozarē (skolā bija arī klasiskais un humanitārais novirziens), kur liela vērība tika veltīta mājturībai un rokdarbiem, higiēnai, bērnu psiholoģijai un mazbērnu vingrošanai. Šo nozarē absolvējot, varēja iegūt bērnudārza audzinātājas tiesības. Latviešu valodas, matemātikas, fizikas u. c. priekšmetu stundu skaits bija tāds pats kā citos nozarē, bet nebija kosmogrāfijas un mākslas vēstures, ko labprāt būtu gribējis mācīties. Obligāts bija formas tērps (tajā ģērbtas bijām pat svinīgajā izlaiduma aktā un tam sekojošajā skolas beigšanas vakarā 1937. gada jūnijā).

Katru dienu mācības sākās ar rīta lūgšanu lielajā zālē, kur bija arī ērģeles. Noklausījāmies īsu svētrunu un nodziedājām kādu korāli. Skolā bija t. s. priekšmetu sistēma – katram priekšmetam bija sava attiecīgi iekārtota klase. Katru stundu pārceļojām uz citu telpu. Visi skolotāji bija augsti kvalificēti. Daudzi no viņiem mācīja arī Latvijas Universitātē. Izcila personība un lieliska audzinātāja bija vingrošanas skolotāja Elfrīda Karlsonē-Kukainē. Liela autoritāte bija matemātikas skolotājs Nikolajs Johansons, vairāku mācību grāmatu un uzdevumu krājumu autors, vienmēr nosvērts un korekts. Viņa paraugam centos līdzināties savās skolotājas gaitās. Klases audzinātāja un dabaszinātņu skolotāja Milda Kārklīņa bija



1932. gada pavasarī, beidzot Vidrižu pamatskolu (*pirmā no labās otrajā rindā*). Vidū skolotāji Tekla un Roberts Dālmaņi.

Foto J. Jurjāns Lēdurgā

simpātiska ar savu vienkāršību un lielo pietāti pret mācāmo priekšmetu. Higiēnu visus piecus gadus mācīja *Dr.* Klāra Hibšmane, viena no pirmajām latviešu sievietēm – ārstēm. Augstāko izglītību viņa bija ieguvusi Šveicē, bet ilgus gadus strādājusi Krievijā, Vjatkas guberņā. Viņa sniedza mums ļoti daudz dzīves gudrību. Kori vadīja dziedāšanas skolotājs Ādolfs Šillers. Ar lielu aizrautību dziedājam Jurjānu Andreja kantāti “*Tēvijai*” u. c. patriotiskas dziesmas gan skolas koncertos, gan radiofonā. Doma baznīcā atskaņojām Dāvida 19. dziesmu.

Par savu skolas laiku un skolotājiem palikušas vislabākās atmiņas. Par katru no viņiem, ieskaitot inteligentos pamatskolas skolotājus R. un T. Dālmaņus, man būtu daudz labu vārdu ko teikt. No visiem iegūts daudz labu ierosmju turpmākajai dzīvei.\*

**Studiju gadi.** Studijas LU Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes nodaļā sāku 1937. gada rudenī. Manas izvēles pamatā bez intereses par astronomiju, kuru skolā nemaz nemācījos, lielā mērā bija apsvērumi par naudas pelnīšanu. Mācību maksa Universitātē bija daudz lielāka nekā ģimnāzijā, bet tēva atbalsta vairs nebija. Viņš savas šīs zemes gaitas bija beidzis jau pirms gada (1936). Kapu kalniņā jau atdusējās arī mans brālis, kas traģiski gāja bojā 1931. gadā.

Saimniekošanu tēva mājās uzņēmās vecākais brālis, kuram jau bija pašam sava ģimene. Mana māmuļa drīz devās uz Gaujienas pagasta Vidagas dzirnavām par algotu saimnieci pie bagātiem kungiem. Par studēšanu bija jā rūpējas man pašai (pirmo mācību maksu gan vēl saņēmu no mājām) un pelnīšanu sāku ar privātstundām matemātikā. Skolēnus piegādāja bijusī skola. Vasaras brīvlaikā strādāju Vidrižu

---

\* Jāpiebilst, ka, iestājoties skolā, manā klasē bija pāri par 30 meiteņu, bet pirmo divu gadu laikā skaits saruka līdz 14. Tā pēdējos trīs mācību gados skolotājiem ar mūsu klasi bija viegli strādāt un bija arī lielākas iespējas parunāt par jautājumiem, kas tieši neskāra mācāmo vielu.

pastā par telefonisti, kamēr štata darbnieces devās atvaļinājumā (šo darbu veicu jau no 16 gadu vecuma). Trešajā studiju gadā (1939./40.) bija iespēja saņemt atmaksājamo stipendiju Ls 40 mēnesī, kā arī mācību maksu. Parāds būtu bijis jā atmaksā pēc studiju beigām, stājoties algotā darbā. Taču sakarā ar 1940. gada un vēlākajiem notikumiem tas vairs nebija jā atmaksā.

Līdz ar stipendiju nāca noteikums, ka studentam vasarā jānostrādā vismaz 6 nedēļas lauku darbos svešā saimniecībā. Tā 1940. gada maijā beigās nonācu Īslices pagastā, kur bija jākaplē un jāretina ļoti garas cukurbiešu vagas cietajā Zemgales māla zemē. Tuvumā nebija ne upes, ne ezeru, kur izpeldēties. Tā pienāca 17. jūnijs, kad no netālās Lietuvas robežas puses pa lielceļu, kas gāja garām mājām, parādījās PSRS armijas tanku kolonna...

Atgriežoties Rīgā jūlija beigās, bija jānostrādā praktiskie darbi astronomijā – jānosaka vietas ģeogrāfiskais platums pēc zvaigžņu novērojumiem ar universālinstrumentu uz LU observatorijas jumta. Tas prasīja vairākus vakarus. Kopā ar studiju biedru Ernestu Ābeli dažu vakaru nemaz nevērojām zvaigznes, bet gan



LU Astronomiskās observatorijas (AO) personāls trīsdesmito gadu sākumā. *No kreisās:* direktors A. Žagers, asistents J. Videnieks, hronometrists E. Lips, privātdocents S. Vasiļevskis, elektriķis J. Grīnbaums un docents S. Slaucītājs AO telpās (402. ist.).

Foto K. Rake, Rīgā

to, kas notika lejā uz ielām. Kā “apspiestais proletariāts” skaļi pieprasīja darbu un maizi un lūdza pievienoties PSRS. Binokli saskatījām tikai svešādas, nelatviskas sejas. Darbs nevedās.

1940./41. mācību gads sākas ar visādām pārmaiņām. Bija jāmacās krievu valoda, PSK(b)P vēstures īsais kurss. Lielajā aulā visu specialitāšu studentiem mācīja dziedāt “masu dziesmas”, lai zinātu, ko dziedāt demonstrāciju gājienos. Programmā ietilpa arī dažas latviešu tautas dziesmas. Tās dziedot, aula skanēja jo spēcīgi, bet bija arī tādas dziesmas, kad valdīja klusums. Pasniedzējs mēģināja sākt vēl un vēlreiz, bet – nedziedājām.

Pienāca 14. jūnijs. Tajā rītā man bija paredzēta kāda ieskaite. Ceļā uz to pa Brīvības ielu pretī nāca Zigrida Ģipsle (vēlāk Leimaņa kundze) un Alma Bērziņa. Kad sastopoties viņām uzsmaidīju, Zigrida asi iebilda: “*Par ko tu smaidī, vai nezini, kas noticis? (Es nezināju.) Mēs ejam uz Zemitānu staciju, kur lošu vagonos sadzīti cilvēki promsūtīšanai. Varbūt varam kaut ko palīdzēt, nāc līdzī.*” Bet man taču bija ieskaite. Un viss, ko viņas pateica, man likās neaptverams un neiespējams. Es neaizgāju viņām līdzī un vēl šodien to nožēloju.

Par kara sākumu uzzināju autobusā ceļā uz mājām pēc visiem nokārtotajiem eksāmeņiem. “*Melderis*” arī 1. jūlija rītā pie netālās skolas ieraudzīju sarkanbaltsarkano karogu. Priekī bija pārāgri. Sākās cita okupācija.

Rudeni mācības Universitātē nesākās. Neviens nezināja, kas un kā būs turpmāk. Iestājos darbā rūpnīcā VEF, ko tagad oficiāli sauca *AEG Ostlandwerk G.m.b.H. Riga*, optiskajā laboratorijā. Darba laiks – 10 stundas, atalgojums sievietēm – 80% no tās algas, ko par to pašu darbu saņemtu vīrieši. Jau agrāk VEF bija iemantojis nosaukumu “intelīgences kapeņes”, jo tur strādāja studijas nebeigušie, no kuriem daudzi arī nekad tās nepabeidza. Kā būs ar mani?

Darbs bija “tūrs”, pie rakstāmgalda, baltos virsvalkos, palielā istabā tikai četras darbinieces. Bija jāstādēja fotoaparāta “*Minox*” objektīvi, kas sastāvēja no trim lēcām (diametrs

<b>AEG</b>			
<b>AEG OSTLANDWERK G. m. b. H.</b>			
R I G A			
Hrs. Zinātnis	Nr. Saskaņotības lēm.	Lēmuma Zinātnis	Dat.
		FRI. MĒS	3. 2. 1943.
Betnri: 133/P.			
Ar šo apliecinam, ka Kurzemnieks Ilga strādāja AEG Ostlandwerk G.m.b.H. (bij. VEF): no 1941.g. 11.novembra - 1942.g. 29.aprīlim Optiskā laboratorijā kā spm.strādnieces un pēc tam Spuldžu laboratorijā līdz 1942.g. 1.jūlijam. No 1942.g. 1.jūlija - 1942.g. 20.novembrim minētā darbiniece bija nodarbināta kā laborante pie optisko spoguļu izgatavošanas. Kurzemnieks visai uzticētos pienākumus izpildīja labi un RIGA, Līdzsācische Landstrasse 17 darbu atstāja uz pašas vēlēšanas.			
A P L I E C I B A.		A E G Ostlandwerk G.m.b.H.	
Amal 55297.		Darbveidis <i>Melders</i>	
RR.		DRÄHTW. - EBTRON - RIG - Betriebsgesellschaft RIGA - HOHE BECKE HANDELS- UND KREDITBANK BANK FÜR OSTBALTIC ABST. G. - 177 RECHENFABRIK GÖTTSCHEW FRIEDRICH - HORNIG	
Inskripti der Int. Bank für, Riga, 480, Adr.: 51, 1941. Okt. 2314.			

4 mm). Lēcas noteiktā kārtībā ļoti uzmanīgi vajadzēja iestiprināt aptverē. Dažreiz pietrūka sastāvdaļu. Tad tāpat mierīgi bija jāsež pie galda un jāizliekas, ka strādā, jo istabu sienas bija stiklotas un tāpēc pāredzams viss stāvs. Tādos gadījumos “lūrēju” pavertā atvilktnē profesora A. Lūša grāmatā “*Diferenciālvienādojumi*”. Ziemas sākumā biju saņēmusi ziņu

Universitāt in Riga.  
Universitate Rīgā.

---- ooo ----

A P L I E C I B A .

Apliecinu, ka Ilga KURZEMNIEKS, dzim.

1918.gada 6.oktobrī Vidriņu pagastā, 1942.g.27.februārī ļ o t i


s e k m Ī g i beiguši Latvijas Universitātes Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes m a t e m ā t i k a s nodaļas pilnu kursu ar likumā paredzētām ardielībām.

Pamats: 1939.gada 27.septembra pārģrozījumi un papildinājumi Izglītības un kultūras nolikuma 300.pantā ("V.V." 1939.g. 220.num.).

Rīgā, 1942.g. 30. jūnijā.

Nr. 2585

Professors: *M. P. P. P.*


 Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes Dekans: *F. Gulys*

Sekretars: *A. P. P.*

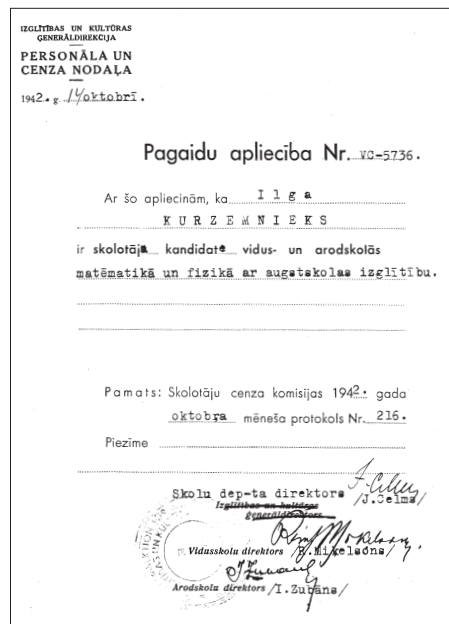


1942. gada februārī, beidzot studijas. *Pirmajā rindā* Latvijas Universitātes mācību spēki (*no kreisās*): S. Slaučiņš, L. Slaučiņš, K. Ābele, Fr. Gulbis, A. Žagers, P. Putniņš, E. Leimanis. *Otrajā rindā vidū* I. Kurzemiece, *blakus* E. Grinbergs.

Foto J. Lerchs Rīgā

no profesora E. Gēliņa, ka, cerams, februārī notikšot valsts eksāmenu sesija, ka par studiju darbu viņš varētu ieskaitīt manu kursa darbu par maiņzvaigznēm un lai gatavojos eksāmeņiem, jo nav zināms, kas ar LU (tagad *Universtitāt in Riga*) notiks vēlāk.

1942. gada februārī sesija notika. Rūpnicā dabūju mēnesi ilgu atvaļinājumu, nokārtoju trīs valsts eksāmenus (diferenciālvienādojumi, orbītu teorija un stellastronomija) un ieguva pagaidu apliecību par augstāko izglītību ar visām likumā paredzētajām arodtiesībām (vi-



dus- un arodskolu fizikas un matemātikas skolotāja tiesības). Turpināju darbu rūpnīcā, bet brīvajā laikā sāku maģistra darbu docenta S. Vasiļevska vadībā. Aprīļa beigās mani pārceļa uz spuldžu laboratoriju. Tur allaž bija ieslēgta radoraidījumu translācija ar toreiz tik biežajiem pompozi svinīgajiem speciālziņojumiem “*Sondermeldung*” par kārtējiem jaunajiem Hitlera armijas iekarojumiem. No šā laika man spilgtā atmiņā palikuši arī satriecošie skati, ko ik rītus redzēju, uz darbu ejot (spuldžu laboratorijā darbs sākās plkst. 6:00 rītā) pie Gaisa tilta Brīvības ielā – līdz nāvei izvārgušo Sarkanarmijas gūstekņu necilvēciģo dzišanu darbā.

Rudenī saņēmu uzaicinājumu strādāt par subasistenti LU Astronomiskajā observatorijā karā aizgājušā asistenta I. A. Brikmaņa vietā

līdz tam laikam, kad viņš atgriezies. (Diemžēl viņš krita kaujā 1945. gada 25. janvārī Polijas pilsētas Naklo tuvumā. Raksts par I. A. Brikmani atrodams *ZvD, 2001. g. rudens, 89. lpp.*). Darbu Observatorijā veicu ar prieku. Te bija vislielākās iespējas sekmīgi izstrādāt maģistra darbu “*Normālfilmu mazkameru pielietojamība meteoru fotogrāfijā*”. To aizstāvēju 1943. gada 8. aprīlī un drīz saņēmu Latvijas Universitātes agrākā formāta diplomu ar Latvijas Valsts ģerboni.

Cik man zināms, mācību darbs Universitātē vācu okupācijas laikā noritēja bez īpašām pārmaiņām. Vācu varas iestādes tajā nejaucās, izņemot okupācijas beigu posmu, kad tika pieprasīta visa inventāra un dokumentu evakuācija. No Observatorijas nekas aizvests netika.

*(Nobeigums sekos)*

## JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

**Ceļā pēc asteroīda iežiem.** Japānas Kosmosa un astronautikas institūta (*Japan's Institute of Space and Astronautical Science*) kosmiskais kuģis *MUSES-C* 9. maijā sāka savu ceļojumu uz asteroīdu *1998 SF36*, ko tam būtu jāsasniedz 2005. gada jūnijā. *1998 SF36* ir neregulārs 700x300 metru liels asteroīds, kura orbitas lielā pusass ir 0,9 astronomiskās vienības. *MUSES-C*, sasniedzot asteroīdu, sākumā to pētīs no 20 kilometru augstuma, tad pēc iegūtajām kartēm tiks atrasta vispiemērotākā nolaišanās vieta. Izmantojot automātisko optisko navigācijas sistēmu, zonde nosēdīsies uz asteroīda. No kosmiskā aparāta tiks nolaista samērā vienkārša ierīce, kas savāks asteroīda vielas paraugus un ievietos tos speciālā konteinerā. Plānots iežu paraugus savākt no vairākām asteroīda vietām. Uz asteroīda *MUSES-C* atradīsies līdz 2005. gada beigām, un atgriešanās uz Zemes paredzēta tikai 2007. gada jūnijā. Ieejot Zemes atmosfērā, no kosmiskā aparāta atdalīsies konteineri ar asteroīda iežu paraugiem. Tuvojoties Zemei, virs konteineriem atvērsies izpletņi, plānots, ka tie nolaidīsies Austrālijas dienvidos.

**Komētai sitīs krāteri.** NASA plāno nākamā gada 30. decembrī palaist divdaļīgu kosmisko kuģi “*Deep Impact*” (*Dziļlais Trieciens*) uz Tempela 1 komētu, ko tas sasniegtu 2005. gada 4. jūlijā. Tempela 1 komēta ir īsperioda komēta, kuras apriņķošanas periods ir 5,5 gadi. Pietuvojoties komētai, “*Deep Impact*” sadalīsies divās daļās, no kurām viena 370 kilogramus smagā daļa trieksies komētā ar ātrumu 10,2 km/s, izveidojot krāteri futbola laukuma lielumā. Tikmēr otra daļa, kas apgādāta ar īpašu aizsargslāni pret triecienā sacelstajiem putekļiem, 500 kilometru virs komētas pētīs no jaunizveidotā krātera izmestās vielas, tādējādi cerot ieskatīties dziļāk komētas kodolā. Vēl jāpiebilst, ka līdz 2004. gada beigām ikviens var nosūtīt savu vārdu uz komētu, ielūkojoties NASA “*Deep Impact*” mājaslapā: <http://deepimpact.jpl.nasa.gov/>

I. Z.

IMANTS VILKS

## DAŽI UNIVERSA TĀLĀS NĀKOTNES JEB ESHATOLOĢIJAS JAUTĀJUMI

(Turpinājums)

**Sausā, bezjūtīgā, analītiskā zinātniskā pieeja.** Ļausim esejas autoram pašam raksturot zinātnisko pieeju: “*Šie plānie zinātniskie pasaules uzskati, kas neatzīst, noliedz izpratnes un pieredzes brīnišķīgos dzīvumus un to reālo jēgu, bet cenšas paziņot, ka vienīgās cilvēka īpašības, kas ir patiešām reālas, ir tās, kuras var ieraudzīt ar mūsu nepilnīgo matemātiski fizikālo modeļu palīdzību. Pēc būtības šī pieeja paziņo, ka reāla nozīme ir tikai intelektuālai izpratnei, emocijas un vērtības ir sekundāras un atvasinātas.*” [1], 347. lpp.

Patiesībā visa saruna ir par informāciju. Tā ir kā dzinējspēks, kas liek datoram vai dzīvai būtnei darboties. Starp abām pasaulēm (fizikālo un “informācijas pasauli”) pastāv un abas saista cēloņsakarības, abas viena otru iespaido un veido (*sk. sbēmu*). Informācija daļēji atgādina skaņu, gaismu, smaržu vai siltumu. Sajust, uztvert var, bet sataustīt – nevar. Ar informāciju ir vēl grūtāk – to var uztvert tikai tad, ja varam un protam to nolasīt. Kādreiz siltuma pārvades skaidrošanai zinātnieki ieviesa *flogistomu* – tas bija tas noslēpumainais, neredzamais nesējs, kas pārnesa siltumu no viena ķermeņa vai vietas uz otru. To sauca par flogistona teoriju. Šodien teorija ir mirusi, palicis tikai nosaukums.

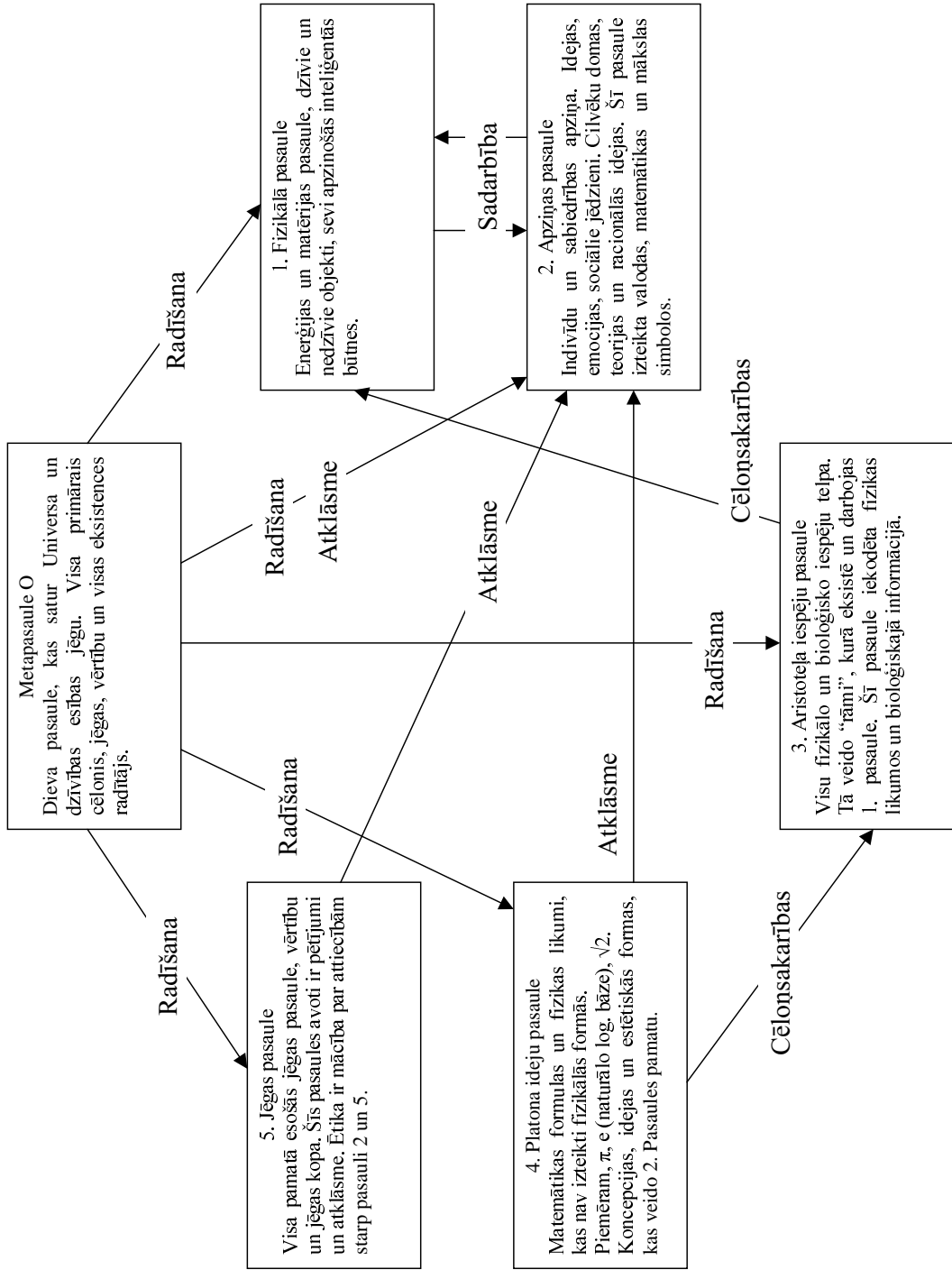
**Mūsdienu zinātne daudzās pasaules aizvieto ar vienu, visuresošu.** Šķiet, ka ar daudzajām pasaulēm būs līdzīgi. Informācija ir fizikālas vides makroparametrs, to matērijas īpašību un dabas likumu kopa, kas viennozīmīgi<sup>2</sup> nosaka tās iespējamo stāvokļu telpu, bet

gadījuma notikumu izpildījumā – to, kas tajā notiek. Ja materiālā vidē kaut kas notiek, tas nozīmē, ka tajā iestājas dažādi *stāvokļi*. Kā jau minējām, šie stāvokļi ir *gadījuma notikumi*, tāpēc katru no tiem var raksturot ar tā parādīšanās jeb iestāšanās varbūtību  $P_i$ . Šīs varbūtības inverso skaitli  $1/P_i$  nosauksim par stāvokļa *mazvarbūtīgumu*. Fizikālas vides vienā stāvoklī ielikto informāciju skaitliski raksturo ar šā stāvokļa mazvarbūtīguma logaritmu:  $I_i = \log_2 1/P_i$ . Kā redzam, jo mazāka  $i$  – tā stāvokļa iestāšanās varbūtība  $P_i$ , jo lielāks informācijas daudzums tajā ielikts<sup>3</sup>.

Viena no skaistākajām un mulsinošākajām informācijas īpašībām ir tā, ka tā ir un tiek ierakstīta, nolasīta un lietota daudzās valodās. Cilvēku radītās valodās ierakstīto informāciju mēs gandrīz vienmēr protam nolasīt, bet, piemēram, dzīvo būtnu ģēnos ierakstīto Dabas veikumu mēs tikai mācāmies nolasīt un saprast un sākam mēģināt arī pārveidot, pārrakstīt citādi. Tam vēl būs nepieciešams laiks. Tikpat sarežģīti ir ar Visuma matēriju – molekulās, atomos, elementārdaļiņās un Dabas likumos – ierakstīto informāciju. Pavisam vienkāršām sistēmām (piemēram, četrkāju ķeblis un horizontālas grīdas) tas, kas tajās notiek, ir zināms un determinēts.

Iespējamo stāvokļu telpa bieži ir *apslēpta* informācija, kas ierakstīta dotajā fizikālajā sistēmā<sup>4</sup>; to mums izdodas skaidri definēt tikai ļoti vienkāršām sistēmām. Sarežģītu sistēmu gadījumā daļēja šīs informācijas nolasīšana ir zinātniskās pētniecības darbs vai jaunrade





tādā nozīmē, ka dažādās vidēs ielikto informāciju mēs aprakstām sev saprotamā valodā. Fizikālās sistēmas iespējamo stāvokļu telpu nosaka tās sastāvdaļu iespējamo stāvokļu skaits un to iestāšanās varbūtības, bet tās savukārt nosaka fizikālās vides mikrodaļiņu īpašības un to sadarbības likumi (Dabas likumi). Sarežģītām sistēmām mēs šo mikrodaļiņās ielikto informāciju, kas izpaužas to *sadarbības* laikā, neprotam nolasīt, tāpēc šīm sistēmām iespējamo stāvokļu telpu nevaram paredzēt un aprakstīt<sup>5</sup>.

Mūsu maņu orgānu – redzes, dzirdes, ožas, taustes, siltuma uztveres – spējas ir visai ierobežotas, atbilstoši tam ir ierobežota mūsu spēja uztvert, ieraudzīt matērijā ierakstīto informāciju. Mūsu apziņas spēja *lasīt* uztverto arī ir ierobežota, jo informācija uz mūsu Zemes rakstīta ne tikai visu tautu valodās, bet daudz daudz vairākās – fizikas, ķīmijas, kosmoloģijas, bioloģijas, Dabas un mūsu pašu skaistuma valodās.

Bet pavisam bezcerīgi jau nav. Daži cilvēces kultūras gadu tūkstoši mums ir iemācījuši *lasīt* to, ko uzrakstījuši vai akmenī iekaluši citi, un arī to, ko ierakstījusi Daba. Mēs protam lasīt tekstus un attēlus, mēs protam lasīt visdažādākos (bet ne visus) Dabas procesus un veidojumus, tos saprast (tas nozīmē zināt, kā tie iespaido to, kas notiek kādā fizikālā vidē); mēs protam nolasīto informāciju izmantot (likt tai strādāt), mēs protam paši šo informāciju mazliet pārveidot un atkal matērijā dažādās vietās (t. s. nesējos) dažādās valodās un dažādās fizikālās vidēs vai objektos ierakstīt, lai tie “uzvedas” tā, kā mēs to vēlamies.

Vai iespējama informācija bez fizikālās vides vai lauka? Zinātnē nē. Tāpēc zinātnei visas pasaules ir kopā: nav iedomājams, nav zināms reāls materiāls objekts vai vide *bez formas* – nav objekta, nav formas. Forma, temperatūra, kustība, cietība, krāsa un ļoti daudzas citas īpašības materiālam objektam var būt tikai tad, ja ir pats objekts vai vide.

Zinātnei individa un viņa apziņas pasaules ir kopā – individa domas, apziņa un jūtas ir

ierakstītas, ik brīdi tiek rakstītas un dzēstas – viņa pašā. Individa drēbes var noģērbt un pakārt uz auklas, bet, piemēram, viņa ķermeņa temperatūru – nevar, jo tā ir viņa *ķermeņa īpašība*. Tāpat arī domas – tās ir miljardiem šūnu ķīmisko un elektrisko darbību KOPUMS. Kopums, kurš ir lielāks par atsevišķo sastāvdaļu summu. Tas ir tāpat kā vijolei stīgas – uzvelciet un uzspēlējiet – skanēs. Kaudzītē sabērtas vijoles detaļas – tas ir mazāk<sup>6</sup>.

Vai autora *trešā* pasaule eksistē ontoloģiski vai transcendentāli? Zinātnei tā ir matērijā ierakstīta, ievaidotā, ielikta informācija. To tai nevar atņemt tāpat, kā putnam nevar atņemt spārnus. Ja mēs elementārdaļiņām “atņemsim” to īpašības, tās vairs nebūs elementārdaļiņas, kas spēj veidot mums zināmos un nezināmos vielas atomus. Vēl vienkāršāk – ja mēs varētu, prastu mainīt kādu elementārdaļiņu īpašības, tad nav zināms un iedomājams, kādas vielas un kādus atomus ar tām varētu uzbūvēt.

*Ceturtnā* – Platona matemātisko formu un Dabas likumu pasaule. Autors izsaka domu, ka tajā esošā informācija nav ielikta fizikālās pasaules reālajās formās. Gandrīz tā arī ir. Galvenā Platona formas vai “idejas” īpašība ir tā, ka ar to apraksta reālus fizikālajā pasaulē eksistējošus priekšmetus, šim aprakstam izmantojot priekšmeta *simbolu*. Šeit lietošanas ērtības nolūkā konkrētos priekšmetus aprakstošā informācija tiek *kompresēta*, atņemot priekšmetam konkrētās īpašības, aizstājot tās ar *vispārinātām* īpašībām, kuru parādīšanās varbūtība visos gadījumos ir vienāda. Cilvēku savstarpējai saziņai nepieciešams ar minimālu informācijas daudzumu aprakstīt iespējami daudzus objektus, objektu klasi, tādēļ informācija jākompresē.

Piemēram, mums zināmā TV spēlītē viens dalībnieks mēģina likt otram uzzīmēt kādu priekšmetu, nenosaucot to vārdā. Tā vietā pirmais nosauc dažādas ģeometriskas figūras un to savienošanas veidus. Mēs skaidri redzam, ka uzdevuma devējam grūti jāpūlas – tā vietā, lai teiktu: uzzīmē krēslu, viņam jā-

saka: uzzīmē četras taisnas vertikālas līnijas, tad horizontālu elipsi utt.

Vai dabā ir tāda Platona ideja kā riņķa līnija  $x^2 + y^2 = 1$ ? Mūsdienu kvantu fizika saka, ka nav un nevar būt, jo fizikalā matērija nav nepārtraukta viela un nepārtrauktu līniju nespēj izveidot. Cilvēka prāts, tāpat kā citi maņu orgāni, ir Dabas produkts, un tādēļ tas lasa un raksta mātes valodā: no miljoniem Dabā esošo elipšu un aploču daudzuma tas izfiltrē vienu, saglabājot pašu būtiskāko. Mūsu apziņa ir spogulis, kas rāda un spēj rādīt tikai to, kas Dabā ir, *bet* – saskaņā ar saviem, spoguļa likumiem. Šā spoguļa galvenais attēla veidošanas likums ir informācijas kompresija jeb abstrakcija. Ja tā nebūtu, mēs savā starpā nevarētu sazināties. Psihologijā to sauc par uztveres un domāšanas šablonu jeb atraktoru izveidošanu un lietošanu.

Šis spogulis ir ļoti komplikēts, tas sastāv no smadzeņu neironu miljardiem un *nespēj* strādāt citādi kā tikai pēc ierastajiem likumiem. Šie likumi paredz ne tikai ārējās pasaules uztveri un atspoguļošanu, bet arī brīvu, ar realitāti tikai daļēji saistītu ainu, objektu un procesu ģenerāciju. Šī īpašība ir nepieciešama jaunradei, pie kuras vēlāk atgriezsimies.

Piektā – jēgas pasaule. Šodien zinātne ir radījusi, izveidojusi izpratnes par mūsu esību,

<sup>2</sup> Viennozīmīgi tādā nozīmē, ka materiālā vidē var parādīties tikai tādi stāvokļi, kādus šīs vides matērijas īpašības un Dabas likumi pieļauj.

<sup>3</sup> Ja sistēmai pievadīta informācija, tad tās entropijas maiņa vienāda ar entropiju starpību pēc un pirms informācijas pievadīšanas:

$$\Delta H = H_{\text{beigu}} - H_{\text{sāk.}}$$

Tā kā informācija ir negentropija jeb entropijas samazinājums, tad sistēmai pievadītā informācija vienāda ar entropijas maiņu ar minusa zīmi:

$$I = -\Delta H = H_{\text{sāk.}} - H_{\text{beigu}} = \log_2 1/P_{\text{sāk.}} - \log_2 1/P_{\text{beigu}}$$

Ja pēc informācijas ievadīšanas sistēma ir pilnīgi determinēta, t. i.,  $P_{\text{beigu}} = 1$ , beigu entropija  $H_{\text{beigu}} = 0$ , tad sistēmas viena stāvokļa izveidošanai pievadītā informācija skaitliski vienāda ar šā stāvokļa entro-

jēgu un uzdevumu, nepārkāpjot zinātniskās pieejas pamatus – neieviešot ontoloģiski un transcendentāli eksistējošas pasaules, bet pieņemot tikai to, kas ir atklāts, pārbaudīts un pierādīts. Šo pasaulu vietā mēs redzam *informāciju*, kas ielikta matērijas īpašības un Dabas likumos tā, ka vienkāršākajos gadījumos mēs to varam izskaitļot, bet sarežģītākajos – novērtēt un saprast, kā tā darbojas.

Morāles un ētikas pamatu un avotus zinātne redz, tāpat kā visur, tikai tajā, ko tā var ieraudzīt, pārbaudīt un pierādīt – tā ir mūsu *pieredze*, kurā mēs ieraugām darbojamies Dabas un evolūcijas likumus. Tur mēs redzam savas kļūdas un bojāeju, un no tām mēs izsecinām savu nākotni un izdzīvošanu, morāles un ētikas likumus, ko veidojuši divi milzīgi spēki – *nāve un izdzīvošana*, tuvošanās vienam vai otram polam ir progress vai degradācija. Vidusceļa šeit nav, jo izvairīšanās, nekā nedarišana, nemainīšanās arī tiek sodīta ar bojāeju.

Vēl vairāk. Zinātne šodien redz ne tikai izdzīvošanu un tās likumu apzināšanos, bet arī mūsu *pieejas*. Absolūti nenoliedzami mums ir jāatzīst, ka mēs neesam pilnīgi. Tikpat naivi ir ticēt un paziņot, ka ir iespējama *momentāna* pāreja uz pilnību: informācijas teorija tam nedod nekāda pamata, nekādas cerības.

(*Nobeigums sekos*)

piju pirms informācijas pievadīšanas:  $I_1 = \log_2 1/P_1$ , Piemēram, ja uz horizontālas plaknes novietotam četrkāju ķeblim bez sešiem stabilajiem stāvokļiem ar katra stāvokļa varbūtību  $P \approx 1/6$  izdodas izveidot vēl vienu mazvarbūtīgu stāvokli  $P_7 = 0,001$ , tad šā stāvokļa izveidošanai pievadīts liels informācijas daudzums  $I_7 = \log_2 1000$ .

<sup>4</sup> Viena stāvokļa vidējā entropija

$$H = \sum_{k=1}^m P_k \log_2 \frac{1}{P_k},$$

visu stāvokļu entropijas telpa skaitliski vienāda ar viena stāvokļa entropiju, reizinātu ar stāvokļu skaitu:  $H = m \sum_1 P_1 \log_2 \frac{1}{P_1}$ .

<sup>5</sup> Piemēram, mēs tikai varam iedomāties visu no vielas atomiem iespējamo uzbūvējamo molekulu skaitu. Zinātnieki sintezē dažādu vielu (piemēram, dažādu zāļu) molekulas, bet mēs *nezinām*, cik un kādas ir vēl iespējamās, bet neizveidotas.

<sup>6</sup> Kad vijoles stīgas uzvilkta, uzspriegota, tās veido mehānisku svārstību sistēmu, kurai ir iespējamās dažādas rezonanses frekvences, virstoņi, kas

veido skaņas “krāsu”, un dažādi skaņas rimšanas ātrumi. Šo sistēmu apraksta otrās kārtas diferencialvienādojumi – tā ir informācija, kas, ielikta, iebūvēta vijolē, ļauj tai skanēt. Šī informācija apraksta īpašības, kas piemīt matērijai. Kad mēs šo informāciju izmantojam, iebūvējam vijolē, liekam tai “strādāt”, tad rezultāts ir lielāks par atsevišķo sastāvdaļu summu.

ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ

**Noslēdzies vecākā latviešu astronoma dzīves gājums.** Pēc ilgstošas slimības š. g. **21. jūnijā** Floridā (ASV), Klīrvoterā (*Clearwater*) pilsētā, 94. mūža gadā šīs zemes gaitas beidzis profesors **Kārlis Kaufmanis**. Pelnu urna novietota Leikvudas (*Lakewood*) kapos Mineapolisā, Minesotas pavalstī, kur aizgājējs bija pavadījis lielāko daļu no saviem pedagoga darba gadiem. Par K. Kaufmani sk. L. Rozes rakstā “*Vecākais latviešu astronoms un viņa zvaigzne*” “*Zvaigžņotās Debess*” 2002./03. gada ziemas (nr. 178) un 2003. gada pavasara (nr. 179) laidienā.

**Redakcijas kolēģija**

RISINA LASĪTĀJS ❧ RISINA LASĪTĀJS ❧ RISINA LASĪTĀJS ❧ RISINA LASĪTĀJS

**Uzdevumi** (autors *M. Gavrilovs*)

1. Kādā zvaigznājā “Lielais Lūsis” (*Lynx Major*) attālums starp spožākajām zvaigznēm ir  $18^\circ$ . Šo zvaigžņu  $\alpha$  LMa un  $\beta$  LMa spožumi ir attiecīgi  $m_\alpha = 2.96^m$  un  $m_\beta = 3.07^m$ . Nesen franču astronomi atklāja, ka šo zvaigžņu absolūtie spožumi ir vienādi. Atrast, kāds redzamais spožums  $m$ , ir  $\alpha$  LMa zvaigznei, skatoties no  $\beta$  LMa zvaigznes apkārtnes.

2. Zvaigznes  $\tau$  *Lynx Major* planētai, pēc Gvinejas astronomu domām, ir ļoti liels blīvums. Viņi atklāja tai pavadoni ar apgriešanās periodu  $T = 48$  sekundes. Ko var teikt par šīs planētas blīvumu?

Atrisinājumus gaidīsim **līdz 20. decembrim**. Pirmie trīs pareizo atbilžu sūtītāji tiks nosaukti, bet labāko vai oriģinālāko atrisinājumu publicēs “*Zvaigžņotajā Debess*”.

Mūsu adrese: “*Zvaigžņotā Debess*” (ar norādi “*Risina lasītājs*”), Raiņa bulvāris 19, Rīga, LV-1586; e-pasts: *astra@latnet.lv* (“*ZvD*” redakcijas kolēģija), *dima@latnet.lv* (sadaļas autors).

**Dmitrijs Docenko**

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

## AR KOSMOLOĢIJU UZ TU: RELATIVITĀTES TEORIJA UN VISUMA ĢEOMETRIJA

(4. turpinājums)

Pirmajās šā raksta daļās (sk. *ZvD*, 2002. g. pavasaris, 47.–38. lpp.; 2002. g. vasara, 58.–61. lpp.; 2002./2003. g. ziema, 69.–73. lpp.; 2003. g. pavasaris, 59.–60. lpp.) iepazināmies ar relativitātes teorijas un neeiklīda (vispārīgas homogēnas) telpas ģeometriskajām nostādņēm. Tagad apskatīsim Visuma izplešanos, nozīmīgākos astrofizikālos eksperimentus, kas liecina par labu relativitātes teorijai, kā arī dažus šķietami pretrunīgus novērojumus. Beigās aplūkosim Einšteina Visuma vienādojumu Frīdmana atrisinājumus, kā arī dažas ģeometriskās konsekvences.

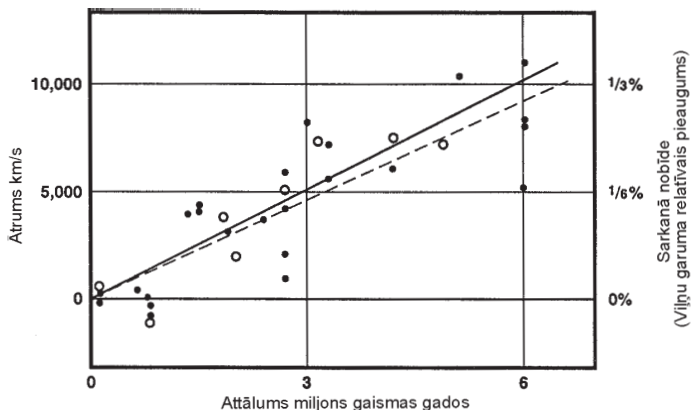
### VISUMA IZPLEŠANĀS

Kaut arī Visuma izplešanās **nav** relativistisks efekts, nolēmām šo svarīgo tematu aplūkot tieši šajā rakstā, jo mums būs tālāk nepieciešams izmantot to aprakstošos lielumus. Jau minējām, ka Edvins Habls (sk. *ZvD*, 2000. g. pavasaris, 33.–34. lpp.) bija pirmais, kas ieguva eksperimentālus datus un secināja, ka Visumā pastāv

lineāra saistība starp galaktiku ātrumu un attālumu (sk. 9. att.). Taču strikti runājot, sākotnējā viņa rīcībā esošā datu kopa bija statistiski ļoti maza, lai to viennozīmīgi varētu izsecināt. Esošie dati nemaz neļāva izdarīt precīzāku analīzi par lineāru sākuma modeli. Taču visi turpmākie novērojumi šo hipotēzi tikai uzlaboja, un tagad mēs skaidri zinām, ka šī sakarība tik tiešām ir lineāra. Tātad, jo lielākā attālumā  $l$  galaktika atrodas, jo ātrāk tā no mums attālinās:

$$v = H_0 l, \quad (31)$$

kur  $H_0$  ir proporcionalitātes koeficients, ko tagad saucam par Habla konstanti. Tā tiek



9. att. E. Habla novēroto galaktiku attālināšanās oriģinālie 1929. gada rezultāti, kas izskaidrojami ar Visuma izplešanos. *Melnie punkti* grafikā ir atsevišķas galaktikas, bet *riņķīši* ataino to apvienojumus kopās. Vēlākos gados astronomu iegūtie novērojumu dati daudz labāk iezīmē lineāro galaktiku ātruma–attāluma sakarību. To grafisko attēlojumu nosauca par Habla diagrammu. *Attēlā* redzams, ka neliels skaits galaktiku (ar negatīvu ātrumu) mums arī tuvojas. Tās ir lokālās grupas galaktikas, kas gravitatīvi pievelkas.

mērīta kilometros sekundē uz katriem miljons parsekiem, t. i.,  $\text{km s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ .

Šāda novērotā aina nekādā gadījumā vēl nenozīmē, ka mēs atrodamies pasaules centrā; atcerieties kosmoloģisko principu, kuru esam pieņēmuši par pareizu un uz kura ir balstīta visa kosmoloģijas teorija (sk. *ZvD, 2000. g. vasara, 33–38. lpp.*). Lineāra izplešanās, starp citu, ir matemātiski vienīgais veids, kā saskaņā ar kosmoloģisko principu izskaidrot galaktiku ātrumu palielināšanos, un šādu pašu ainu novēros arī jebkurš cits novērotājs Visumā (sk. 10. att.). Ja attālums no galaktikas A līdz galaktikai B un no A līdz jebkurai citai galaktikai C laika intervālā ir palielinājies  $a$  reizes, tad arī attālums BC ir pieaudzis tieši  $a$  reizes. Turklāt šāda lineāra attāluma maiņa ir spēkā kā Eiklīda, tā arī neeiklīda telpu gadījumos.

Ja izmantojam koordinātu sistēmu  $x$ , kura izplešas līdz ar telpu (piemēram, uzskatām A par koordinātu sākuma punktu, bet punkta C atrašanās vietu raksturojam ar koordinātu  $x$ ), tad fizikālo attālumu  $l$  metros, parsekos, gaismas gados u. tml. varam izteikt kā:

$$l = a x, \quad (32)$$

kur  $a$  ir izplešanās parametrs, bet koordināta  $x$  dotajam punktam visu laiku paliek nemainīga. Skaidrs, ka  $a$  ir atkarīgs no aplūkotā laika intervāla, tātad tā ir kaut kāda funkcija no laika  $a(t)$ ; jo lielāku laika intervālu aplūkojam, jo tālāk dotie punkti ir attālinājušies viens no otra. Atvasinot abas vienādojuma (32) puses pēc laika, iegūsim:

$$\frac{dl}{dt} = \frac{d(ax)}{dt} = \frac{da}{dt} x. \quad (33)$$

Ievietojot tajā  $x$  no (32), mēs iegūstam:

$$\frac{dl}{dt} = \frac{da}{adt} l, \quad (33)$$

bet  $dl/dt$  pēc atvasinājuma definīcijas, kā zināms, ir ātrums  $v$ . Tātad:

$$v = \frac{da}{adt} l. \quad (34)$$

Solidzinot tikko iegūto teorētisko vienādojumu (34) ar (31), redzam, ka Habla konstan-



10. att. Katram novērotājam Visuma izplešanās ir izotropa. Jebkuri Visuma novērotāji A, B un C, neatkarīgi no viņu atrašanās vietas, vienā un tajā pašā laika intervālā  $\Delta t = t_2 - t_1$  konstatēs vienādu – lineāru – telpas izplešanos.

tes matemātiskā jēga ir izplešanās parametra atvasinājums pēc laika pret tā vērtību dotajā brīdī, t. i.:

$$H = \frac{1}{a} \frac{da}{dt} \equiv \frac{\dot{a}}{a}, \quad (35)$$

kur ar  $\dot{a}$  (lasa kā “a ar punktu”) ir apzīmēts tā atvasinājums pēc laika, t. i.,  $da/dt$ , kā to bieži ir pieņemts darīt fizikā. No šejienes redzam, ka Habla konstante patiesībā nemaz nav matemātiska konstante, bet gan laikā mainīgs lielums, jo gan  $a$ , gan arī  $\dot{a}$  ir laikā mainīgi lielumi. Kāpēc tad tā ir nosaukta par Habla konstanti? Tāpēc, ka jebkurā vienā dotā laika momentā tās vērtība ir vienāda visā telpā jebkurā tās punktā. Pretējā gadījumā tiktu pārkāpts lineārās izplešanās nosacījums un līdz ar to arī kosmoloģiskais princips. Protams, gadījumā, ja fundamentālie fizikas likumi dažādās Visuma vietās izrādītos atšķirīgi, tad iepriekšminētais apgalvojums tiktu ierobežots uz to telpas daļu, kurā šie likumi būtu uzskatāmi par vienādiem. Pagaidām neviens no līdzšinējiem astronomiskiem novērojumiem neliecina par fundamentālām dabas likumu izmaiņām, kaut arī ir izteiktas vairākas (alternatīvas) hipotēzes par iespējamu fundamentālo fizikas parametru (piemēram, gravitācijas konstantes) evolūciju laikā, un tādēļ kosmoloģijas standarta modelis ir jāuzskata par labāko, jo tas vienkāršākajā veidā apraksta Visumu.

Habla konstante, kā noskaidrojām, ir laikā nepastāvīgs lielums, bet dotajā momentā tās

vērtība ir vienāda vismaz visā Metagalaktikā, tātad Visuma izplešanās notiek nevienmēri. To varam raksturot ar nākamo rindas izvērzi-  
juma locekli – Visuma telpas paātrinājuma parametru  $q$ , kas tātad apraksta  $H$  izmaiņas ātrumu. Atceroties to, kļūst skaidrs, ka, izdarot reālus novērojumus, tomēr ir jākonstatē no-  
virze no lineāras izplešanās, jo objekti, ko novērojam, ir jaunāki par mums, t. i., skatoties Visumā, mēs skatāmies atpakaļ laikā jeb, vēl citiem vārdiem sakot, novērotie kosmoloģis-  
kie objekti laika ziņā atrodas dažādās epohās atkarībā no attāluma līdz tiem. Izdevīgi ir lietot bezdimensionālo paātrinājuma parametru, kas vēsturiski tiek definēts kā palēninājuma para-  
metrs, t. i., pozitīva tā vērtība nozīmē palēni-  
nāšanos<sup>1</sup>, savukārt šeit mēs to definēsim kā:

$$q = H^{-2} \frac{1}{a} \left( \frac{d^2 a}{dt^2} \right) = \frac{\ddot{a}a}{\dot{a}^2}, \quad (36)$$

kur  $\ddot{a}$  ir izplešanās parametra otrais atvasi-  
nājums pēc laika, t. i.,  $d^2 a/dt^2$ . Tad  $a$  var izvērzt Teilora rindas<sup>2</sup> formā kā:

$$a(t) = a_0 [1 + H_0(t-t_0) + q_0 H_0^2 (t-t_0)^2 / 2 + \dots] \quad (37)$$

Kosmoloģijā ar indeksu 0 parasti ir pie-  
ņemts atzīmēt dažādu parametru vērtības mūsdienās. Tātad, izmērot Visuma izplešanās ātrumu, mēs iegūsim tieši  $H_0$  vērtību, un tā ir apmēram  $70 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$ .<sup>3</sup> Visuma izmērus šodien apzīmējam ar  $a_0$ , ir izdevīgi mērit to citos laika momentos salīdzinājumā ar  $a_0$ , t. i.,

<sup>1</sup> Literatūrā parametrs  $q$ , kaut arī saukts par paātrinājumu, tiek definēts kā palēninājums:

$$q_- = -\frac{\ddot{a}a}{\dot{a}^2},$$

bet, tā kā šobrīd novērojumu dati skaidri liecina tieši par paātrinātu Visuma telpas izplešanos, tad šā raksta autors uzskata par neracionālu tālāk izmantot palēninājuma parametru, atsakoties no liekās minusa zīmes. Tas jāņem vērā, ja velēsities salīdzināt attiecīgos vienādojumus ar citu literatūru.

<sup>2</sup> Teilora rinda maziem funkcijas argumentu pieaugumiem:

$$a(t) - a_0(t_0) = 1 + \dot{a}(t-t_0)/1! + \ddot{a}(t-t_0)^2/2! + \dots$$

$a/a_0$ . Ja papildus uzskatām, ka šobrīd  $a_0=1$ , tad  $a$  vērtība raksturo Visuma izmērus jebkurā laika momentā, izteiktus pašreizējo izmēru vienībās. Tā kā no Habla konstantes tiešā veidā ir atkarīgi arī daudzi citi kosmoloģiski parametri, tad to ir pieņemts pierakstīt formā:

$$H_0 = 100 b \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1},$$

kur  $b$  ir bezdimensionālais Habla parametrs. Šā parametra izmantošana visupirms jau ir (bija) matemātiski ļoti ērta, jo līdz pat nesenam laikam Habla konstante bija zināma ļoti neprecīzi (tikai ar apmēram 50% kļūdu, svārstoties robežās no  $b \approx 0,4$  līdz 1), un, otrkārt, uzreiz var ērti redzēt, kādā veidā citi kosmoloģiskie parametri no tās ir atkarīgi (piemēram, galaktiku kopu dinamiskā masa ir apgriezti proporcionāla  $b$ , bet matērijas blīvuma mērījumu rezultāti ir proporcionāli  $b^2$ ). Šobrīd, 21. gadsimta pašā sākumā, tātad jau ir labi zināms, ka  $b \approx 0,7$ , un droši vien pakāpeniski pilnībā notiks atteikšanās no šā parametra lietošanas, izmantojot tā reālo vērtību, kuras precizitāte tikai turpinās uzlaboties.

Visuma **novērotāja horizonts** jeb **daļiņas horizonts** ir attālums, kas norobežo to telpas tilpuma daļu, kura var stāties fizikālos kontaktos ar šo daļiņu (sk. arī *ZvD, 2001. g. vasara, 87.–88. lpp.*):

$$R_H = a(t) \int_0^t \frac{cdt'}{a(t')}. \quad (38)$$

Šeit tiek ņemts vērā, ka pati telpa izplešas, t. i., tiek summēti elementāri telpas fizikālie attālumi. Atkarībā no konkrētā Visuma modeļa atšķirīga būs arī  $a(t)$  matemātiskā forma.

<sup>3</sup> 2003. gada sākumā, pēc reliktā starojuma novērojumu pavadoņa *MAP* pirmā dzīves gadā uzkrātajiem datiem, izdevās noteikt līdz šim precīzāko Habla konstantes novērtējumu, t. i.,  $71^{+4}_{-3} \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$ , kas ir labā saskaņā arī ar nesen Habla kosmiskā teleskopa mērķprogrammas novērojumu analīzes 2000. gadā iegūto vērtību  $72 \pm 3 \pm 7 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$ . Turklāt šo rezultātu iegūšanas metodikas ir pilnīgi neatkarīgas viena no otras.

Skaidrs, ka līdz ar to mainīsies arī  $R_H$  skaitliskā vērtība laika momentā  $t$  un vispārīgā gadījumā tā atšķirsies no  $ct$  vērtības. Piemēram, plakana Eiklida telpas gadījumā putekļu (bez spiediena) modelim  $R_H = 3ct$ , bet starojuma dominējošam visumam  $R_H = 2ct$ . Novērotāja horizontu nevajadzētu jaukt arī ar tā saucamo **Habla** jeb **gaismas ātruma sfēru**, kas tiek definēta kā:

$$R_c = c/H, \quad (39)$$

kas arī ir atkarīga no  $a(t)$  matemātiskās formas, bet nedaudz citādā veidā nekā  $R_H$ . Gal-

venā atšķirība ir šāda. Var eksistēt tādas daļiņas, kas atrodas ārpus Habla sfēras, bet iekšpus daļiņas horizonta. Ja kāda daļiņa ir nonākusi novērotāja horizonta iekšpusē, tad tā tur vienmēr arī paliks. Savukārt ar Habla sfēru situācija ir citādāka. Telpai izplešoties, var būt arī tādas daļiņas, kas ienāk šīs sfēras iekšpusē, bet pēc tam iziet atkal laukā un pēc kāda laika atkal var atgriezties. Dažkārt Habla sfēru dēvē arī par **efektīvo kosmoloģisko horizontu**. Šiem lielumiem ir būtiska fizikāla loma, apskatot inflācijas procesus.

(Nobeigums sekos)

AGNIS ANDŽĀNS

## LATVIJAS 53. MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES

### 3. KĀRTAS UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

(Uzdevumus sk. iepriekšējā "Zvaigžņotās Debess" numura 67.–69. lpp.)

**9.1.** Vispirms parādisim, ka katrs sešciparu simetrisks skaitlis dalās ar 11. Tiešām,

$$\begin{aligned} \overline{abccba} &= a \cdot 10^5 + b \cdot 10^4 + c \cdot 10^3 + \\ &+ c \cdot 10^2 + b \cdot 10 + a = \\ &= a \cdot 100001 + b \cdot 10010 + c \cdot 1100 = \\ &= a \cdot 11 \cdot 9091 + b \cdot 910 \cdot 11 + c \cdot 11 \cdot 100 \cdot \end{aligned}$$

Tāpat skaidrs, ka visi skaitļi dalās ar 1. Tātad iespējamās vērtības  $x = 1$  un  $x = 11$ .

Ievērosim, ka  $999999 = 11 \cdot 90909$  un  $100001 = 11 \cdot 9091$ . Tā kā  $9091 \cdot 10 - 90909 = 1$ , tad abu skaitļu 9091 un 90909 vienīgais kopējais naturālais dalītājs ir 1. Tāpēc **simetriskajiem** skaitļiem 999999 un 100001 vienīgie kopējie naturālie dalītāji ir 1 un 11. Tātad  $x$  nav iespējamās citas vērtības kā 1 un 11.

**9.2.** a) Var gadīties, ka nē. Piemēram, Andris var izvēlēties skaitļus  $1 \div 11$ ,  $23 \div 33$ ,  $45 \div 55$ ,  $67 \div 77$  un  $89 \div 99$ .

b) Jā, noteikti. Sadalām naturālos skaitļus no 1 līdz 99 piecās grupās:

1, 2, 3, ....., 23, 24  
25, 26, ....., 47, 48  
49, 50, ....., 71, 72  
73, 74, ....., 95, 96  
97, 98, 99.

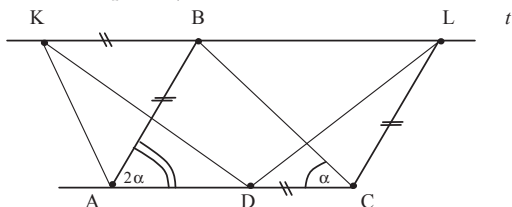
No Andra izvēlētajiem skaitļiem vismaz 52 skaitļi atrodas pirmajās 4 rindās. Tā kā

$$4 \cdot 12 = 48 < 52,$$

tad kādā no šīm rindām atrodas 13 vai vairāk skaitļu. Ja tā ir rinda  $a + 1$ ,  $a + 2$ ,  $a + 3$ , ...,  $a + 24$  (kur  $a$  ir 0; 24; 48 vai 72), apskatām 12 pārus ( $a + 1$ ,  $a + 13$ ), ( $a + 2$ ,  $a + 14$ ), ( $a + 3$ ,  $a + 15$ ), ..., ( $a + 12$ ,  $a + 24$ ).

Vismaz viens no šiem pāriem satur 2 izvēlētos skaitļus, jo  $13 > 12$ . Tie ir meklētie.

**9.3.** Apzīmējam  $\angle ACB = \alpha$ , tad  $\angle BAC = 2\alpha$ .





Tad  $\angle KBA = \angle BAC = 2\alpha$  un:

$$\angle KAB = \frac{1}{2}(180^\circ - 2\alpha) = 90^\circ - \alpha,$$

tāpēc arī  $\angle BKA = 90^\circ - \alpha$ .

Tātad  $\triangle KBA$  – vienādsānu un  $AB = KB$ .

Tāpēc  $KBCD$  ir paralelograms.

Tāpēc  $\angle BKD = \angle BCA = \alpha$ . Tā kā  $ABLC$  – paralelograms, tad  $\angle DCL = 180^\circ - 2\alpha$ .

Tā kā  $DC = AB = CL$ , tad  $\triangle DCL$  – vienādsānu, kur  $CD = CL$ .

Tāpēc tā leņķi pie pamata ir:

$$(180^\circ - (180^\circ - 2\alpha)) \cdot \frac{1}{2} = \alpha.$$

Tā kā  $\angle BLC = 2\alpha$  un  $\angle DLC = \alpha$ , tad  $\angle BLD = \alpha$ .

Tātad  $\triangle KDL$  ir vienādsānu, jo  $\angle BKD = \alpha = \angle BLD$ . No šejienes seko vajadzīgais.

**9.4.** Dotā vienādojuma saknes ir vienādojumu  $x^2 - 2ax - 4a^2 - 4 = 0$  (1) un  $x^2 - 4x - 2a^3 - 2a = 0$  (2) saknes.

Vienādojuma (1) diskriminants  $D_1 = a^2 + 4a^2 + 4 = 5a^2 + 4 > 0$ , tātad tam ir 2 dažādas reālas saknes. Tāpēc pastāv iespējas:

**1)** vienādojumam (2) ir viena sakne, kas nav vienādojuma (1) sakne. Tad jābūt:

$$D_2 = 4 + 2a^3 + 2a = 0,$$

$$a^3 + a + 2 = 0,$$

$$(a + 1)(a^2 - a + 2) = 0,$$

no kurienes  $a = -1$ . Tad (1) un (2) pārveidojas par:

$$x^2 + 2x - 8 = 0, \quad (1')$$

$$x^2 - 4x + 4 = 1. \quad (2')$$

Šiem vienādojumiem ir kopīga sakne  $x = 2$ , tāpēc vērtība  $a = -1$  neder.

**2)** gan (1), gan (2) ir divas dažādas saknes, un viena no tām ir kopīga. Kopīgā sakne apmierina arī abu vienādojumu starpību:

$$(2a - 4)x = 2a^3 + 2a - 4a^2 - 4,$$

$$(2a - 4)x = 2a(a^2 + 1) - 4(a^2 + 1),$$

$$(a - 2)x = (a - 2)(a^2 + 1).$$

Ja  $a = 2$ , tad (1) un (2) sakrīt, tāpēc vērtība  $a = 2$  neder. Tāpēc  $x = a^2 + 1$ . Ievietojam šo vērtību (1); iegūstam:

$$(a^2 + 1)^2 - 2a(a^2 + 1) - 4a^2 - 4 = 0,$$

$$a^4 - 2a^3 - 2a^2 - 2a - 3 = 0,$$

$$(a^2 + 1)(a^2 - 2a - 3) = 0.$$

No šejienes  $a^2 - 2a - 3 = 0$  un  $a = -1$  (neder, kā parādīts iepriekš) vai  $a = 3$ . Pārbaude (**tā nepieciešama!**) parāda, ka vērtība  $a = 3$  der: vienādojumi kļūst par

$$x^2 - 6x - 40 = 0; x_1 = 10; x_2 = -4;$$

$$x^2 - 4x - 60 = 0; x_1 = 10; x_2 = -6.$$

**9.5.** Piemērs 5; -8; 5; 5; -8; 5; -8; 5; 5; -8; 5 parāda, ka prasītajā veidā var izvēlēties 11 skaitļus. Parādīsim, ka 12 skaitļus tā izvēlēties nevar.

Pieņemsim no pretējā, ka  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11}, x_{12}$  ir virkne, kas apmierina uzdevuma nosacījumus. Aplūkosim šādu tabulu:

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$
$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$
$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$

Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem:

a) katrā rindā summa pozitīva, tāpēc arī visā tabulā skaitļu summa ir pozitīva;

b) katrā kolonnā skaitļu summa ir negatīva, tāpēc arī visā tabulā skaitļu summa ir negatīva.

Iegūta pretruna.

**10.1.** Ja  $a = \frac{1}{5}$ , tad vienādojums kļūst par

$$\frac{1}{|x-2|} = \frac{1}{|x-2|};$$

tā atrisinājumu kopa ir  $(-\infty; 2) \cup (2; +\infty)$ . Ja  $a \neq \frac{1}{5}$ , tad  $2 \neq 10a$ . Tad vienādojums ekvivalents ar sistēmu

$$(*) \begin{cases} |x-2| = |x-10a| \\ x \neq 2, x \neq 10a \end{cases}$$

Tā kā  $|a-b|$  ir attālums uz skaitļu ass starp punktiem  $a$  un  $b$ , tad sistēmas (\*) atrisinājumi ir tie skaitļu ass punkti, kas atrodas vienādos attālos no punktiem 2 un  $10a$ . Skaidrs, ka der tikai attiecīgā nogriežņa viduspunkts, t. i.:

$$x = \frac{1}{2}(2 + 10a) = 5a + 1.$$

**10.2.** Pie  $a = 1$  un  $b = 6$  iegūstam, ka pirmie **pieci** virknes locekļi ir pirmskaitļi:

$$x_2 = 11; x_3 = 17; x_4 = 23; x_5 = 29.$$

Pierādīsim, ka tas ir maksimums. Viegli pārbaudīt, ka:

$$x_1 = 5;$$

$$x_2 = 5a + b;$$

$$x_3 = 5a^2 + ab + b = 5a^2 + (a+1) \cdot b;$$

$$x_4 = 5a^3 + (a^2 + a + 1) \cdot b;$$

$$x_5 = 5a^4 + (a^3 + a^2 + a + 1) \cdot b;$$

$$x_6 = 5a^5 + (a^4 + a^3 + a^2 + a + 1) \cdot b.$$

Skaidrs, ka gan  $x_5 > 5$ , gan  $x_6 > 5$ . Ja  $a$ , dalot ar 5, dod atlikumu 1, tad  $a^4 + a^3 + a^2 + a + 1$ , dalot ar 5, dod tādu pašu atlikumu kā  $1^4 + 1^3 + 1^2 + 1 + 1 = 5$ , t. i., dalās ar 5.

Tātad  $x_6$  dalās ar 5. Tā kā  $x_6 > 5$ , tad  $x_6$  nav pirmskaitlis.

Ja  $a$ , dalot ar 5, dod atlikumus 2; 3 vai 4, tad  $a^3 + a^2 + a + 1$  dalās ar 5, kā to parāda tiešs aprēķins:

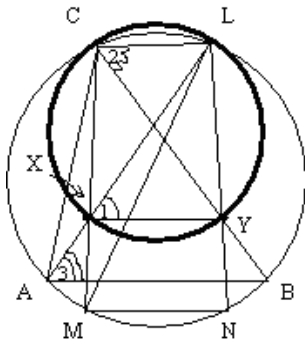
$$2^3 + 2^2 + 2^1 + 1 = 15;$$

$$3^3 + 3^2 + 3^1 + 1 = 40;$$

$$4^3 + 4^2 + 4^1 + 1 = 85.$$

Tātad šajā gadījumā  $x_5$  dalās ar 5. Tā kā  $x_5 > 5$ , tad  $x_5$  nav pirmskaitlis.

**10.3.** Apzīmējam loka AMNB leņķisko lielumu ar  $\alpha$ , bet loku AM un NB leņķiskos lielumus ar  $\beta$  (tie vienādi, jo  $AB \parallel MN$ ).



Tad no ievilkta leņķa īpašībām:

$$\angle XLY = \angle ALN = \frac{1}{2} \cup AMN = \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

un tāpat  $\angle XCY = \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$ . Tādēļ  $\angle XLY = \angle XCY$  un ap četrstūri XCLY var apvilkt riņķa līniju.

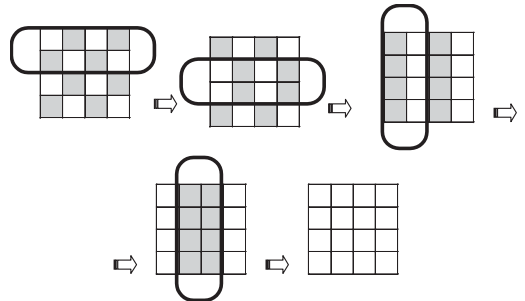
No šajā (jaunajā) riņķa līnijā ievilkto leņķu īpašībām seko, ka  $\angle 1 = \angle 2$  (ievilkti leņķi, kas balstās uz vienu un to pašu loku). Līdzīgi  $\angle 2 = \angle 3$  (spriežam par sākotnējā riņķa līnijā ievilktiem leņķiem). Tātad  $\angle 1 = \angle 3$ . Tā kā tie ir kāpšļu leņķi pie taisnēm XY un AB, kas krusto AL, tad  $XY \parallel AB \parallel MN$ .

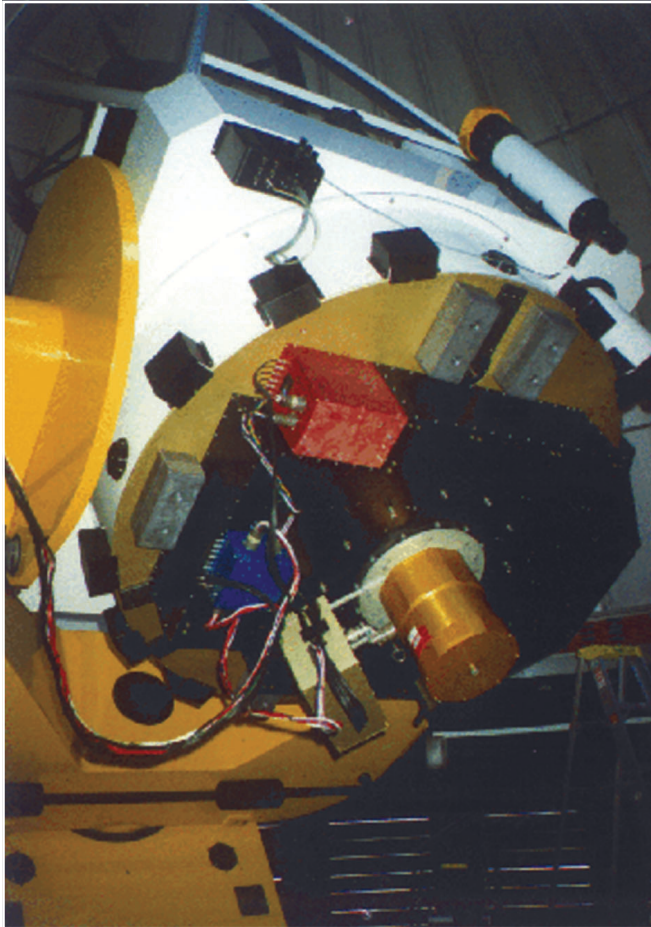
**10.4.** Pie  $n = 1$  nekas nav jāmaina. Pie  $n = 2$  var mainīt krāsas vienīgi uzreiz visā kvadrātā, tātad prasītais nav sasniedzams. Parādīsim, ka visos citos gadījumos uzdevuma prasības ir izpildāmas.

a) Pieņemsim, ka  $n$  – nepāra skaitlis. Mainām krāsas 1., 3., 5., ...,  $n$ -jā kolonnā (taisnstūros ar izmēriem  $1 \times n$ ). Tagad katra rinda ir vienkrāsaina, un, mainot krāsas 1., 3., 5., ...,  $n$ -jā rindā, panākam prasīto.

b) Pieņemsim, ka  $n$  ir pāra skaitlis, kas nav divnieka pakāpe. Tad  $n = 2^k \times a$ ,  $a > 1$ ,  $a$  – nepāra. Sadalām doto kvadrātu mazākos kvadrātos ar izmēriem  $a \times a$  un katrā no šiem kvadrātiem rīkojamies, kā aprakstīts iepriekš.

c)  $n$  – divnieka pakāpe, t. i.,  $n = 2^k$ ,  $k \geq 2$  (par kvadrātu  $2 \times 2$  jau runājām). Sadalām doto kvadrātu kvadrātos ar izmēriem  $4 \times 4$ . Katrā kvadrātā ar izmēriem  $4 \times 4$  pārkrāsošanu veicam šādi:



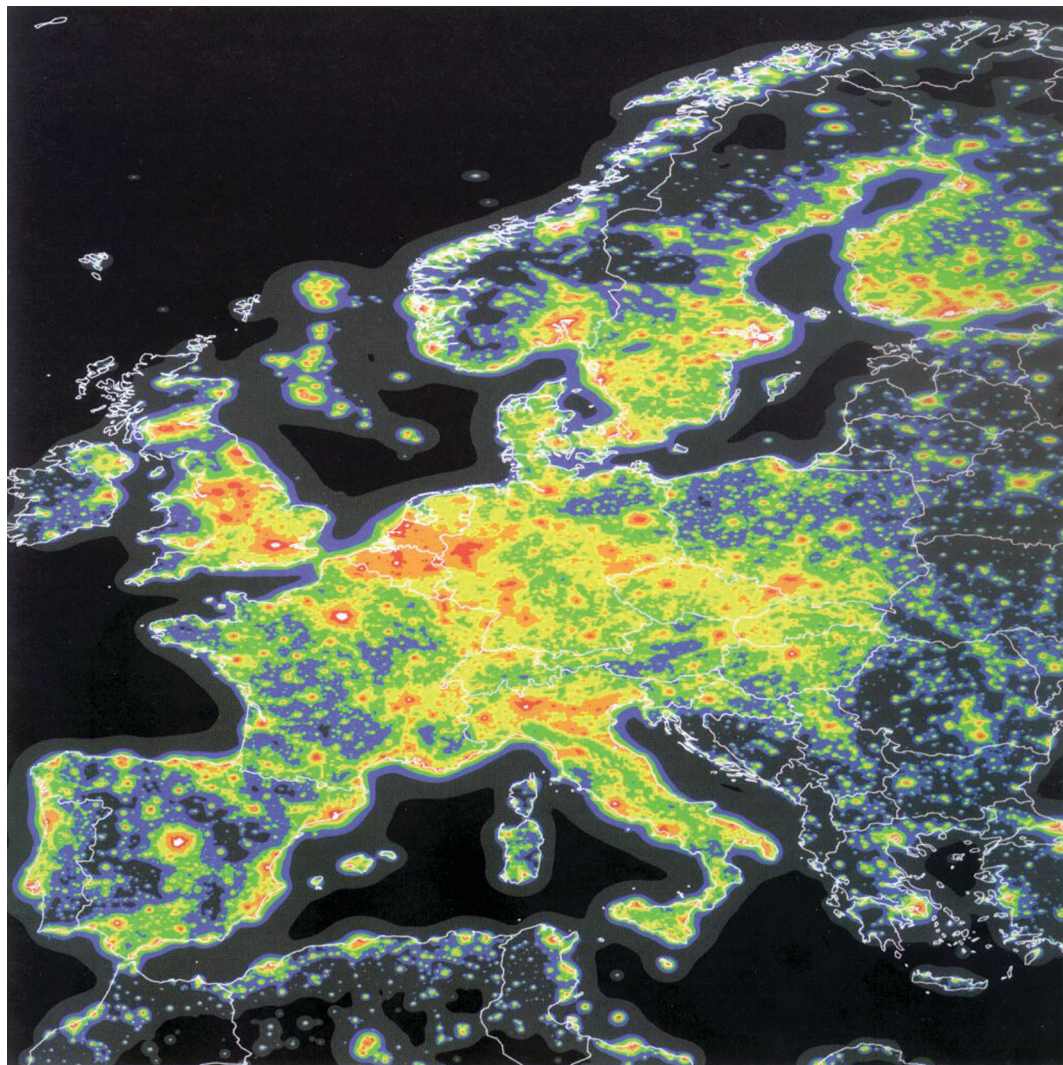


Varšavas Universitātes 1,3 metru Riči–Krejēna sistēmas teleskops ar lādiņsaītes matricas kameru.

*Apakšā* – Varšavas Universitātes 1,3 metru teleskopa paviljons un vadības ēka Laskampanas observatorijā Čīlē.

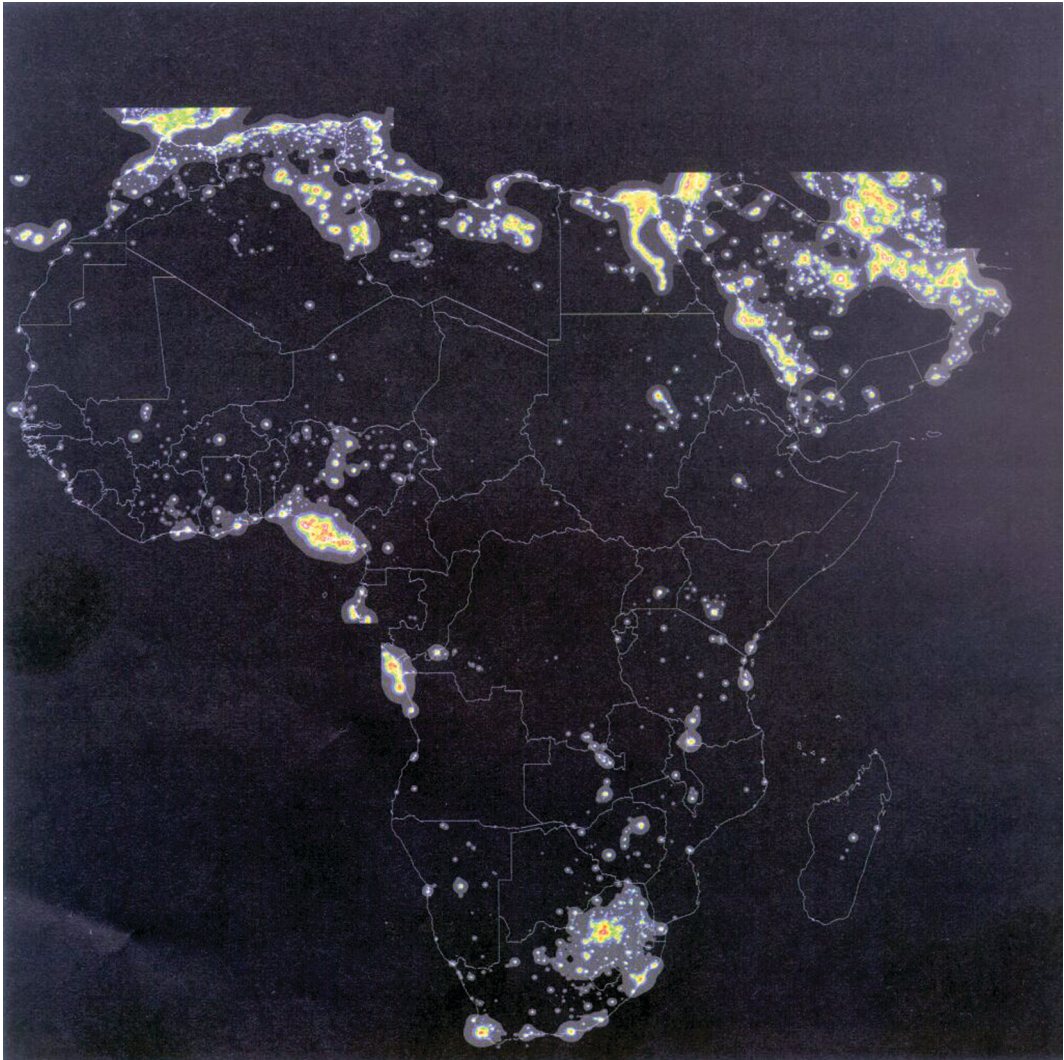
*Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu “Ar pāriešanas metodi atklātas citplanētas”.*





Nakts debess mākslīgā apgaismojuma izraisītā gaismas piesārņojuma Eiropas karte.

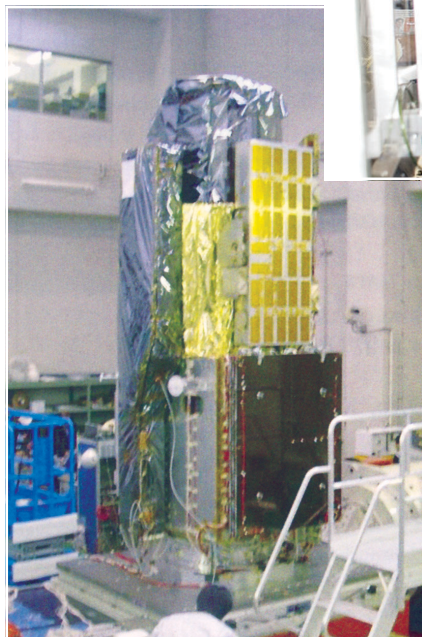
*Sk. A. Balklava rakstu "Cik ilgi vēl mēs redzēsim zvaigznes?".*



Nakts debess mākslīgā apgaismojuma izraisītā gaismas piesārņojuma Āfrikas karte. Valstu robežas abās kartēs iezīmētas aptuveni. Kalibrēšana attiecas uz 1996.–1997. gadu.

*No MNRAS, vol. 328, No. 3, 11 December 2001*

*Sk. A. Balklava rakstu "Cik ilgi vēl mēs redzēsim zvaigznes?".*



2. att. “Solar-B” testa modelis izmēģinājumā uz vibrostenda.

No “Annual Report of the National Astronomical Observatory of Japan”, 2001, vol. 4.

Sk. A. Balklava rakstu “Japāna plāno jaunu kosmisko Saules teleskopu”.



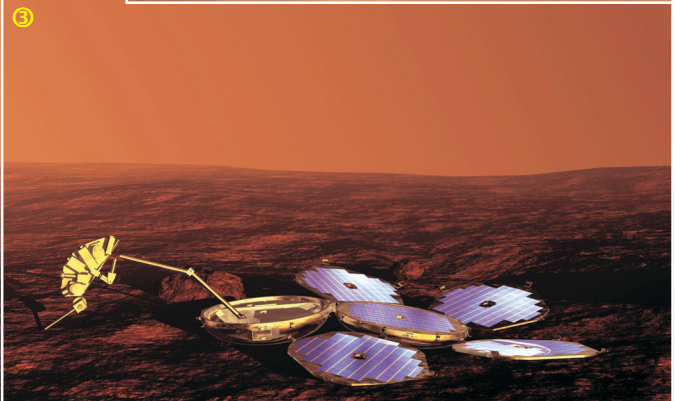
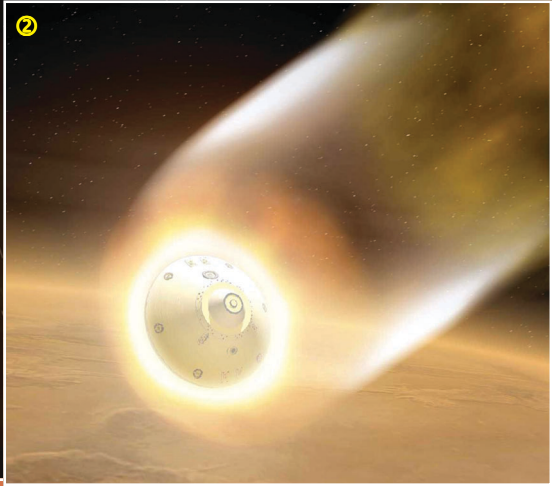
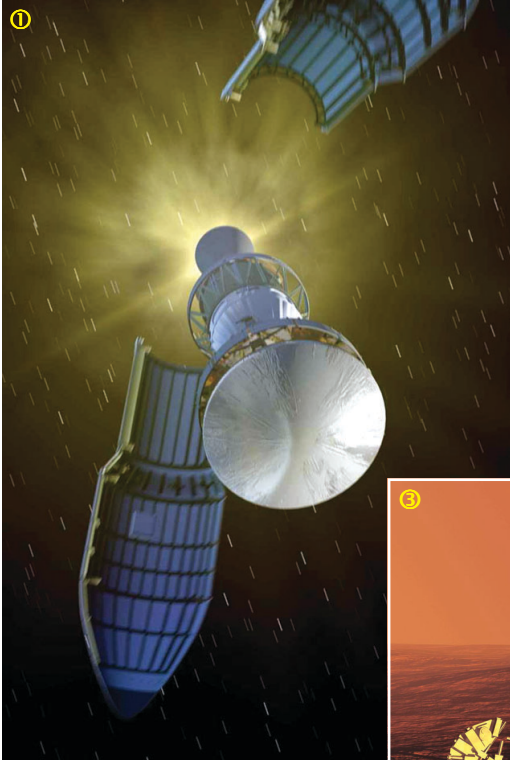
Spārna priekšējās malas rekonstrukcija no atrastajiem fragmentiem.

Apakšā – NASA administrators Šons O’Kifs (Sean O’Keefe) iepazīstas ar situāciju.

NASA foto

Sk. J. Jaumberga rakstu ““Columbia” bojāejas iemesls ir triviāls”.





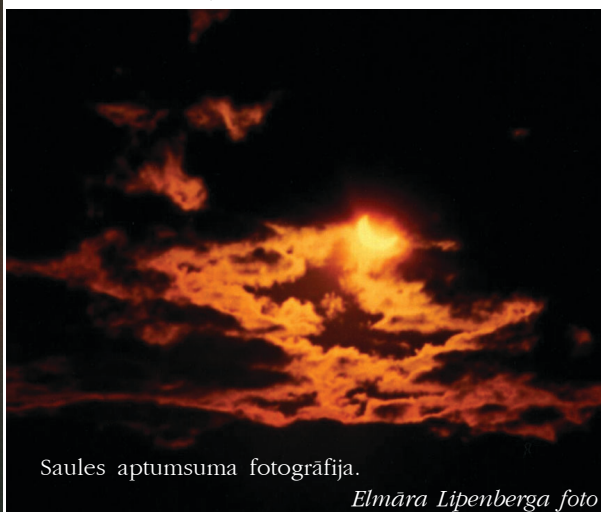
1. "Delta 2" otrā pakāpe nomet aeročaulu.  
*NASA/JPL datorgrafika*
2. "MER" bremzējas Marsa atmosfērā.  
*NASA/JPL datorgrafika*
3. "Beagle 2" uz Marsa – datorgrafika.  
*All Rights Reserved "Beagle 2"*
4. "Mars Express" pavadonis.

*ESA foto*

*Sk. J. Jaumberga rakstu "Trīs jauni šāviņi trajektorijā uz Marsu".*



Saules aptumsuma maksimālā fāze 6<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Engures jūrmalā. Saule mākoņos. *Egmonta Pavlovska foto*



Saules aptumsuma fotogrāfija.

*Elmāra Lipenberga foto*



*Pa kreisi: Saule 5<sup>h</sup>37<sup>m</sup>50<sup>s</sup>, ekspozīcija 1/500 s, 1:10 (objektīvs MC-MTO-11CA, 1000 mm fokuss, 100 mm spogulis, paštaisīts statīvs, "Zenit 12XP", "Fuji S100" filma, UV filtrs 1,4x).*

*Egmonta Pavlovska foto*

*Sk. M. Gilla rakstu "Saules aptumsuma fotogrāfiju konkursa rezultāti".*





1. – Saule 6<sup>h</sup>30<sup>m</sup> (500 mm, 3M-5A-MC (8/500), filma “Solaris 270”).

*Māra Dambja foto*

2. – Saule 6<sup>h</sup>27<sup>m</sup>, ekspozīcija 1/60 (spoguļkamera “Zenit 11”, objektīvs MC MTO-11, f = 1000 mm, filma “Fujicolor REALA ISO100”, filtrs paštaisīts – nokvēlināts stikls).

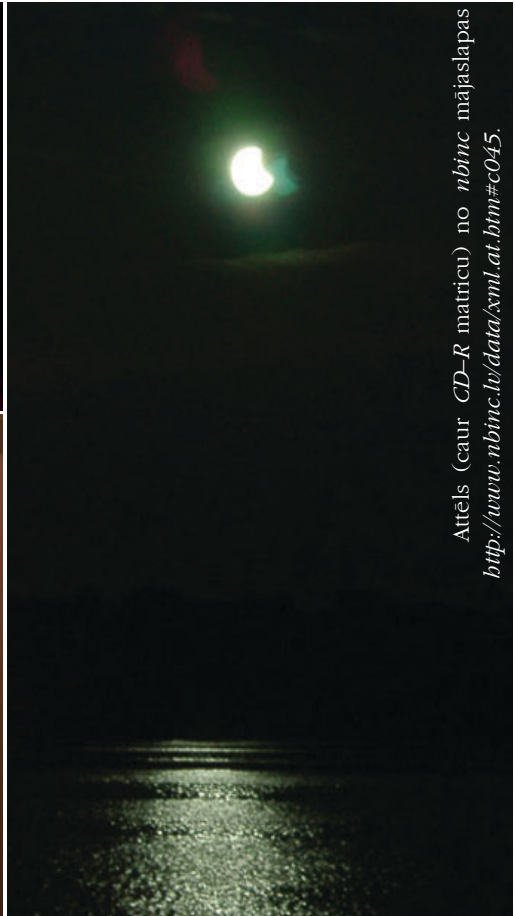
*Ginta Freimaņa foto*

*Sk. M. Gilla rakstu “Sauls aptumsuma fotogrāfiju konkursa rezultāti”.*



Ar teleskopa palīdzību iegūtā Saules projekcija.

*Jāņa Blūma foto*



Attēls (caur CD-R matricu) no nbinc mājaslapas <http://www.nbinc.lv/data.xml.at.btm#c045>.



Merkura novērojumiem tika izmantots LU Astronomiskā torņa teleskops – attēls tika projicēts uz kupola sienas. Ilgonis Vilks sagatavo teleskopu novērojumiem. *Attēla pa labi:* atkarībā no izmantojamā okulāra var iegūt dažāda izmēra Saules diska projekciju.



Tiek pacietīgi gaidīta Merkura parādīšanās.



Neilgi pēc apstipriņošās ziņas bija vērigi jālūkojas, lai ieraudzītu Merkuru. *Attēlā pa labi:* fiksēt notikumu bija ieradusies filmēšanas grupa no Latvijas Televīzijas.

*M. Gilla foto*  
*Sk. I. Vilka, M. Gilla rakstu "Merkura novērojumi Latvijas Universitātes Astronomiskajā tornī".*

**10.5.** Piemērs parāda, ka summa var būt 14 (rūtiņās, kas atstātas tukšas, ieraksta “-1”).

+1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	
+1	+1		+1	+1		+1	+1	
+1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	
+1	+1		+1	+1		+1	+1	
+1	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	
+1	+1		+1	+1		+1	+1	

Pierādīsim, ka tā ir lielākā iespējamā vērtība.

Kvadrātā  $8 \times 8$  ievietoti 6 kvadrāti ar izmēriem  $3 \times 3$ . Tā kā katrā tādā kvadrātā skaitļu summa ir 0, tad **visu** skaitļu summa ir  $A - B$ , kur  $A$  ir 12 ar kvadrātiem nepārklātajās rūtiņās esošo skaitļu summa, bet  $B$  ir abās divkārt pārklātajās rūtiņās esošo skaitļu summa. Atliek ievērot, ka neviens no šiem 14 skaitļiem pēc moduļa nepārsniedz 1.

**11.1.** No sistēmas viegli secināt, ka  $x \geq 0$ ,  $y \geq 0$  un  $z \geq 0$ , turklāt, ja viens no mainīgajiem ir 0, tad arī abi pārējie ir 0. Tāpēc vai nu  $x = y = z = 0$  (šis atrisinājums der – pārbaude nepieciešama), vai arī visi skaitļi  $x, y, z$  ir pozitīvi. Apskatām otro gadījumu. Atņemot no pirmā vienādojuma otro, iegūstam:

$$x^2 - z^2 = 2(z - x) \text{ jeb } (x - z)(x + z + 2) = 0.$$

Tā kā  $x + z + 2 > 0$ , tad  $x = z$ . Līdzīgi iegūstam  $z = y$ . Tāpēc  $x = y = z$ , no kurienes viegli seko, ka  $x = y = z = 0$  vai  $x = y = z = 1$ .

**11.2.** Skaidrs, ka  $a_1$  var būt kvadrāts. Parādīsim, ka neviens cits virknes loceklis nevar būt kvadrāts.

Pārbaudīsim, kā savā starpā saistīti  $a_n$  un  $a_{n+1}$  atlikumi, dalot ar 4.

Ja  $a_n \equiv 0 \pmod{4}$ , tad  $a_{n+1} \equiv 0^3 + 2003 \equiv 3 \pmod{4}$ .

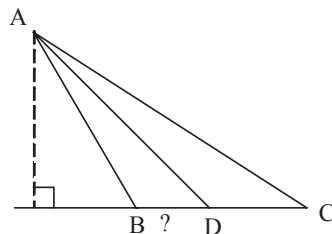
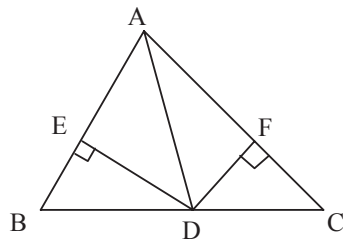
Ja  $a_n \equiv 1 \pmod{4}$ , tad  $a_{n+1} \equiv 1^3 + 2003 \equiv 0 \pmod{4}$ .

Ja  $a_n \equiv 2 \pmod{4}$ , tad  $a_{n+1} \equiv 2^3 + 2003 \equiv 3 \pmod{4}$ .

Ja  $a_n \equiv 3 \pmod{4}$ , tad  $a_{n+1} \equiv 3^3 + 2003 \equiv 2 \pmod{4}$ .

No šejienes seko, ka  $a_3, a_4, a_5, \dots$  dod atlikumus 2 vai 3, dalot ar 4. Bet no vienādbām  $(2k)^2 = 4k^2$  un  $(2k+1)^2 = 4k^2 + 4k + 1$  seko, ka naturāla skaitļa kvadrāts dod atlikumu 0 vai 1, dalot ar 4. Tātad kvadrāti varētu būt augstākais  $a_1$  un  $a_2$ . Ja  $a_1 = x^2$  un  $a_2 = y^2$  ( $x$  un  $y$  – naturāli skaitļi), tad  $y^2 = x^6 + 2003$  un  $(y - x^3)(y + x^3) = 2003$ . Tā kā 2003 ir pirmskaitlis, tad vienīgā iespēja ir  $y - x^3 = 1$ ,  $y + x^3 = 2003$ . Tad  $y = 1002$ ,  $x^3 = 1001$ . Bet 1001 nav naturāla skaitļa kubs – pretruna.

**11.3.** Ievērojam, ka ap četrstūri EAFD var apvilkt riņķa līniju, kuras diametrs ir AD, tāpēc  $\angle EFD = \angle EAD = \angle FAD = \angle FCD$ . Ja  $\angle B < 90^\circ$  un  $\angle C < 90^\circ$ , tad AD mazākais iespējamais garums tiek sasniegts, ja D ir tā **augstuma pamats**, kas vilkts no virsotnes A. Ja  $\angle B = 90^\circ$  vai  $\angle C = 90^\circ$ , tad AD mazākās iespējamās vērtības **vispār nav** (jo D ir malas BC **iekšējs** punkts); AD ir jo īsāks, jo tuvāk D ir virsotnei B, respektīvi, virsotnei C (garākai projekcijai atbilst garākā slīpne).



Tā kā  $\sin \angle BAC$  ir konstants pozitīvs lielums, tad šis pašas atbildes der arī jautājumam par EF mazāko iespējamo garumu.

**11.4.** Apzīmēsim ar  $f(n)$  tādu virkņu skaitu, kuras satur katru no cipariem 1, 2, ...,  $n$  tieši vienu reizi un kurās neviens cipars nav par 1 lielāks nekā iepriekšējais; šādas virknes sauksim par  $n$  – labām virknēm ( $n = 1; 2; 3; \dots; 9$ ).

Mums jāaprēķina  $f(9)$ . Viegli saprast, ka  $f(1) = 1$  un  $f(2) = 1$  (attiecīgās labās virknes ir 1 un 2,1).

Mēs pierādīsim, ka pie  $1 \leq n \leq 7$

$$f(n+2) = (n+1) \cdot f(n+1) + n \cdot f(n). \quad (*)$$

Ja tas būs pierādīts, tad:

$$f(3) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3;$$

$$f(4) = 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 11;$$

$$f(5) = 4 \cdot 11 + 3 \cdot 3 = 53;$$

$$f(6) = 5 \cdot 53 + 4 \cdot 11 = 309;$$

$$f(7) = 6 \cdot 309 + 5 \cdot 53 = 2119;$$

$$f(8) = 7 \cdot 2119 + 6 \cdot 309 = 16687;$$

$$f(9) = 8 \cdot 16687 + 7 \cdot 2119 = 148329.$$

Atliek pierādīt (\*).

Katru  $(n+2)$  – labu virkni var iegūt vienā no diviem veidiem:

a) vai nu  $(n+1)$  – labai virknei pievienojot ciparu  $n+2$  jebkurā no  $n+1$  vietām (pirms pirmā cipara, starp jebkuriem diviem blakus esošiem cipariem vai pēc pēdējā cipara, tikai ne tieši pēc cipara  $n+1$ ); šādu  $(n+2)$  – labu virkņu ir  $(n+1) f(n+1)$ , un tās ir tās, no kurām, izsvītrojot ciparu  $(n+2)$ , iegūst  $(n+1)$  – labu virkni,

b) vai arī ņemot virkni  $a$ , kura pa reizei satur ciparus 1, 2, 3, ...,  $n$ ,  $n+1$  un kurā ir **tieši viens** "aizliegtais" blakus esošo ciparu pāris  $(k; k+1)$ , un ievietojot ciparu  $n+2$  starp šiem cipariem  $k$  un  $k+1$ . Tās ir tās  $(n+2)$  – labās virknes, no kurām, izsvītrojot ciparu  $n+2$ , **neiegūst**  $(n+1)$  – labu virkni. Ievērosim, ka katram fiksētam  $k$  šādu virkņu  $a$  ir tieši  $f(n)$ . Tiešām, šādas virknes  $a$  iegūstamas,  $n$  – labā virknē aiz  $k$  ievietojot  $k+1$ , bet veco  $k+1$  aizstājot ar  $k+2$ ,  $k+2$  – ar  $k+3$ ,  $k+3$  – ar  $k+4$  utt. Tāpat no virknes  $a$ , izsvītrojot  $k+1$  un aizstājot  $k+2$  ar  $k+1$ ,  $k+3$  – ar  $k+2$  utt., iegūst  $n$  – labu virkni.

Tā kā virknē  $a$  cipars  $k$  var būt jebkurš no cipariem 1; 2; ...;  $n$  (virknē  $a$  ir arī cipars  $k+1$ ),

tad šādu virkņu  $a$  ir  $n \cdot f(n)$ .

Līdz ar to formula (\*) pierādīta.

**11.5.** Vispirms pierādīsim nevienādību

$$\frac{x^2}{x+y} \geq \frac{3x-y}{4}, \text{ ja } x, y > 0.$$

Tiešām, tā ekvivalenta nevienādībai

$$4x^2 \geq 3x^2 - xy + 3xy - y^2$$

jeb  $(x-y)^2 \geq 0$ .

No šejienes seko, ka  $\frac{x^3}{x+y} \geq \frac{3x^2 - xy}{4}$ .

Saskaitot šīs nevienādības, kur  $(x, y) = (a, b)$ ,  $(b, c)$ ,  $(c, a)$ , iegūstam:

$$\begin{aligned} \frac{a^3}{a+b} + \frac{b^3}{b+c} + \frac{c^3}{c+a} &\geq \\ &\geq \frac{3(a^2 + b^2 + c^2) - (ab + ac + bc)}{4}. \end{aligned}$$

Tātad pietiek pierādīt nevienādību

$$\frac{3(a^2 + b^2 + c^2) - (ab + ac + bc)}{4} \geq \frac{ab + ac + bc}{2}.$$

Bet tā ar ekvivalentiem pārveidojumiem pārveidojama par nevienādību

$$(a-b)^2 + (b-c)^2 + (c-a)^2 \geq 0.$$

**12.1.** a) Jā. Piemēram,  $6! \cdot 7! = 6! \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 3) \cdot 7 = 6! \cdot 7 \cdot (2 \cdot 4) \cdot (3 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 5) = 10!$ .

b) Jā. Viegli pārbaudīt, ka  $(k!) = k(k-1)!$ . Tāpēc  $(10!) = 10! \cdot (10-1)! = 6! \cdot 7! \cdot (10-1)! =$  esam ieguvuši  $a! b! c! = d!$ . Līdzīgi var iegūt piemēru  $x_1! x_2! \dots x_n! = x_{n+1}!$  jebkuram  $n = 2$ .

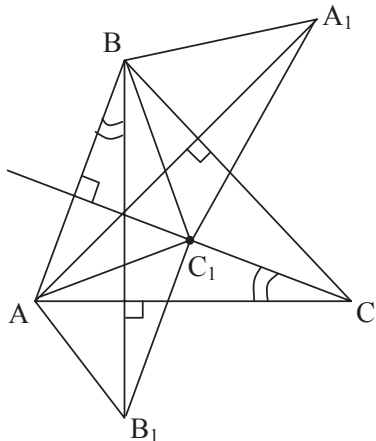
**12.2. Atbilde:** 24 prizmas.

**Risinājums.** Ja 3 no dotajiem punktiem pieder vienam pamatam, tad jebkuru no tiem var savienot ar šķautni ar ceturto punktu. Iegūstam  $C_4^3 \cdot 3 = 4 \cdot 3 = 12$  prizmas.

Iespējams, ka 2 punkti pieder vienam prizmas pamatam, bet 2 – otram. Sadalīt 4 punktus pa pāriem var trīs veidos. Ja viens pāris ir (A; B) un otrs (C; D), tad jebkurš no nogriežņiem AC, AD, BC, BD var būt prizmas sānu šķautne, un prizma līdz ar to ir noteikta

viennozīmīgi. Šādu prizmu tātad ir  $3 \cdot 4 = 12$ . Ievērojam, ka  $12 + 12 = 24$ .

**12.3.** Skaidrs, ka stari  $AA_1$ ,  $BB_1$ ,  $CC_1$  krustojas  $\triangle ABC$  augstumu krustpunktā. Novelkam taisnes nogriežņus  $AC_1$  un  $BC_1$ . Ievērojam, ka  $\angle ABB_1 = \angle C_1CA$  kā leņķi ar savstarpēji perpendikulārām malām. No šejienes izriet, ka



$\triangle ABB_1 = \triangle C_1CA$  pēc pazīmes mlm. Tāpēc  $AC_1 = B_1A$ . Vienādo trijstūru  $ABB_1$  un  $C_1CA$  atbilstošās malas  $B_1B$  un  $AC$ , kā arī  $BA$  un  $CC_1$  ir savstarpēji perpendikulāras; tā kā šie trijstūri ir vienādi orientēti, tad tie iegūti viens no otra ar pagriezieni par  $90^\circ$ . Tāpēc  $C_1A \perp AB_1$  (perpendikulāras arī trešās malas). Tātad  $\triangle C_1AB_1$  ir vienādsānu taisnleņķa trijstūris un  $\angle AC_1B_1 = 45^\circ$ . Līdzīgi pierāda, ka  $\angle BC_1A_1 = 45^\circ$ . Tāpēc:

$\angle AC_1B_1 + \angle AC_1B + \angle BC_1A_1 = 180^\circ$ ,  
t. i., punkti  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $A_1$  atrodas uz vienas taisnes.

**Piezīme.** To, ka  $C_1A \perp AB_1$ , var pierādīt arī bez pagrieziena izmantošanas, "skaitļošanas" ceļā.

**12.4.** Dosim divus atrisinājumus.

**1. risinājums.** Pieņemsim, ka apskatāmā tabula uzrakstīta ar zilu krāsu. "Uzliksim" tai virsū ar sarkanu krāsu veidotu tabulu, kuras augšējā rindā no kreisās uz labo uzrakstīti skaitļi 2003; 2002; 2001; ..., 3; 2; 1, bet tālāk

tabula veidota pēc tā paša likuma kā "zilā" tabula. Saskaitīsim katrus divus skaitļus, kas uzklājušies viens otram. Augšējā rinda tātad sastāv no 2004; 2004; ..., 2004.

Viegli saprast, ka "summas tabulā" T katrā nākamā rinda veidojas pēc tā paša likuma kā uzdevuma nosacījumos dotajā. Tāpēc 2. rinda sastāv no 2002 skaitļiem, katrs no kuriem ir  $2004 \cdot 2$ ; 3. rinda sastāv no 2001 skaitļa, katrs no kuriem ir  $2004 \cdot 2^2$ , utt. Tātad tabulā T apakšējā virsotnē atrodas skaitlis  $2004 \cdot 2^{2002}$ .

Tā kā tas ir divu vienādu (zilajā un sarkanajā tabulā apakšā esošo) skaitļu summa, tad zilajā tabulā apakšā atrodas skaitlis  $2^{2001} \cdot 2004$ .

**2. risinājums.** Ar matemātisko indukciju viegli pierādīt: ja augšējā rindā atrodas  $n$  skaitļi  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , tad tabulas apakšā veidojas skaitlis

$$C_{n-1}^0 x_1 + C_{n-1}^1 x_2 + \dots + C_{n-1}^{n-1} x_n.$$

(Induktīvajā pārejā izmanto faktu, ka skaitļu  $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$  radīto skaitli iegūst, saskaitot komplektu  $x_1, x_2, \dots, x_n$  un  $x_2, x_3, \dots, x_{n+1}$  radītos skaitļus.)

Tātad mums jāapreķina izteiksmes

$$1 \cdot C_{2002}^0 + 2 \cdot C_{2002}^1 + 3 \cdot C_{2002}^2 + \dots + 2003 \cdot C_{2002}^{2002}$$

vērtība. Šī summa izsakāma kā:

$$\left( C_{2002}^0 + C_{2002}^1 + \dots + C_{2002}^{2002} \right) + \left( 1 \cdot C_{2002}^1 + 2 \cdot C_{2002}^2 + \dots + 2002 \cdot C_{2002}^{2002} \right).$$

Pirmās iekavas vērtība ir  $2^{2002}$ . Otrā iekava acimredzami izsaka veidu skaitu, kuros no 2002 deputātiem var izvēlēties komisiju, ja komisijā jāizvēlas arī priekšsēdētājs. To var izdarīt šādi: izvēlēties priekšsēdētāju un pēc tam jebkuru apakškopu no atlikušajiem 2001 deputātiem. Dažādo iespēju skaits tātad ir  $2002 \cdot 2^{2001}$ .

$$\text{Tāpēc prasītā summa ir } 2^{2002} + 2002 \cdot 2^{2001} = 2 \cdot 2^{2001} + 2002 \cdot 2^{2001} = 2004 \cdot 2^{2001}.$$

**12.5.** Viegli redzēt, ka  $(1; 1; 0)$ ,  $(1; 0; 1)$ ,  $(0; 1; 1)$  ir atrisinājumi. Pierādīsim, ka citu atrisinājumu nav. Apzīmēsim  $xy = a$ ,  $xz = b$ ,  $yz = c$ ,  $x + y + z = s$ ,  $xyz = r$ .

Sistēmas pirmo vienādojumu var pārveidot par  $x^2 + (y - z)^2 = 2 - 2c$ .

Tāpēc  $c \leq 1$ . Līdzīgi iegūstam  $a \leq 1$  un  $b \leq 1$ . Tāpēc  $(1 - a)(1 - c)(1 - b) \geq 0$ . Bet:

$$\begin{aligned} & (1 - a)(1 - c)(1 - b) = \\ & = 1 - (a + b + c) + (ab + ac + bc) - abc = \\ & = 1 - \frac{1}{2}[(x + y + z)^2 - (x^2 + y^2 + z^2)] + \\ & \quad + xyz(x + y + z) - x^2y^2z^2 = \\ & = 1 - \frac{1}{2}(s^2 - 2) + sr - r^2 = 2 - \frac{1}{2}(s - r)^2 - \frac{1}{2}r^2. \end{aligned}$$

Tāpēc  $2 - \frac{1}{2}(s - r)^2 - \frac{1}{2}r^2 = 0$  un

$$\frac{1}{2}(s - r)^2 = 2 - \frac{1}{2}r^2 \leq 2, \text{ tātad } |s - r| \leq 2.$$

Bet no sistēmas otrā vienādojuma seko  $s - r = 2$ . Tāpēc nevienādības  $|s - r| \leq 2$  vietā patiesībā ir vienādība, tātad  $2 - \frac{1}{2}r^2 = 2$  un  $r = 0$ . Tātad viens no skaitļiem (vismaz!)  $x, y, z$  ir 0. Ja, piemēram,  $z = 0$ , tad sistēma pārveidojas par  $x^2 + y^2 = 2, x + y = 2$ , no kurienes viegli seko  $x = y = 1$ . Līdzīgi analizē gadījumus  $k = 0$  un  $y = 0$ . D

## RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS ✂ RISINA LASĪTĀJS

### Vasaras numurā publicēto uzdevumu (63. lpp.) atrisinājumi.

1. No uzdevuma nosacījuma izriet, ka 128 gados ir  $128 \cdot 365 + 31 = 46751$  diena, un vidēji katrā gadā ir  $46751/128 = 365,2421875$  dienas. Tātad "Medlera gada" atšķirība no tropiskā gada ilguma ir  $0,0000125$  dienas (apmēram 1 sekunde) un vienu dienu liela atšķirība izveidosies pēc 80000 gadiem. Taču jāpiemin, ka Zemes rotācijas palēnināšanās dēļ tāda atšķirība var veidoties ievērojami ātrāk vai lēnāk.

2. Savas orbītas perihēlijā komētai ir otrais kosmiskais ātrums, kas ir  $\sqrt{2}$  reizes lielāks par Zemes kustības ātrumu (pirmo kosmisko). Tātad komētas kustības sektoriālais ātrums (kas saskaņā ar 2. Keplera likumu ir konstants kustības laikā) ir  $\sqrt{2}$  reizes lielāks par Zemes sektoriālo ātrumu.

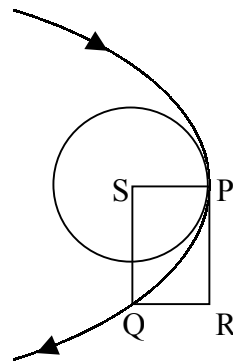
Zemes sektoriālais ātrums ir  $\mu_Z = \pi a^2 / t = \pi$  (a. v.)<sup>2</sup>/gadā, kur  $a = PS$  ir Zemes orbītas rādiuss. Tātad komētai tas ir  $\mu_k = \pi\sqrt{2}$  (a. v.)<sup>2</sup>/gadā. Savukārt sektoriālais ātrums ir sektora SPQ laukuma attiecība pret meklējamo laiku.

Atradīsim sektora SPQ laukumu. Atcerēsimies, ka viena astronomiskā vienība (SP) ir parabolas fokusa attālums  $F$ . Saskaņā ar parabolas īpašībām parabolas vienādojuma  $y = kx^2$  koeficientu  $k$  ar tās fokusa attālumu  $F$  saista sakarība  $kF = 4$ . Izsakot  $x$  kā  $y$  funkciju, atrodam sektora laukumu:

$$SPQ = \int_0^F \sqrt{y/k} dy = \int_0^F \sqrt{4Fy} dy = 2\sqrt{F} \frac{y^{3/2}}{3/2} \Big|_0^F = \frac{4}{3} F^2,$$

kas mūsu gadījumā ir  $4/3$  (a. v.)<sup>2</sup>. Laiks, kurā komētas rādiusvektors šķērsos šo laukumu, ir:

$$t = \frac{SPQ}{\mu_k} = \frac{4/3 \text{ (a. v.)}^2}{\pi\sqrt{2} \text{ (a. v.)}^2 / \text{g}} = \frac{2\sqrt{2}}{3\pi} \text{ gadu} \approx 0,3 \text{ gadi.}$$



Dmitrijs Docenko

JĀNIS JAUNBERGS

## TRĪS JAUNI ŠĀVIŅI TRAJEKTORIJĀ UZ MARSU

Marss ir robotu kapsēta. Tikai vienpadsmit no trīsdesmit diviem Zemes sūtītajiem kosmiskajiem aparātiem sasniedza mērķi un kaut daļēji izpildīja savas misijas. Neveiksmes visbiežāk atgadījās padomju Marsa misijās, kuru primitīvā elektronika parasti izgāja no ierindas ilgi pirms Marsa sasniegšanas. Sāpīgi zaudējumi tomēr nebeidzās ar elektronikas pilnveidošanu. Visu laiku lielākās Marsa misijas avarēja 20. gadsimta deviņdesmitajos gados. Amerikāņu “*Mars Observer*” uzsprāga 1991. gadā netālu no Marsa, kad tas gatavojās iedarbināt bremzēšanas dzinēju. Krievu “*Mars 96*” ar diviem nolaižamajiem aparātiem un diviem virsmas penetratoriem sadega virs Klusā okeāna “*Proton*” nesējaķetes kļūmes dēļ. Šajā sakarā nevar neatcerēties populāro 60. gadu karikatūru par ļauno “Marsa rēgu”, kas lidinās starp Zemi un Marsu, apriņķojot kosmiskos aparātus.

Nekāda “Marsa rēga”, protams, īstenībā nav. Daudzo Marsa avāriju iemesli drīzāk jāmeklē uz Zemes, nevis uz Marsa. Nav jāaizmirst, ka Marsa misijas parasti atrodas kosmiskās tehnoloģijas avangardā un tātad ietver agrāk neizmantotus un nepietiekami pārbaudītus komponentus. Nolaišanos uz Marsa vispār ir grūti izmēģināt laboratorijā, un vislabākā laboratorija šim nolūkam ir pats Marss.

Orģināla, jaunas konstrukcijas Marsa aparāta lieliskākais piemērs bija “*Mars Pathfinder*”. Šis drosmīgās un lētās misijas izdošanās sajūsmināja ne tikai inženierus, bet arī visplašāko publiku. Tikai 29 mēnešus vēlāk tikpat lētā un drosmīgā “*Mars Polar Lander*” avārija atgādina par cenu, kas jāmaksā par atrašanos avangardā. Tagad ir pienācis brīdis mazliet

atkāpties no tehnoloģiskā avangarda un ievākt dividendes no sešus gadus senās “*Pathfinder*” misijas. Šā gada 10. jūnijā un 8. jūlijā palaistie “*Mars Exploration Rover*” (Marsa pētniecības mobīli) ir balstīti uz “*Pathfinder*” konstrukciju. Līdzība ir nepārprotama un netiek noklusēta – tehnoloģiskā pēctecība ir apsveicama, jo demonstrē pieredzes un tradīciju uzkrāšanu. Jāmācās ir ne tikai no pagātnes kļūdām, bet arī no sasniegumiem, tādējādi piepildot “*Pathfinder*” (angl. – ceļvedis) nosaukuma jēgu.

Līdzība starp “*MER*” un “*Pathfinder*” misijām sākas jau ar startu uz “*Delta II*” nesējaķetes.

**Starplanētu pakāpe** (angl. – *cruise stage*) satur visas starplanētu navigācijai un trajektorijas kontrolei nepieciešamās sistēmas. Par energoapgādi gādā gredzenveida Saules bateriju panelis, kas dod 600 vatu enerģijas Zemes attālumā no Saules un 300 vatu – pie Marsa orbītas. Liela daļa no šīs enerģijas pienākas sildītājiem, kas uztur pastāvīgu mobīla elektronikas temperatūru. Aparātam ir tikai vienas “smadzenes”, kas atrodas pašā “*MER*” mobīli. Centrālais borta dators komandē visu pārējo apakšsistēmu funkcijas, sākot ar starplanētu lidojumu, līdz ieiešanai atmosfērā un, visbeidzot, – aktivitātēm uz Marsa virsmas.

**Aeročaula** (angl. – *aeroshell*) sastāv no ablācijas vairoga (angl. – *heat shield*) un aizmugures vāka ar izpletņi. Ablācijas vairogs radīs spēcīgu triecienvilni, aparātam ieejot Marsa atmosfērā ar ātrumu 7,5 km/s. Lielākā kinētiskās enerģijas daļa tiks izkliedēta ugunīgajā triecienvilnī, taču vairoga pakāpeniskā iztvaikošana bremzēšanās fāzē absorbēs to

siltumu, kas citādi apdraudētu nolaižamā aparāta alumīnija struktūru un jutīgo elektroniku. Nobremzējoties līdz 390 m/s, no aeročaulas aizmugures vāka tiks izšauts izpletņis. Bremzēšanai retinātajā Marsa atmosfērā vajag lielu un vieglu izpletni, kam tomēr jābūt ļoti stipram. Izpletņis tāpēc ir viena no atbildīgākajām “MER” aparāta sastāvdaļām, tāpēc tas tika pilnveidots, salīdzinot ar vieglāko “Pathfinder” aparātu.

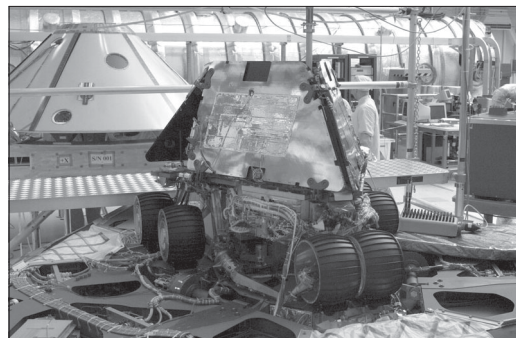
**Bremzēšanās raķetes** tiks automātiski iedarbinātas, tiklīdz “MER” radars sajūtīs Marsa virsmas tuvumu. Trīs nelielās cietās degvielas raķetes apturēs krišanu, dodot dažas sekundes gaisa spilvenu piepūšanai. Salīdzinājumā ar vienkāršajām “Pathfinder” bremzēšanās raķetēm “MER” ietver dažus uzlabojumus. Žiroskopi noteiks precīzu aparāta orientāciju un atkarībā no tās iedegs vairākas mazas palīgraķetes, kam vajadzētu apturēt aparāta sāņus kustību vai šūpošanos zem izpletņa.

**Gaisa spilveni**, protams, ir galvenā raksturīgā iezīme “MER” izmantotajā nolaišanās sistēmā. Gaisa spilvenu salīdzinoši lielā masa ir to galvenais trūkums, salīdzinot ar “Viking” lietoto raķesnolaišanos. Lieliem Marsa kuģiem gaisa spilveni būtu neefektīvi, un tāpēc 2009. gada lielajam “Mars Smart Lander” tādu nebūs. Gaisa spilveni noder maziem aparātiem, kam jānolaižas akmeņainā, bistamā apvidū. Gan “MER”, gan arī britu “Beagle 2” ir labi piemēri misijām, kas racionāli istenojamas ar gaisa spilveniem. Spilvenu piepūšana notiks 300 metrus virs Marsa virsmas, un tālākais kritiens būs samērā drošs. Lai kādā orientācijā “MER” nokristu un apstātos uz Marsa virsmas, pēc gāzes izlaišanas no spilveniem atvērsies tetraedra “ziedlapiņas” un “MER” aparāta sirds un smadzenes – tā mobilis sajūtīs Marsa vējus un atmosfēras putekļu maskēto, blāvo Saules gaismu.

“MER” **mobīļa** nogādāšana uz Marsa virsmas ir vienīgais izejss, kāpēc pastāvēja visas pārējās kosmiskā aparāta daļas. Mobīļa Saules baterijām sajūtot enerģijas pieplūdi, tiks atļauts zinātnisko instrumentu masts, izbīdīti riteņi un reģistrēti pirmie dati nekavējošai noraidei

uz tuvumā esošajiem “MGS” un “Mars Odyssey” pavadoņiem. Šajā brīdī starpplanētu pakāpe jau būs sadegusi Marsa atmosfērā, aeročaulas priekšdaļa un aizmugures vairogs – nomesti, arī vairs nevajadzīgais izpletņis. Būs pienācis laiks pamest pēdējo palīgmehānismu – tetraedriskās “ziedlapiņas”, pie kurām piestiprināti nu jau tukšie gaisa spilveni ar izlietotajiem azīda gāzģeneratoriem. Pēc pirmās panorāmas noraides uz Zemi un pirmās pārnākšņošanas uz Marsa “MER” mobilis saņems otrās dienas darba uzdevumu un sāks naski braukt kādā interesanta zinātniskā mērķa virzienā.

**Panorāmas stereokamera** noteikti būs publikai vīdīgākais instruments. Simt megapikseļu panorāmas, ko šī kamera uzņems dabiskās krāsās zinātnisko mērķu atļai, nebūs viegli pārraidāmas uz Zemi ar pieticīgo 128 kilobitu sekundē ātrumu. Retranslācijas pavadoņi šķērsos katrā “MER” mobīļa atrašanās vietu tikai divas reizes dienā, jo tādas ir “MGS” un “Mars Odyssey” Saules sinhronās orbītas. Lēnāku (3500–12000 bitu sekundē) pārraidi nodrošinās “MER” mobīļu lielā vērsu- ma antenas, kas informāciju pārraidīs tieši uz Zemi neatkarīgi no pavadoņiem. Skaidrs, ka vismaz dažas augstas izšķirtspējas panorāmas tomēr tiks pārraidītas, ir sevišķi no pirmā “MER” mobīļa “Spirit”, kas nolaidīsies topogrāfiski interesantajā Guseva krāterī. Tie solās



“MER” mobilis salocītā veidā.

NASA/JPL foto



būt viskvalitatīvākie attēli, kādi jebkad iegūti ārpus Zemes.

**Mini-TES** (angl. – *Thermal Emission Spectrometer*) ir kartējošais spektrometrs, kas iegūs apvidus fotogrāfijas siltuma staros 5 līdz 29 mikronu diapazonā. Katrs attēla pikselis ietvers pilnīgu spektrālu informāciju, no kuras varēs identificēt iežu sastāvu. Dienā iegūtie attēli labāk parādīs akmeņu mineraloģiju, jo Saules sasildīti akmeņi izstaro vairāk siltuma. Dažus interesantus, spocīgus infrasarkanos attēlus paredzēts uzņemt arī naktī.

**Mikroskops** tiks izmantots kombinācijā ar akmeņu slīpēšanas instrumentu. Tas ir montēts uz trīs locītavu mehāniskās “rokas” kopā ar Mesbauera spektrometru un alfa-rentģena spektrometru. Mikroskops uzņems vienu megapikseli lielus melnbaltus attēlus.

**Mesbauera spektrometrs** ir piemērs tiem daudzajiem analītiskās ķīmijas instrumentiem, kas ir izstrādāti jau sen, taču dažādu iemeslu – dārdzības vai ekspluatācijas neērtuma – dēļ nav populāri Zemes laboratorijās. Mesbauera spektrometri ir šauri specializētas ierīces, kas tomēr balstās uz ārkārtīgi elegantu un fundamentālu principu. Radioaktīvā kobalta izotops  $^{57}\text{Co}$  sabrūk par  $^{57}\text{Fe}$  izotopu un izstaro gamma kvantus ar precīzu enerģiju, ierosinot dzelzs atomu kodolus pētāmajā paraugā. Taču ierosināšanai nepieciešamo enerģiju mazliet ietekmē parauga dzelzs atomu ķīmiskais stāvoklis, piemēram, oksidēšanās pakāpe. Šie ķīmiskie efekti izrādās ar to pašu kārtas lielumu kā gamma kvantu Doplera nobīde, ja starojuma avots kustas ar dažu cm/s lielu ātrumu. Starojuma avota vibrācija ar precīzi zināmu ātrumu ļauj selektīvi ierosināt tikai noteikta veida dzelzs minerālus un tādējādi noteikt dzelzs ķīmisko formu paraugā pēc sekundārā gama starojuma. Starojuma avots gan ir tik vājš, ka viena parauga mērījums ilgs 12 stundas – acimredzot Mesbauera instruments tiks darbināts naktī, kad “MER” mobilī enerģijas tautpīšanas nolūkā apstāsies pārnakšņošanai. Mesbauera spektrometrs būs īpaši svarīgs otrajam “MER” mobilim “*Opportunity*”, kas nolai-

disies ar hematītu (dzelzs oksīdu) klātajā *Meridiani Planum* rajonā.

**Alfa-rentģena spektrometrs** (angl. – *AXS*) ir “*Pathfinder*” *APXS* instrumenta tuvs radnieks. Apstarojot pētāmo paraugu ar alfa daļiņām, tas uztvers ierosināto rentģena fluorescences starojumu, kura kvantu enerģija ir raksturīga katram smagajam ķīmiskajam elementam. Vieglo elementu koncentrācijas savukārt tiks noteiktas pēc alfa daļiņu izkliedes, kopumā iegūstot samērā precīzu Marsa minerālu elementanalīzi.

**Magnēti** ir visvienkāršākie “MER” instrumenti. Katram “MER” mobilim ir trīs magnēti, kuru mijiedarbību ar Marsa putekļiem novēros panorāmas kamera, kā arī uz mehāniskās rokas montētais mikroskops. Viens magnēts uztvers magnētiskās daļiņas, kas radīsies iežu slīpēšanā, otrs pievilks magnētiskos putekļus, bet trešais – atgrūdis putekļus. Marsa putekļi ir viendabīgs visas Marsa virsmas paraugs, un magnētu savāktie putekļi tiks analizēti ar *APX* un Mesbauera spektrometriem. Jāatzīmē, ka “MER” magnētus tāpat kā “*Pathfinder*” magnētus izstrādāja Klīvlendas Marsa biedrības aktīvistis un zinātniskās fantastikas autors Džefrijs Landis.

**Palīgkameras** uzņems daudzus nelielus melnbaltus attēlus, kas būs interesanti ar to neparastajiem rakursiem. Divas no šīm kamerām tiks izmantotas apvidus navigācijai, bet pārējās četras – lai izvairītos no lieliem akmeņiem.

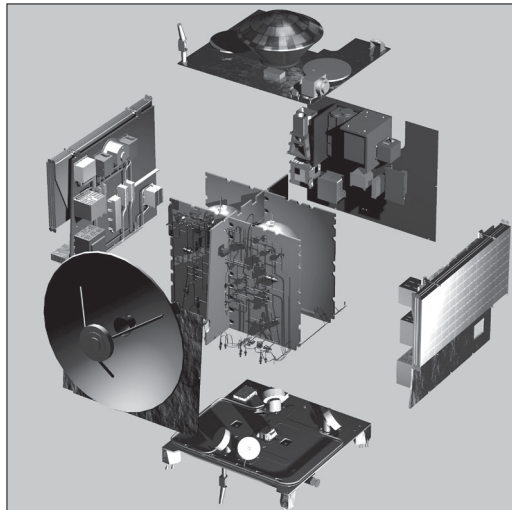
Abu “MER” mobilu instrumenti tika izstrādāti “*Athena*” programmas ietvaros, to lidojums bija sākotnēji iecerēts 2001. gadā ar “*MPL*” līdzīgo “*Mars Surveyor 2001*” nolaižamo aparātu. Pēc “*MPL*” avārijas 1999. gada 3. decembrī “*Athena*” misija diemžēl tika atcelta, taču instrumentu komplekts “izdzīvoja” un tagad ceļo trajektorijā uz Marsu ar “MER” mobiljiem, turklāt – divos eksemplāros!

Neveiksmīgu misiju instrumentu atkārtota izmantošana turpmākajos lidojumos kļūst par tradīciju. Varbūt tā ir daļa no stratēģijas cīņā ar “Marsa rēgu”, kura apetīte uz Marsa robo-

tiem tik drīz nepazudis. Marsa misijās iesaistītie zinātnieki ir pelnījuši iespējas sasniegt Marsu ar saviem instrumentiem, pat ja pirmie mēģinājumi tik bieži ir neveiksmīgi. Instrumentu rezerves eksemplāru sūtīšana uz Marsu ļāva atgūties no *“Mars Observer”* avārijas – plaši zināms, cik fantastiski ražīgi *“Mars Global Surveyor”* pavadoņi tagad darbojas ar *“Mars Observer”* kameras rezerves kopiju.

Šogad otro izdevību saņēma arī eiropiešu Marsa pētnieki. Krievu milzīgā *“Mars 96”* misija bija apgādāta ar daudziem Vācijā un Francijā būvētiem instrumentiem. Pēc *“Mars 96”* avārijas valdošajā drūmajā gaisotnē radās ideja par *“Mars Express”*. Apvienojot daļu no *“Mars 96”* instrumentiem ar *“Rosetta”* kosmiskā aparāta rezerves eksemplāru, radās Eiropas pirmā patstāvīgā Marsa zonde *“Mars Express”*, kas tika palaista ar krievu *“Sojuz/Fregat”* nesējraķeti šā gada 2. jūnijā.

No tehniskā viedokļa *“Mars Express”* instrumenti ne par matu neatpaliek no daudzajiem amerikāņu instrumentiem, kas darbojas Marsa orbītā. Kosmiskā tehnoloģija jau sen ir nostip-



*“Mars Express”* uzbūve.

ESA 2001, Medialab datorgrafika

rinājusies kā akadēmiska disciplīna, un brīvā studentu apmaiņa nodrošina tehnoloģiskās kultūras homogenitāti. Eiropas planetologu pro-



*“Mars Express”* izmantotā *“Sojuz”* raķete.

ESA/Starsem foto

blēma ir piecas reizes zemākais kosmisko zinātņu finansējuma līmenis, salīdzinot ar NASA. Par spīti trūcīgajiem līdzekļiem, "Mars Express" ir lielisks aparāts, kas veiksmes gadījumā uz Marsa atklās ne vienu vien pārsteigumu.

**Augstas izšķirtspējas stereokamera** dabiskās krāsās kartēs visu Marsa virsmu ar 10 metru izšķirtspēju, desmit reizes uzlabojot pašreizējās Marsa kartes, kas balstītas uz "Viking" attēliem. Īpaši izraudzītus mērķus varēs nofotografēt pat 2 metru izšķirtspējā, līdzīgi "MGS" attēliem.

**OMEGA spektrometrs** ir paredzēts minerālu kartēšanai redzamajā un tuvajā infrasarkanajā gaismā, gluži kā to jau dara "Mars Odyssey" infrasarkanais spektrometrs.

**SPICAM spektrometrs** reģistrēs atmosfēras absorbcijas joslas ultravioletajā un tuvajā infrasarkanajā diapazonā. Ultravioletā absorbcija ir raksturīga ozonam, bet infrasarkanā – ūdens tvaikiem un oglekļa dioksīdam. *SPICAM* varētu atklāt ar vulkānismu saistītus tvaika avotus, bet tā primārais zinātniskais mērķis ir atmosfēras mitruma pārmaiņas Marsa gadalaiku gaitā.

**PFS spektrometrs** uzņems Marsa atmosfēras spektrus tuvajā un tālajā infrasarkanajā diapazonā no 1,2 μm līdz 45 μm viļņa garumam. Oglekļa dioksīda absorbcija noteikti dominēs, taču spektri uzrādīs arī reto gāzu koncentrācijas. Metāns vai formaldehīds Marsa atmosfērā pagaidām nav konstatēti, bet to klātbūtne liecinātu par dzīvības procesiem Marsa dzīlēs.

**ASPERA** ir četru sensoru komplekts, kas analizēs plazmu un neitrālās gāzes Marsam tuvajā kosmiskajā telpā. Saules vēja bombardētā Marsa atmosfēra pamazām "iztvaiko", jo atmosfēras augšējo slāņu molekulas sadursmēs ar Saules vēja joniem tiek "izsistas" no atmosfēras un aizlido kosmosā. Atmosfēras zudumu izpratne ļautu ekstrapolēt atmosfēras apjomu gan pagātnē, gan nākotnē. Biezāka atmosfēra nozīmētu siltāku klimatu mijardiem gadu senā pagātnē, un tāpēc ļoti iepriecinātu eksobiologus, kurus interesē hipotētiskās Marsa dzīvības vēsture.

**MARSIS radars** ir pats daudzsoļīgākais "Mars Express" instruments. Radari ir pētījuši Venēru, un *Cassini* radars drīz pētīs Titānu. Venēras un Titāna gadījumā radari palīdz saskatīt virsmu cauri mākoņainai atmosfērai, bet Marsa noslēpumi vairs nav uz tā virsmas. *MARSIS* radars zondēs Marsu ar radio impulsiem un uztvers radio atbalsis no vairāku kilometru dziļuma, kur vajadzētu slēpties Marsa gruntsūdeņiem. Ar *MARSIS* radaru vien pietiktu, lai attaisnotu "Mars Express" programmas pieticīgo 150 miljonu eiro lielo budžetu.

**"Beagle 2" zonde** ir eiropiešiem netipiska avantūra, ar kuru daži britu planetologi node monstrēja jaunu paņēmieni naudas izvilksanai no neatsaucīgas valdības. Profesors Pillingers un viņa grupa uzbūvēja "Beagle 2" nolaižamo aparātu par kredītu, kura atmaksāšanai apbrīnojāmā kārtā izdevās iegūt britu valdības finansējumu un citus grantus. Varbūt "Beagle 2" parādīs, ko uz Marsa var paveikt tie, kam ir ne tikai vēlēšanās, bet arī drosme riskēt ar savu galvu. Nieka 30 kilogramus smagais "Beagle 2" ietver līdzīgus instrumentus kā "MER" mobilī. Piedevām "Beagle 2" ir aprīkots ar kabeli piesaistītu "kurmi", kas var ierakties līdz metra dziļumam Marsa gruntī un iegūt paraugus analīzei ar nelielu masas spektrometru. Masas spektrometrs ir aprīkots ar paraugu karsēšanas krāsnīņām, tātad tas varēs no iežiem desorbēt tādas gāzes kā argonu. Argona izotopa <sup>40</sup>Ar koncentrācijas attiecība pret kālija izotopu <sup>40</sup>K liecina par iežu vecumu, jo <sup>40</sup>K radioaktīvi pārvēršas par <sup>40</sup>Ar ar 1,3 miljardu gadu pussabrukšanas periodu. Masas spektrometra kombinācija ar rentgena fluorescences spektrometru ir "Beagle 2" galvenais trumpis, kas pirmo reizi Marsa izpētes vēsturē ļaus radioķīmiski datēt iežus. Vienīgais "Beagle 2" trūkums ir nespēja pārvietoties. Lieliskie instrumenti varēs īstenot savu potenciālu tikai tad, ja tuvumā būs interesanti akmeņi.

Gluži tāpat kā "MER" mobilī, arī "Beagle 2" ietrieksies Marsa atmosfērā pa hiperbolisku

trajektoriju tiešā ceļā no starpplanētu telpas. Starpplanētu pakāpes lomā tam kalpos "Mars Express" pavadoņi, kas kontrolēs "Beagle 2" trajektoriju un orientāciju. Piecas dienas pirms Marsa sasniegšanas "Mars Express" notēmēs un izmetīs "Beagle 2", pēc tam "Mars Express" trajektorija tiks koriģēta, lai tas nesekotu "Beagle 2" pēdās un nesadegtu Marsa atmosfērā.

Bremzēšanās Marsa atmosfērā noritēs līdzīgi kā "MER" mobilēm, un notikumu secība ir būtībā tāda pati. Lielākā daļa no Mach 31,5 starpplanētu ātruma tiks izkliedēta Marsa atmosfēras augšējās slāņos, pēc tam no aerocaulas tiks izšauts palīgizpletņi un nomests priekšējais siltumaizsardzības vairogs. Turpmāko kritienu bremzēs galvenais izpletņi. Neilgi pirms trieciena pret Marsa virsmu gāzģeneratori piepūstīs trīs gaisa spilvenus, un trieciena brīdī izpletņi atdalīsies, ļaujot "Beagle 2" brīvi kūleņot pa virsmu. Gaisa spilveni pēc kustības apstāšanās arī tiks atdalīti, un "Beagle 2" atvērsies kā kabatas pulkstenis, atvāžot Saules bateriju paneļus un mehānisko roku ar instrumentu "ķekaru". Cerams, ka milzīgajā un vizuāli garlaicīgajā *Isidis* lidzenumā (11°N, 270°W) "Beagle 2" darbosies vismaz 6 mēnešus. Veiksmes gadījumā tā apskaužamā zinātniskā kvalitāte būs nopietns izaicinājums visiem tuvās un tālās nākotnes Marsa projektiem.

Eiropieši ir mācījušies no amerikāņu 90. gadu panākumiem, konkrēti – no tā, kā amerikāņi atguvās pēc "Mars Observer" zaudē-

juma. Diemžēl šķiet, ka japāņi drīz piedzīvos savu pirmo Marsa neveiksmi. Japāņu nelielais, bet daudzsološais aparāts "Nozomi" riņķo heliocentriskā orbitā jau kopš 1998. gada. Nepietiekamā paātrinājuma dēļ tas nespēja sasniegt Marsu pa plānoto trajektoriju un tam nācās izdarīt divus gravitācijas manevrus heliocentriskās orbitas paplašināšanai līdz Marsam. Šie Zemes pārlidojumi ir beidzot devuši pietiekamu ātrumu Marsa sanieģšanai, taču pieci gadi starpplanētu telpā liek sevi manīt. Saules uzliesmojuma laikā 2002. gada 21. aprīlī "Nozomi" saņēma pārmērīgu radiācijas devu, tāpēc tā galvenais raidītājs un termoregulācijas sistēma izgāja no ierindas. Pagaidām vēl darbojas mazais palīgraidītājs, taču ar to nevar pārraidīt lielākus datu apjomus. Lai gan "Nozomi" zinātniskā misija ir sadūries ar neveiksmi, vēl ir palikušas cerības to ievadīt Marsa orbitā un tādējādi gūt vismaz formālu mierinājumu. Šis misijas zinātniskie uzdevumi dublējas ar "Mars Express" ASPERA instrumentu, "Nozomi" plānotie pētījumi tātad neizpaliks, tos izdarīs eiropieši.

Skaidrs, ka 2003. gads ir satraucošs un daudzsološs visiem Marsa entuziastiem. Marsa lielā opozīcija ir pamudinājusi veselu trīs jaunu šaviņu palaišanu Marsa virzienā, turklāt šo aparātu kvalitāte ir nepieredzēti augsta. Maldīgi domāt, ka pēc 1976. gada "Viking" misijām Marss jau ir "izpētīts", jo istais civilizācijas uzbrukums Marsam tikai sākas.

#### Saites:

<http://mars.jpl.nasa.gov/mer/> – "MER" mobilu lapa.

<http://athena.cornell.edu/> – "Athena" instrumentu lapa.

[http://www.esa.int/export/SPECIALS/Mars\\_Express/index.html](http://www.esa.int/export/SPECIALS/Mars_Express/index.html) – "Mars Express" lapa.

<http://www.beagle2.com/index.htm> – "Beagle 2" lapa.

<http://www.isas.ac.jp/e/enterp/missions/nozomi/> – "Nozomi" pavadoņa lapa. D

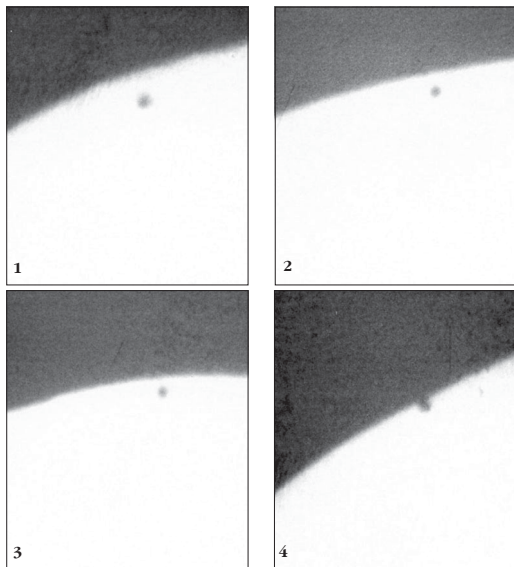
Par "Zvaigžņotās Debess" abonēšanu 2004. gadam sk. *Astronomiskā kalendāra 2004* vāku 4. lpp.

ILGONIS VILKS, MĀRTIŅŠ GILLS

## MERKURA NOVĒROJUMI LU ASTRONOMISKAJĀ TORNĪ

2003. gada 7. maijā bija novērojama samērā reta astronomiska parādība – Merkura pāriešana Saules diskam. Iepriekšējo reizi tā notika 1999. gadā, bet Latvijā nebija novērojama slikto laikapstākļu dēļ. Nākamo reizi šī parādība Latvijā būs redzama tikai 2016. gadā. 21. gadsimtā Merkurs šķērsos Saules disku pavisam 14 reizes. Planētas redzamais diametrs apakšējā konjunktijā, kad notiek pāriešana, ir 12–14 loka sekundes, un tas ir neliels salīdzinājumā ar Saules disku, kura vidējais diametrs ir 1922 loka sekundes. Šā iemesla dēļ nelielā teleskopā planēta uz Saules diska redzama kā mazs, melns punktiņš. Tās disks kļūst redzams tikai lielā (50–100 reižu) palielinājumā.

Astronomiskais notikums sākās trešdienas rītā neilgi pēc pulksten astoņiem, un ap šo laiku nelielajā Latvijas Universitātes Astronomiskajā tornī bija aktīva rosība (*sk. fotoreportāžu 56. lpp.*), kas parasti ir ziemas sezonā trešdienas vakaros. Pirmais, ko uz Saules attēla varēja redzēt, bija liela Saules plankumu grupa, tomēr jau neilgi pēc plānotā sākuma brīža izdevās ieraudzīt arī pašu Merkuru kā mazu tumšu punktiņu (daudz mazāks salīdzinājumā ar tā brīža lielāko Saules plankumu). Parādības sākumu novērot traucēja puscaurspīdīgi mākoņi, kas vēlāk izklīda, un tad mākoņu spraugās Merkurs bija redzams itin labi. LU Astronomiskajā tornī bija sapulcējušies vairāk nekā 10 astronomijas amatieri un skolēni – ekskursanti. Saule tika projicēta uz kupola sienas ar 22 cm Ņūtona sistēmas reflektoru, līdz ar to visi interesenti varēja vienlaikus aplūkot spidekli. Laikā no 8<sup>h</sup>13<sup>m</sup> līdz 13<sup>h</sup>32<sup>m</sup> Mer-



Merkura pāriešana Saules diskam.

*I. Vilka foto*

kurs nesteidzīgi šķērsoja Saules diska augšdaļu no labās puses uz kreiso (tā tas izskatījās projekcijā) un pēc tam pazuda skatienam. Parādības beigās no 13<sup>h</sup>15<sup>m</sup> līdz 13<sup>h</sup>28<sup>m</sup> projicētais attēls tika fotografēts ar parastu fotoaparātu. Četrās fotogrāfijās redzama Merkura tuvošanās Saules diska malai (*sk. att.*). Tā kā kupola virsma nebija līdzena, dažos attēlos Saules disks nav apaļš, bet izkropļots. Ekspozīcija – automātiska, filma “Kodak Color 200”.

Merkura novērojumi bija laba sagatavošanās Venēras pāriešanas novērojumiem nākamā gada 8. jūnijā. D

## SAULES APTUMSUMA FOTOGRĀFIJU KONKURSA REZULTĀTI

2003. gada 31. maija rīts būtu raksturojams kā laiks ar “mainīgu mākoņu daudzumu”, kas ne vien ļāva novērot Saules aptumsumu, bet arī to fiksēt interesantās fotogrāfijās. Īpaši jau tiem, kas aptumsumu novēroja Rīgā – kādu pusstundu pēc sākuma debesis lēnām pārklāja mākoņi, un maksimuma fāzi varēja vērot pavidam starp mākoņiem. Veidojās vizuāli ārkārtīgi savīļņojoša aina. Kā izteicās viens Latvijas Televīzijas pārstāvis, kas aptumsumu filmēja no viesnīcas “*Reval Hotel Latvija*” jumta, “*te vairs nav tikai aptumsums, te ir māksla*”. Savukārt citās Latvijas vietās bija tieši otrādi – aptumsuma sākums bija stipri apmācies, bet nobeigums – pie dzidrām debesīm.

To, ka fotografēt bija interesanti, apliecina arī žurnālam “*Zvaigžņotā Debess*” atsūtītās lasītāju iegūtās fotogrāfijas. Kopumā savus darbus iesniedza septiņi autori, kā arī viens lasītājs atsūtīja savu novērojumu iespaidus. Lai arī mēs zinām, ka lielisko astronomisko parādību vēroja un arī fotografēja ne viens vien interese, mēs esam pārliecināti, ka mums fotogrāfijas atsūtīja paši aktīvākie. Žurnāla lappusēs varam aplūkot labākos un interesantākos kadrus (*sk. att. 54., 55. lpp.*).

Interesanti, ka arī šī aptumsuma laikā tika novērotas pārmaiņas apkārtējā dabā. Piemēram, **Aleksejs Sokolovs** raksta, ka Saulkrastos maksimālās fāzes laikā novērojis to, ka kļūva vēsāks par diviem grādiem, kā arī putni pārtrauca dziedāšanu. Lai arī nav precīzi zināms, vai minētajām parādībām nevarēja būt citi iemesli, šis novērojums ir interesants.

Bet tagad par foto konkursu. Kā jau redzams, konkurss nebija plašs, bet interesants.

Dalībnieks **Gints Freimanis** no Liepājas atsūtīja uz redakciju trīs attēlus, kuriem ar digitālām metodēm novērsis uz foto materiāla oriģināla radušos defektus. Labi izdevušies gan sākuma, gan maksimālās fāzes kadri. **Egmonts Pavlovskis** aptumsumu novēroja Engures jūrmalā. Ir iegūti tiešām lieliski kadri. Fotografēšanai tika izmantots objektīvs *MTO-11*, “*Zenit 12XP*” fotoaparāts, paštaisīts statīvs un fotofilma “*Fuji S100*”. Konkursa dalībniece **Elīna Graudiņa** piedāvāja divus attēlus. Vienā no tiem ir vienlaikus redzama gan pati Saule, gan tās daudzkārtējais atspulgs Daugavas viļņos. Lasītājs ar pseidonīmu **Nbinc** savā mājaslapā ir publicējis vairākus Saules aptumsuma attēlus (adrese <http://www.nbinc.lv/data/xml.at.htm#c045>). Savukārt lasītājs **Elmārs Lipenbergs** atsūtīja digitālu attēlu, kur aptumsuma fāze ir tuva maksimālajai. **Māris Dambis** no Valmieras mūsu uzmanībai piedāvā vienu, bet kvalitatīvu attēlu. Kā pats raksta: “*Sākums saullēktam bija čābisks. Taču vajadzīgajā brīdī mākoņi paretinājās, paspīdēja sirpītis.*” Žurnāla “*Zvaigžņotā Debess*” pastāvīgais lasītājs **Jānis Blūms** atsūtīja septiņus attēlus, kuros ir fiksēta Saules projekcija, kas iegūta ar teleskopa palīdzību.

Izvērtējot visus saņemtos Saules aptumsuma attēlus, organizētāji nolemj apbalvot Egmontu Pavlovski (Engure) kā **pirmās** vietas ieguvēju, bet Māri Dambi (Valmiera) un Gintu Freimani (Liepāja) attiecīgi kā **otrās** un **trešās** vietas ieguvējus. Minētie autori saņems žurnāla redakcijas piemiņas veltes un diplomus!

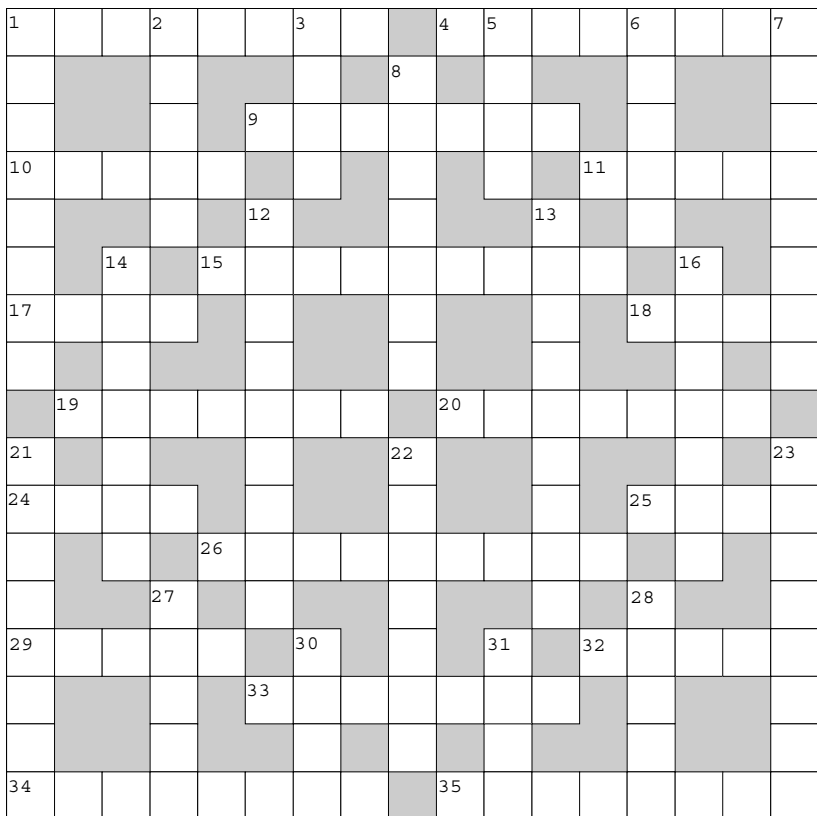
Veiksmi arī turpmāk! D

# KRUSTVĀRDU MĪKLA

*Līmeniski.* **1.** Astronoms (1394–1449), Samarkandas observatorijas dibinātājs. **4.** Krievu kosmonauts, trīsreiz pabijis kosmosā. **9.** Krētas valdnieka Minoja meita (grieķu mitoloģijā). **10.** Jebkura no 32 debespusēm, ko senāk izmantoja, nosaucot, kādā virzienā no novērotāja atrodas attiecīgais punkts. **11.** Pērkona un lietus pavēlnieks (igauņu mitoloģijā). **15.** Siks Saules sistēmas ķermenis, kas nokritis uz Zemes. **17.** Krievu automātisko Mēness staciju sērija. **18.** Austriešu fiziķis (1838–1916), veicis pētījumus mehāniskajā aerodinamikā. **19.** Jupitera pavadonis. **20.** Urāna pavadonis. **24.** Latīņu alfabēta burts. **25.** Rimties. **26.** Periodiska Zemes rotācijas ass virziena maiņa. **29.** Maiņzvaigznes. **32.** ASV astronoms, kurš 1930. gadā atklāja Plutonu. **33.** Debess Dienvidu puslodes zvaigznājs. **34.** Zvaigzne Skorpiona zvaigznājā. **35.** ASV astronauts, kurš kosmosā pabija 1985. gadā.

*Stateniski.* **1.** Urāna pavadonis. **2.** Apzināta tieksme, vēlēšanās. **3.** Franču fiziķis (1859–1906), Nobela prēmijas laureāts. **5.** Zodiaka zvaigznājs. **6.** Debess Ziemeļu puslodes zvaigznājs. **7.** Urāna pavadonis. **8.** Zvaigzne Dviņu zvaigznājā. **12.** Zemes vai debess puslode (*svešvārds*). **13.** Sengrieķu astronoms (ap 90–168), darba “*Almagest*” autors. **14.** ASV astronauts, veicis pirmo pilotējamo lidojumu ap Mēnesi. **16.** Izstrādājums, kas rada magnētisko lauku. **21.** Urāna pavadonis. **22.** Urāna pavadonis. **23.** ASV astronauts, četrreiz pabijis kosmosā. **27.** Pirmā ASV sievietē–astronaute. **28.** Itāļu fiziķis (1745–1827), metāna atklājējs. **30.** Nīderlandiešu astronoms, Galaktikas dinamikas pamatlicējs. **31.** Kalnu sistēma Dienvidamerikā.

Sastādījis **Ollerts Zibens**



NATĀLIJA CIMANOVIČA

## LAI DZĪVEI UN MATEMĀTIKAI STINGRI PAMATI



Skolotājs O. Treilībs ar saviem skolēniem 1950. gadā.

**Par matemātikas skolotāju Oto Treilību.** Rudens – kārtējo reizi kārtējo mācību sākumlaiks. Patiesi sākumlaiks, un arī secīgo pakāpienu iesākums. Un kārtējo reizi atceramies, ka matemātikā nedrīkst iztrūkt neviens no iepriekšējam pakāpitēm. Un ka matemātikas zināšanu ēkai jābalstās uz stingra pamata. Šā raksta autorei matemātisko zināšanu un analītiskās domāšanas pamatus mācīja Oto Treilībs – viņš savu pedagoģisko darbību sāka kā pamatskolas skolotājs, bet vēlāk jau bija mūsu Universitātes mācībspēks.

Oto Treilībs dzimis 1913. gada 14. decembrī Ventspilī, zvejnieka ģimenē. Pēc Ventspils pamatskolas beigšanas no 1928. gada O. Treilībs mācījās Ventspils valsts ģimnāzijā, ko beidza 1932. gadā. Slikto materiālo apstākļu dēļ viņš nevarēja tūlīt turpināt izglītību un strādāja dažādus gadījuma darbus – galdniecībā, zvejniecības kooperatīvajā sabiedrībā, zivju žavētavā. Šādi iekrājis līdzekļus un vēl va-

sarās piepelnoties, viņš no 1937. līdz 1939. gadam mācījās Jelgavas Valsts skolotāju institūtā. 1939. viņš uzsāka skolotāja darbu Rīgas pilsētas 47. (vēlāk 48.) pamatskolā, kur strādāja līdz 1944. mācību gada beigām. 1940./41. mācību gadā O. Treilībs arī pildīja skolas mācību daļas pārziņa pienākumus. No 1942. gada paralēli darbam skolā tika uzsāktas studijas Latvijas Universitātes Matemātikas fakultātē, bet tās pārtrauca karš. Studijas tika atjaunotas 1946. gada septembrī un pabeigtas 1950. gada pavasarī. Jau 1949. gadā O. Treilībs atsāka skolotāja darbu, ko turpināja līdz 1958. gadam. Šis darbs ritēja Rīgas 4., 11. un 51. vidusskolā.

Tātad 1939. gada rudenī Rīgas pilsētas Jura Neikena 47. pamatskolā ieradās jauns matemātikas skolotājs. Sportisks, enerģisks, prasīgs un – ļoti prasmīgs. Gribot negribot matemātikas pamatus apguva arī “tālās galerijas” apdzīvotāji, no stabiliem divniekiem pārceļoties





O. Treiliba vecāki – Vilhelms un Anna Treilibi.  
*Fotogrāfija "Konkurence" Ventspilī.*

uz stabiliem trijniekiem. Skolotāja autoritāti stiprināja arī dažādās ārpusklases nodarbības, kurās jaunais skolotājs piedalījās ar tikpat lielu aizrautību kā viņa audzēkņi. Arī vairākdienu ekskursijās no rītiem bijām spiesti doties rītarosmē. Kā jau tas ir pusaudžu vecumā, mēs instinktīvi izjutām skolotāja Treiliba dziļi labvēlīgo attieksmi pret mums un tāpēc centāmies viņu ipaši nekaitināt (cik nu to iespējām...). Arī pēc daudziem gadiem, jau pēc kara, kad rīkojām karu pārcietušo skolēnu saietu, kā skolotāju pārstāvi ielūdzām Oto Treilibu.

Darba mūža otrajā posmā – no 1958. gada septembra līdz 1991. gada vasarai – Oto Treiliba darba gaitas bija saistītas ar Latvijas Universitāti. Tur noiets ceļš no asistenta līdz Fizikas–matemātikas fakultātes docentam. 33 gados, lasot lekcijas, vadot praktiskos darbus



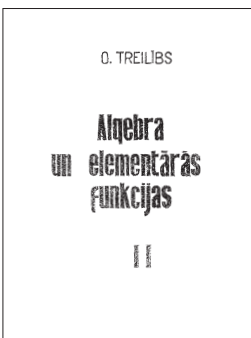
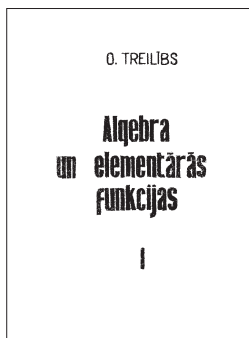
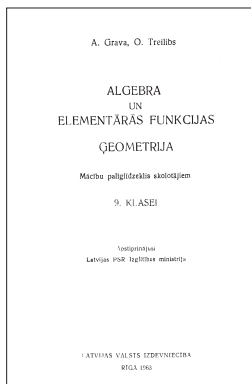
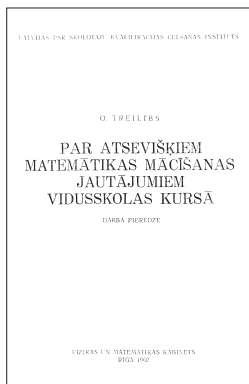
Ar dzīvesbiedri ārsti Veru savas mātes 80 gadu jubilejā.

matemātikā dažādu fakultāšu studentiem, galvenā uzmanība tika veltīta nākamo pedagoģu gatavošanai.

Oto Treilibs ļoti lielu uzmanību pievērsa adekvātiem uzskates līdzekļiem, it īpaši ģeometrisko figūru telpiskās izpratnes attēlojumam. Savas zināšanas un pieredzi viņš dāsnīgi deva citiem. Viņš ir publicējis daudzus zinātniski metodiskus darbus par matemātikas mācīšanu skolās un matemātikas pasniegšanu augstskolu sagatavošanasursos, ir līdzautors divām mācību grāmatām, izveidojis daudzus oriģinālus palīg līdzekļus ģeometrijas mācīša-

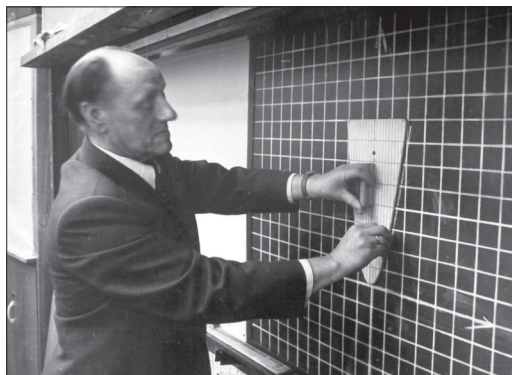


O. Treilibs hokeja laukumā.



Dažu Oto Treilība sarakstīto grāmatu titullapas. Vēl ir *“Matemātikas kabineta pilnveidošana”*.

naī. Dažādos darba posmos O. Treilībs bija lektors Latvijas Universitātes sagatavošanasursos, skolotāju kvalifikācijas celšanas kur-



sos, piedalījās skolēnu matemātikas olimpiāžu rīkošanā.

Bet par īpašo Oto Treilība lolojumu kļuva Latvijas Universitātē izveidotais matemātikas mācīšanas kabinets. Te no vadības pulsts ir iespējams atvērt sienās iebūvētas “slēptuves” un parādīt studentiem dažādas matemātiskas figūras un citus uzskates līdzekļus. Kabinets tapa 1975.–1978. gadā. Tā izveidi noteica Oto Treilība jaunības gados iegūtās galdnieka iemaņas, kas darīja iespējamu kvalificētu šā darba vadību, līdzdarbojoties arī pašam.

Prieks, darbojoties galdniecībā, pavadīja O. Treilību visu mūžu. Paša mājas viņš izgatavoja visas vajadzīgās mēbeles, arī izrotāja tās ar mākslinieciskām intarsijām.

Oto Treilība daiļuma izjūtas neatņemama sastāvdaļa bija mūzika. Dziesmu drauga gaitas viņš aizsāka Ventspilī, kur kā Evaņģēliski luteriskās draudzes kora dziedātājs jau piedalījās Dziesmu svētkos. Līdz ar studijām Latvijas Universitātē pēckara periodā aizsākās viņa



Auditorijā. *Pa labi*: paša izveidotajā matemātikas kabinetā Latvijas Universitātē.



O. Treilibs ar kora "Tēvzeme" ilggadējo dirigentu Harald Medni un kora vīriem.

darbība Universitātes vīru korī, kas pēc tam pārtapa vīru korī "Tēvzeme". Vīru dziesmai O. Treilibs paliek uzticīgs visu mūžu, taču viņam ir tuvas arī citas mūzikas jomas. Kopā ar ģimeni viņu bieži varēja satikt simfoniskās mūzikas koncertos, operā un citās muzikālās aktivitātēs.

Atceroties skolotāju Oto Treilibu, godinām ne vien viņu – gaišo un prasīgo, bet ceļam gaismā to pedagogu paaudzi, kura brīvas valsts apstākļos audzināja garīgi brīvus pilsoņus.

**Par skolas doto ievirzi.** Skola ir allaž ciešā mijiedarbībā ar sabiedrību un valsti. Skola nedzīvo izolētu dzīvi, tajā atspoguļojas visas sabiedrības pretrunas un problēmas. Pamatskola, vidusskola, augstskola – katrā šajā posmā savā veidā ienāk attiecīgais laikmets. Latvijas skolu kopš pirmsākumiem ir daudzreiz tricīnājušas valsts varas maiņas, no tām sešas – iepriekšējā gadsimtā. Trīs reizes šī maiņa ir notikusi kara dārdos. Tomēr audzēkņiem parasti mācību laiks paliek gaišā atmiņā, jo jaunībai ir savi likumi. Šo gaišumu mēs nesam sev līdzī visu mūžu, katras skolas garīgā atmosfēra ir mūsu neatņemama dvēseles bagāža, kas nosaka mūsu personību bieži vien pat vairāk nekā ģimene.

Rīgas pilsētas Jura Neikena 47. pamatskolā pašreizējā izpratnē vajadzēja valdīt nebeidzamiem konfliktiem, jo tajā daudzi bērni bija, kā toreiz teica, sveštautieši. Mācību valoda bija

latviešu, bet mājās runāja kā nu kurais – krieviski, poliski, idišā, vāciski, pat turciski. Bet savā starpā mēs bez kādas piespiešanas arī ārpus skolas runājām tikai latviski. Un tas nebūt netraucēja katras ģimenes īpatnējo gaisotni. Kāda no mūsu klases ebreju meitenēm, Sija Izraileviča, brīnumainā kārtā izdzīvojusi Rīgas geto šausmās, tagad dzīvo ārzemēs, nesen iebraukusi Rīgā, kārtojot darīšanas valsts iestādē, tika uzjautāta – kā gan viņa tik labi runā latviski? Atbilde bija: "*Dzimto valodu taču nevar aizmirst!*"

Skolā pēc 1934. gada ieviesa ticības mācības stundas – katrai konfesijai savas. Mācījās arī ateistu bērni, tiem vadīja speciālas ētikas stundas. Atceros tikai vienu reizi, kad kāds no audzēkņiem, acīmredzot ģimenes ietekmē, izteica nicinošu piezīmi par kādu no minoritātetēm, sekoja skolotājas ļoti stingrais un kategoriskais: "*Vīsi bērni ir vienādi!*" Skolotāji arī kategoriski nostājās pret mantisko atšķirību akcentēšanu. Kādai meitenei bija smalkas zeķes, par tām tika aizrādīts. Reiz kādam no mums bija līdzpaņēmti banāni – tais laikos dārgs gardums. Un arī uz to tika norādīts: "*Neņem līdzī kaut ko tādu, ko citi nevar atļauties!*"

Mūsos veidoja arī apziņu par saistību ar pasaules notikumiem. Aktīvi interesējāmies par tālaika notikumiem – Spānijas pilsoņu karu, Itālijas–Abesinijas konfliktu, pavisam cieši – par tuvajiem notikumiem Eiropā.

Audzēkņu personības veidošanā izcila loma bija vēstures mācībai. Ar degsmi vadītās stundas veidoja lepnumu par piederību šai valstij. Valstiskums veidojās kaut kā nemanāmi, bez skaļiem vārdiem. Zinājām, ka aiz mums ir varonīgas un spēcīgas paaudzes, ka esam to pēcteči. Garīgo vērtību pēctecība nodrošināja personības stabilitāti.

Rainis ir teicis: "*Ceļa puse ir pie pirmā soļa aiz sliekšņa.*" Par ievirzi šai ceļā mēs nekad nevaram būt diezgan pateicīgi saviem skolotājiem.

*Rakstā izmantotas skolotāja Oto Treiliba meitas Martas Smītas (Treilibas) atmiņas un ar viņas laipnu atļauju – Treilibu ģimenes fotoarhīvs. D*

ARTURS BALKLAVS

## ASTRONOMIJAS INSTITŪTS 2002. GADĀ

(Turpinājums)

Ļoti lielas grūtības šajā darbā radījis fakts, ka Latvijā praktiski vairs nav nevienas rūpnīcas, kur šādas precizitātes darbus varētu izdarīt. Vēl joprojām neizdodas pabeigt divkanālu uztvērēja ar sakrišanas shēmu izgatavošanu un ieviešanu, jo naudas līdzekļu trūkuma dēļ nav iespējams iegādāties nepieciešamos fotoelektronu pastiprinātājus. Finanšiālo iespēju robežās realizētie pētījumi un izstrādes ļāva uzlabot mērījumu precizitāti un stabilitāti, sasniedzot  $\pm 0,3$  cm normālpunktiem un  $\pm 1,0$  cm vienam atsevišķam mērījumam (*single shot precision*). Sistemātiskā attāluma kļūda (*station range bias*) stabilizēta  $\pm 2,5$  cm robežās. Ar dažādu atstarotā signāla intensitāti raksturojamo satelītu mērījumi 2002. gadā un šo mērījumu rezultātu apstrāde pilnībā apstiprināja divos iepriekšējos gados izstrādāto signālu amplitūdas maiņu izraisīto attālumu korekcijas principu pamatotību.

Sistemātiskos pētījumos nonākts pie atziņas, ka tālākajai mērījumu precizitātes uzlabošanai nepieciešama būtiska lāzera ģeneratora darbības stabilitātes uzlabošana tieši im-

pulsa enerģijas stabilizācijas virzienā. Tam nepieciešami zināmi materiālie līdzekļi, kas pašreiz nav pieejami nepietiekamās finansēšanas dēļ. *ILRS* nospraustā virzība uz milimetra precizitātes sasniegšanu tuvāko desmit gadu laikā rada nepieciešamību veikt vēl dziļākus un plašākus sistēmas pētījumus un modernizāciju, kuru realizācijas iespējas nepietiekamas finansēšanas apstākļos kļūst arvien problemātiskākas. Projekta izpildē strādāja: vadotājs pētnieks *Dr. phys.* K. Lapuška, pētnieki I. Abakumovs, V. Lapoška un A. Pavēnis;

– I. Šmelda vadītajā z.p.p. studijās par starpzvaigžņu vidi galvenā uzmanība tika pievērsta kosmiskā māzera avotu pētījumiem radiodiapazonā. Gan OH, gan H<sub>2</sub>O māzери pēdējos gados ir intensīvi pētīti, izmantojot gan interferometriskos, gan vienantenas novērojumus, kā arī teorētiski, tomēr daudzi jautājumi vēl joprojām ir neskaidri. Tā kā objekti ir nestacionāri, svarīgi izsekot starojuma mainīgumam. Viena no interesantākajām problēmām ir zvaigznes magnētiskā lauka maiņa, kas, iespējams, saistīta ar zvaigznes aktivitātes



LU Astronomijas institūta (AI) darbinieku grupa un viesi LU Astronomiskās observatorijas 80. jubilejā 2002. gada 18. oktobrī (*no kreisās*): Ilgonis Vilks, Igors Abakumovs, Valdis Lapoška (AI zinātniskais sekretārs), Ivars Šmelds, Juris Žagars (viesis), Arturs Balklavs-Grīnhofs (AI direktors), Irena Pundure, Kazimirs Lapuška, Māris Ābele, Jānis Klētnieks (viesis) un Kalvis Salmiņš. *K. Salmiņa foto*

ciklu. Tāpat līdz galam nav noskaidrota starojuma ģeometrija. Projekta izpildes gaitā bija paredzēts novērot tipiskākos un spēcīgākos šīs grupas pārstāvjus, izmantojot *LFVN* interferometrijas tīklu un iespējas, ko dod Eiropas interferometrijas tīkls *EVN*. Iegūtos rezultātus sadarbībā ar *Maskavas Valsts universitātes Šternberga Astronomijas institūtu (MVUŠAI)* bija paredzēts apvienot ar novērojumu rezultātiem infrasarkanajā un optiskajos diapazonos, kas dos iespēju pētīt starojuma un triecienviļņa izplatīšanos zvaigznes gāzu–putekļu apvalkā. Sākts darbs, lai apstrādātu agrāk *LFVN* tīklā iegūto māzera avotu novērojumus, veikta iegūtā novērojumu materiāla novērtēšana un atlasīti tālākai apstrādei izmantojamie dati, strādāts pie novērojumu apstrādes metodikas, izmantojot populāro interferometrijas datu apstrādes programmu *AIPS*. Iesākta OH avota *Rleo* interferometrisko novērojumu pirmāpstrāde. Sakarā ar to, ka šie darbi saistīti ar *Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC)* radioteleskopa *RT-32* izmantošanu, paralēli strādāts pie iespējām šo teleskopu izmantot Zemei tuvās kosmiskās telpas apsekošanai ar kosmiskās radiolokācijas palīdzību, novērojot atstaroto signālu ar lielas bāzes radiointerferometru. Pētījumu gaitā šos darbus paredzēts saistīt ar *AI* notiekošajiem pētījumiem Zemei tuvo asteroidu lāzerlokācijā. Kopā ar M. Ābeli sagatavots attiecīgs projekta pieteikums *LU* iekšējam zinātnisko projektu konkursam.

Turpināts darbs metodikas izstrādāšanai ķīmiskās kinētikas aprēķinu izmantošanai starpzvaigžņu gāzes putekļu mākoņu ķīmiskā sastāva noteikšanai. Sadarbībā ar *MVUŠAI* speciālistiem veikta jau agrāk izstrādātās šāda veida aprēķiniem domātās programmu paketes būtiska uzlabošana. Pārveidota  $H_2$  un CO molekulu starpzvaigžņu vidē fotodisociācijas ātruma aprēķina programma. Pilnīgi pārveidota CO fotodisociācijas aprēķina metodika. Nodrošināta praktiskām vajadzībām pietiekama programmas ātrdarbība. Iesākto darbu paredzēts turpināt 2003. gadā.

Veicot pētījumus par pārnovas sprādzienā ģenerēto spēcīgo nestacionāro triecienviļņu izplatīšanos zvaigznē un vidē tās tuvumā, konstatēts, ka to īpašības var stipri atšķirties no klasisko triecienviļņu īpašībām. Pirmie šādu viļņu pētījumu rezultāti tika iegūti iepriekšējā projekta izpildes laikā, tagad šie teorētiskie pētījumi tiek turpināti – veikts darbs, lai noskaidrotu karstās pirmsfrontes gāzes ietekmi uz triecienviļņa parametriem un struktūru, enerģijas plūsmas no dziļākajiem apvalka slāņiem ietekmi. 2002. gadā turpināti triecienviļņa (TV) ar lieliem enerģijas zudumiem īpašību pētījumi. Šādi viļņi rodas pārnovas uzliesmojuma laikā, kad stiprs TV iznāk uz zvaigznes (pirmspārnovas) virsmas. Izpētīta temperatūra pirms TV frontes ietekme uz lēciena parametriem. Ir noteikti lēciena parametri pie maksimālas gāzes saspiestības un noskaidroti noteikumi, kādos pie pēckritiskajiem enerģijas zudumiem TV pārvēršas izotermiskā triecienviļņi.

Veikti teorētiski polarizēta starojuma daudzkārtējās izkliedes vidē, tajā skaitā starpzvaigžņu, pētījumi. Izanalizēta polarizēta starojuma pārneses vienādojuma Grīna funkcija sfēriskas simetrijas gadījumā. Pierādīts, ka tā ir pārneses vienādojuma sfēriski simetrisko īpašfunkciju un zināmu polinomu reizinājuma ar eksponentfunkciju superpozīcija.

Turpināti Saules vainaga magnētiskā lauka pētījumi, izmantojot uz radiostarojuma polarizācijas zīmes inversijas balstīto Saules vainaga magnetokartografēšanas metodiku. Iegūtas vairāku Saules aktīvo apgabalu magnētiskā lauka sadalījuma kartes. Izdarīti secinājumi par iespējām uzlabot minēto pētījumu metodiku un veikts darbs, lai noskaidrotu tās lietojamības robežas. Attiecīgajā darbā iesaistītas lielākās ārzemju observatorijas, tādas kā *Nobejamas Radiobeliogrāfs* (Japāna), *Sibīrijas Saules radioteleskops* (Krievija). Atklāta jauna, agrāk šajos pētījumos iesaistīto zinātnieku teorētiski paredzēta parādība – Saules aktīvā apgabala radiostarojuma polarizācijas līnijas svārstības, ko izraisa šā apgabala magnetosfē-

ras svārstības. Atklātas 13 minūšu Saules koronālā magnētiskā lauka svārstības. Šis parādības tālāka izpēte dos iespējas analizēt Saules vainagā notiekošās MHD svārstības. Iegūtas analītiskas sakarības, kas ļauj novērtēt radionovērojumu ceļā noteiktās magnētiskā lauka vērtības Saules atmosfērā, izmantojot nulles cirkulārās polarizācijas apgabala nobīdi polarizācijas zīmes inversijas brīdī. Par iegūtajiem rezultātiem ziņots starptautiskā konferencē Grīnbenkā (ASA), un uz šo pētījumu bāzes sagatavotas vairākas zinātniskās publikācijas.

Projekta izpildē strādāja: vadošie pētnieki *Dr. phys.* E. Grasbergs, B. Rjabovs, I. Šmelsds un pētnieks *Dr. phys.* J. Freimanis.

**Piedalīšanās programmas.** Daļa *AI* darbinieku M. Ābeles un I. Šmelda vadībā turpināja piedalīties arī *LZP* programmas *Fundamentālie un pielietojamie pētījumi, bāzēti uz novērojumu iespējām ar Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra radioteleskopiem un to izmantošanu kosmiskās informācijas uztveršanai un pārraidei* izstrādāšanā, ko vada *LZA* īstenais loceklis, *Dr. habil. phys.* J. Ekmanis.

Šajā programmā iekļautās M. Ābeles vadītās apakšprogrammas *Radioteleskopu RT-32 un RT-16 atstarojošo virsmu un uzvadišanas precizitātes pētījumi dažādos ekspluatācijas*

*apstākļos* izstrādāšanas gaitā (*LZP* finansējums 2002. gadā bija Ls 3154) turpināti *RT-32* virsmu mērījumi ar paralaktisko tālmēru. No jauna izmērīts galvenais spogulis un izdarītas sešas mērījumu sērijas. Konstatēts, ka sekundārā spoguļa virsmas precizitāte ir 1,5–2,5 mm, bet ir lielas atšķirības no rotācijas hiperboloida. Izteikts sekundārā spoguļa slīpums pret galveno spoguļi nav konstatēts. Lai noteiktu virsmu precizitāti mazos apgabalos (korelācijas rādiusu), ir nepieciešams precīzāks mērinstruments.

Savukārt, izstrādājot I. Šmelda vadīto apakšprogrammu *Radioastronomisko metožu pielietojums kosmisko objektu pētījumos (LZP finansējums 2002. gadā bija Ls 3328)*, ir pabeigta 2001. gadā ar *VSRC RT-32* veikto lielas bāzes interferometrijas radionovērojumu 92 cm diapazonā apstrāde. Izdarīts secinājums, ka, lai iegūtu nozīmīgus rezultātus, kas būtu tālāk zinātniski izmantojami, jāturpina darbs radioteleskopa jutības uzlabošanā attiecīgajā viļņu garuma diapazonā. Veikti aprēķini, lai pārbaudītu *RT-32* iespējas Zemei tuvo asteroidu un kosmisko atližu problēmas risinājumā, izmantojot 6 cm viļņu garuma intervālu. Apzināta darba veikšanai nepieciešamā aparatūra un noskaidrotas tās iegādes iespējas, daļēji izmantojot starptautisko sadarbību.

*(Nobeigums sekos)*

## ŠORUDEN JUBILEJA ❧ ŠORUDEN JUBILEJA ❧ ŠORUDEN JUBILEJA

Šā gada **1. decembrī** aprit **10 gadu**, kopš nodibināta **Latvijas Astronomijas biedrība (LAB)**. Dibināšanas sapulcē piedalījās 42 biedri, bet 10 gadu laikā biedru skaits pieaudzis līdz 106. Pirmais un līdz šim vienīgais LAB prezidents ir *Dr. phys.* Ivars Šmelsds, LU Astronomijas institūta vadošais pētnieks. Biedrības sastāvā darbojas Jauno astronomu klubs un Astronomijas skolotāju asociācija.

LAB biedri aktīvi piedalās komētu, meteoru, Saules un Mēness aptumsumu, ziemeļblāzmu u. c. debess parādību novērošanā un katra mēneša pirmajā trešdienā (izņemot četrus vasaras mēnešus) pulcējas LU, lai noklausītos zinātnisku referātu un ziņojumus par astronomijas un LAB aktivitātēm. Viens no galvenajiem pasākumiem ir ikgadējā izbraukumu nometne “*Ērglis*”, kas notiek dažādās Latvijas vietās Perseīdu meteoru plūsmas maksimuma laikā augustā un allaž pulcē daudz dalībnieku. “*Ērgļa*” norises vienmēr atspoguļotas “*Zvaigžņotajā Debesī*”.

**I. D.**

## ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2003. GADA RUDENĪ

Šogad rudens ekvinokcijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 13<sup>h</sup>47<sup>m</sup>. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē, un sāksies astronomiskais rudens. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt ziemas saulgrieži 2003. gadā būs 22. decembrī plkst. 9<sup>h</sup>04<sup>m</sup>. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 25. uz 26. oktobri.

Rudēnos Latvijā skaidru nakšu ir maz. Rudens zvaigznāji nav bagāti spožām zvaigznēm. Tomēr rudens zvaigžņotās debess vērošana parasti atstāj lielu iespaidu, it īpaši tad, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaisma. Ogļmelnajās debesis tad ir redzamas praktiski visas vājas zvaigznes. Īoti skaidri izdalās Piena Ceļa josla. Vēl šis laiks ir labvēlīgs arī debess dziļu objektu novērojumiem.

Izteikti spožu zvaigžņu rudens zvaigznājos ir ļoti maz. Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts Latvijā pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°). Tāpēc par labāko orientieri rudens debesis uzskatāms Pegaza un Andromedas četrstūris, jo citos zvaigznājos (Trijstūri, Ūdensvīrā, Zivīs, Aunā un Valzivī) spožu zvaigžņu ir vēl mazāk.

No debess dziļu objektiem jāatzīmē pat ar neapbruņotu aci redzamais, slavenais Andromedas miglājs (M31) Andromedas zvaigznājā. Lidzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga – M15 – Pegaza zvaigznājā.

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

Saules šķietamais ceļš 2003. gada rudenī kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

### PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkuram** būs visai liels leņķiskais attālums no Saules, jo 27. septembrī tas atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (18°). Tāpēc septembra beigās un oktobra sākumā to varēs novērot no rītiem, neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta austrumu pusē. Merkura spožums šajā laikā būs apmēram  $-0^m,4$ .

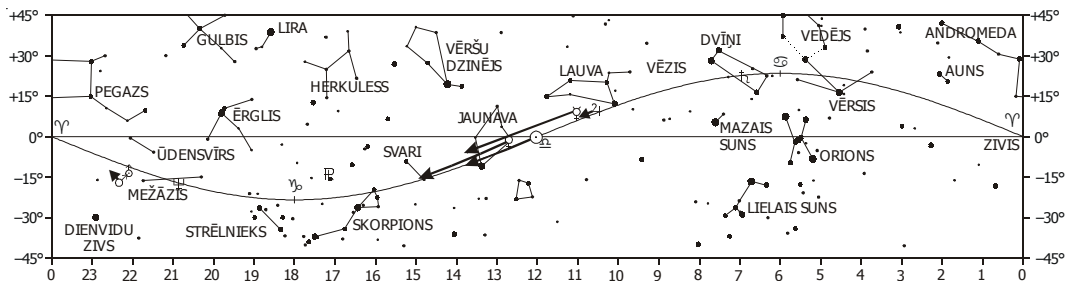
25. oktobrī tas nonāks augšējā konjunktijā ar Sauli. Tāpēc lielāko daļu oktobra un novembra Merkurs nebūs redzams.

9. decembrī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (21°). Tomēr tik un tā Merkura novērošana tūlīt pēc Saules rieta būs problemātiska.

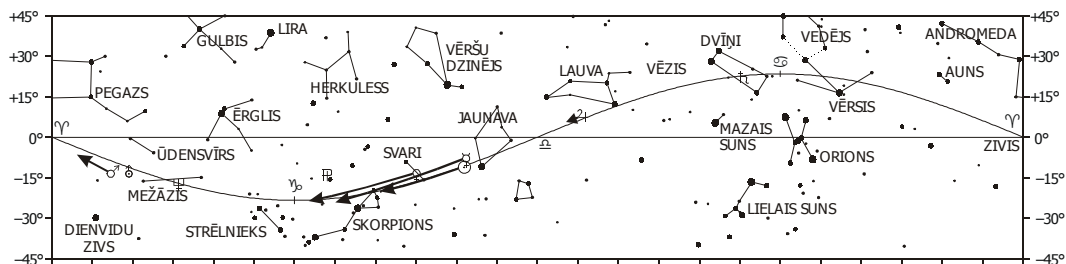
24. septembrī plkst. 20<sup>h</sup> Mēness paies garām 4° uz augšu, 25. oktobrī plkst. 15<sup>h</sup> mazāk nekā 1° uz augšu vai aizklās to un 25. novembrī plkst. 5<sup>h</sup> mazāk nekā 1° uz leju vai aizklās Merkuru.

Visu rudeni **Venēras** austrumu elongācija pieaugs. Tomēr, tā kā tās deklinācija līdz pat novembra beigām samazināsies, tad lielāko rudens daļu tā nebūs redzama.

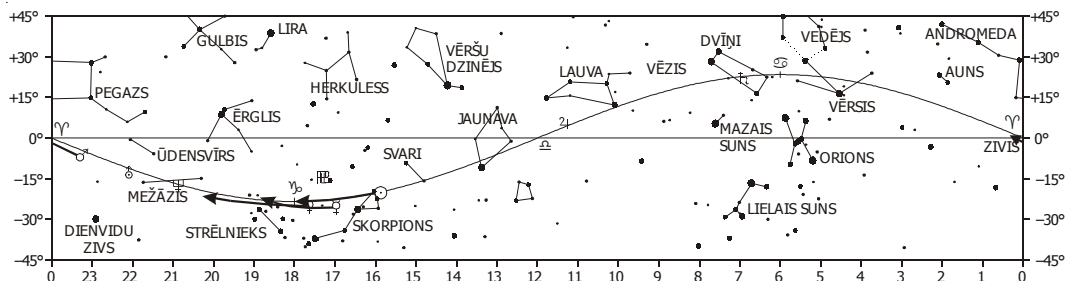
Tikai pašas novembra beigās tā kļūs novērojama vakaros, neilgi pēc Saules rieta, zemu pie horizonta, dienvidrietumu pusē. Tās spožums būs  $-3^m,9$ .



23.09.2003.–23.10.2003.



23.10.2003.–23.11.2003.



23.11.2003.–22.12.2003.

1. att. Eklīptika un planētas 2003. gada rudenī.

Pašas rudens beigās Venēras elongācija būs jau  $31^\circ$ , un tā rietēs vairāk nekā divas stundas pēc Saules. Venēras spožums tad pieaugs līdz  $-4^m,0$ .

26. septembrī plkst.  $23^h$  Mēness paies garām  $1,5^\circ$  uz augšu, 26. oktobrī plkst.  $22^h$  mazāk nekā  $1^\circ$  uz leju vai aizklās un 25. novembrī plkst.  $21^h$   $3^\circ$  uz leju no Venēras.

Rudens sākumā un oktobrī **Marss** būs ļoti labi novērojams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums pašā rudens sākumā tad būs  $-2^m,3$  un leņķiskais diametrs  $22''$ . Oktobra vidū spožums samazināsies līdz  $-1^m,7$  un leņķiskie izmēri līdz  $18''$ .

Novembrī un decembrī Marss būs ļoti redzams nakts pirmajā pusē. Spožums un leņ-



ķiskie izmēri arvien samazināsies. 15. novembrī tie būs attiecīgi  $-0^m,8$  un  $13''$ , 15. decembrī –  $-0^m,1$  un  $10''$ .

Gandrīz visu rudenī Marss atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. Tikai decembra sākumā tas pāries uz Zivju zvaigznāju, kur arī atradīsies līdz rudens beigām.

6. oktobrī plkst.  $17^h$  Mēness paies garām  $2^\circ$  uz leju, 3. novembrī plkst.  $11^h 4^\circ$  uz leju un 1. decembrī plkst.  $18^h 4^\circ$  uz leju no Marsa.

Rudens pirmajā pusē **Jupiters** būs novērojams rītos kā  $-1^m,8$  spožuma spīdeklis.

Novembrī un decembrī tas būs ļoti novērojams nakts otrajā pusē. Tā redzamais spožums rudens beigās sasniegs  $-2^m,1$  un leņķiskais diametrs  $38''$ .

Visu šo laiku tas atradīsies Lauvas zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2003. gada rudenī parādīta 3. attēlā.

24. septembrī plkst.  $6^h$  Mēness paies garām  $4^\circ$  uz augšu, 22. oktobrī plkst.  $1^h 4^\circ$  uz augšu, 18. novembrī plkst.  $18^h 3^\circ$  uz augšu un 16. decembrī plkst.  $6^h 3^\circ$  uz augšu no Jupitera.

Rudens pirmajā pusē **Saturns** būs ļoti novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Tā spožums oktobra sākumā būs  $+0^m,1$ .

2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 23. septembrī plkst.  $0^h$ , beigu punkts 22. decembrī plkst.  $0^h$  (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 17. decembris  $18^h$ .

Novembra otrajā pusē un decembrī tas būs ļoti ļoti redzams visu nakti kā  $-0^m,3$  spožuma spīdeklis.

Visu rudenī Saturns atradīsies Dvīņu zvaigznājā.

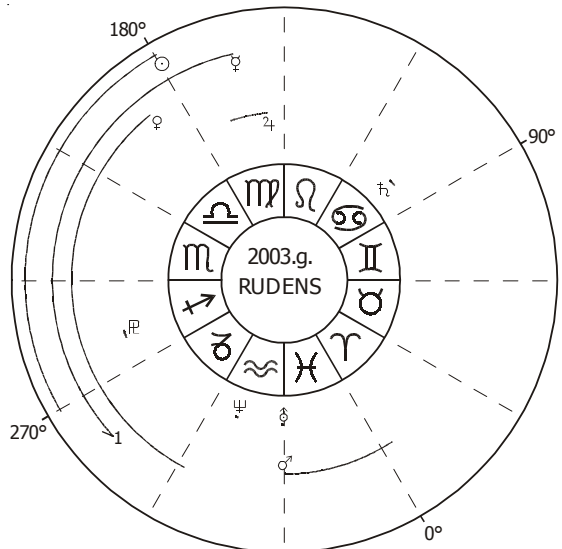
17. oktobrī plkst.  $16^h$  Mēness paies garām  $4^\circ$  uz augšu, 13. novembrī plkst.  $20^h 4^\circ$  uz augšu un 11. decembrī plkst.  $0^h 5^\circ$  uz augšu no Saturna.

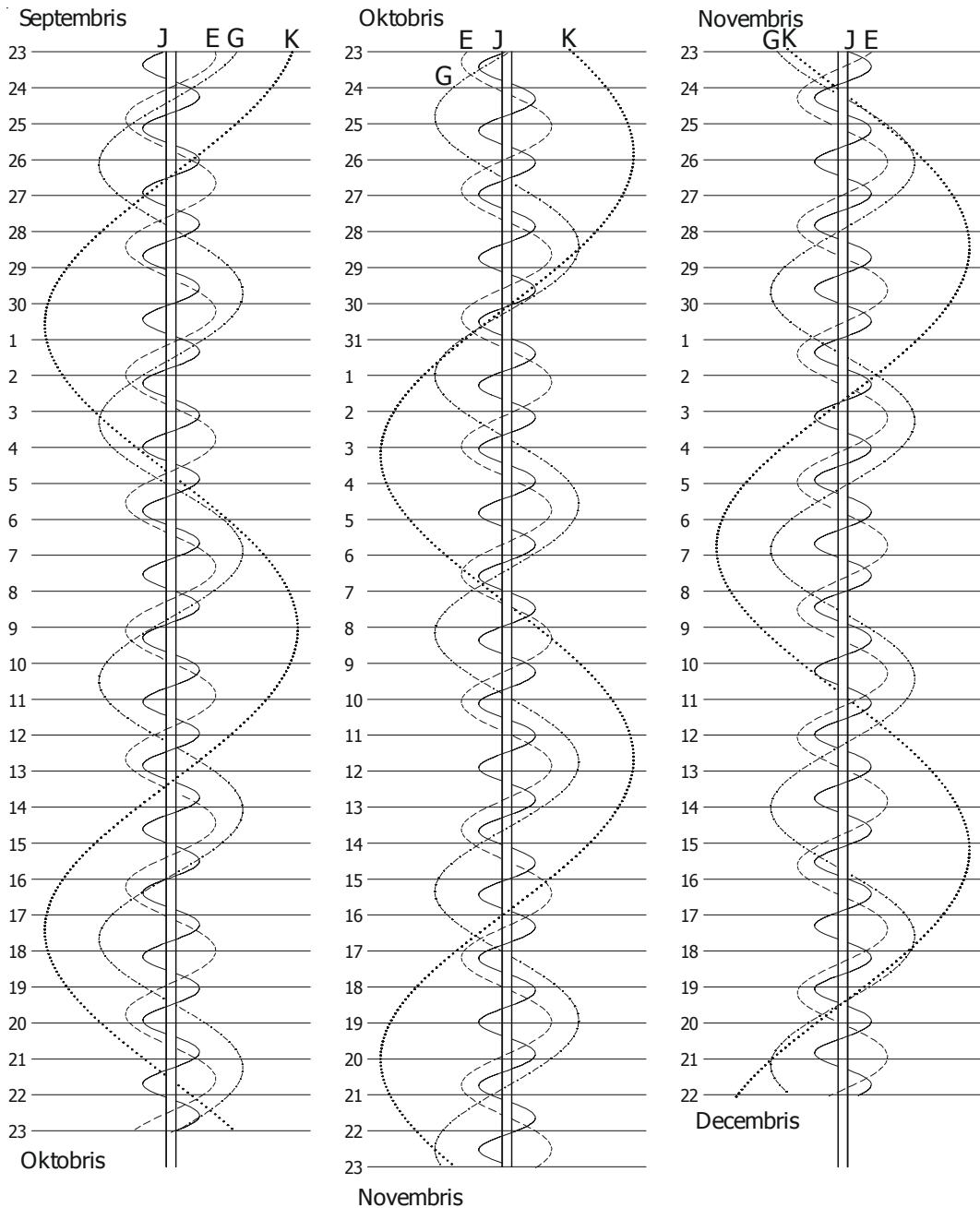
Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs ļoti novērojams nakts pirmajā pusē kā  $+5^m,7$  spožuma objekts. Novembrī un decembrī tā redzamības ilgums vakaros un spožums arvien samazināsies.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā, un tā atrašanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

6. oktobrī plkst.  $13^h$  Mēness paies garām  $5^\circ$  uz leju, 2. novembrī plkst.  $17^h 5^\circ$  uz leju un 30. novembrī plkst.  $0^h 5^\circ$  uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 2. attēlā.





3. att. Jupitera spožako pavadoņu redzamība 2003. gada rudenī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.

## MAZĀS PLANĒTAS

2003. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9<sup>m</sup> būs četras mazās planētas – Cerera (1), Pallāda (2), Hēbe (6) un Amfitrīte (29).

### **Cerera (Ceres):**

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	7 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	+23°10'	2,760	2,679	8,8
3.10.	7 16	+23 17	2,623	2,671	8,7
13.10.	7 27	+23 26	2,483	2,664	8,5
23.10.	7 36	+23 40	2,344	2,656	8,4
2.11.	7 44	+24 00	2,207	2,649	8,3
12.11.	7 49	+24 29	2,076	2,642	8,1
22.11.	7 52	+25 09	1,954	2,635	7,9
2.12.	7 52	+25 59	1,845	2,628	7,7
12.12.	7 49	+27 00	1,754	2,621	7,4
22.12.	7 43	+28 07	1,685	2,615	7,2

### **Pallāda (Pallas):**

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	2 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	-11°13'	1,883	2,774	8,5
3.10.	2 02	-14 09	1,826	2,750	8,3
13.10.	1 55	-16 58	1,798	2,726	8,2
23.10.	1 47	-19 25	1,797	2,702	8,3
2.11.	1 39	-21 23	1,823	2,678	8,4
12.11.	1 32	-22 44	1,872	2,653	8,5
22.11.	1 27	-23 28	1,939	2,629	8,7
2.12.	1 24	-23 39	2,020	2,604	8,8
12.12.	1 23	-23 21	2,111	2,580	8,9

### **Hēbe (Hebe):**

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
12.12.	7 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	+6°45'	1,454	2,283	9,1
17.12.	7 52	+7 03	1,427	2,295	9,0
22.12.	7 49	+7 27	1,406	2,306	8,9

### **Amfitrīte (Amphitrite):**

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
17.11.	4 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	+31°15'	1,413	2,373	9,0
22.11.	4 21	+31 14	1,401	2,373	8,9
27.11.	4 15	+31 10	1,396	2,373	8,8
2.12.	4 09	+31 01	1,397	2,374	8,8
7.12.	4 04	+30 49	1,406	2,375	8,9
12.12.	3 59	+30 34	1,421	2,375	9,0

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā.

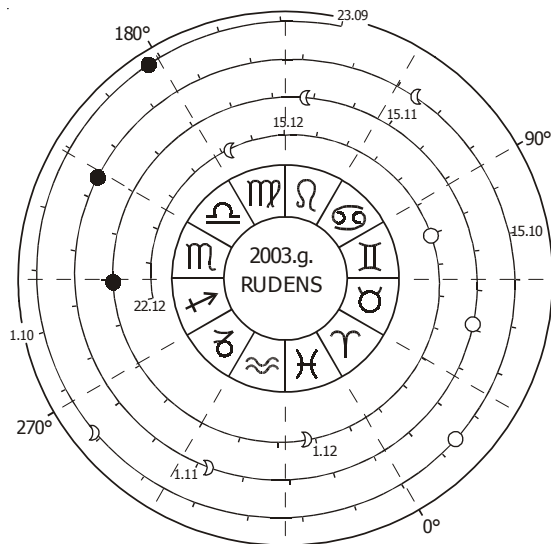
**Perigejā:** 28. septembrī plkst. 9<sup>h</sup>; 26. oktobrī plkst. 14<sup>h</sup>; 24. novembrī plkst. 2<sup>h</sup>.

**Apogejā:** 14. oktobrī plkst. 6<sup>h</sup>; 10. novembrī plkst. 14<sup>h</sup>; 7. decembrī plkst. 14<sup>h</sup>.

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

- 23. septembrī 23<sup>h</sup>05<sup>m</sup> Jaunavā (♊)
- 26. septembrī 1<sup>h</sup>49<sup>m</sup> Svaros (♋)
- 28. septembrī 2<sup>h</sup>53<sup>m</sup> Skorpionā (♏)
- 30. septembrī 3<sup>h</sup>58<sup>m</sup> Strēlniekā (♐)
- 2. oktobrī 6<sup>h</sup>22<sup>m</sup> Mežāzī (♍)
- 4. oktobrī 10<sup>h</sup>46<sup>m</sup> Ūdensvirā (♑)
- 6. oktobrī 17<sup>h</sup>21<sup>m</sup> Zivīs (♈)
- 9. oktobrī 2<sup>h</sup>08<sup>m</sup> Aunā (♈)
- 11. oktobrī 13<sup>h</sup>05<sup>m</sup> Vērsī (♉)
- 14. oktobrī 1<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Dvīņos (♊)
- 16. oktobrī 14<sup>h</sup>41<sup>m</sup> Vēzī (♋)
- 19. oktobrī 1<sup>h</sup>42<sup>m</sup> Lauvā (♌)
- 21. oktobrī 9<sup>h</sup>02<sup>m</sup> Jaunavā
- 23. oktobrī 12<sup>h</sup>28<sup>m</sup> Svaros
- 25. oktobrī 13<sup>h</sup>09<sup>m</sup> Skorpionā
- 27. oktobrī 11<sup>h</sup>56<sup>m</sup> Strēlniekā
- 29. oktobrī 12<sup>h</sup>37<sup>m</sup> Mežāzī
- 31. oktobrī 15<sup>h</sup>42<sup>m</sup> Ūdensvirā
- 2. novembrī 21<sup>h</sup>53<sup>m</sup> Zivīs
- 5. novembrī 7<sup>h</sup>03<sup>m</sup> Aunā

- 7. novembrī 18<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Vērsī
- 10. novembrī 7<sup>h</sup>15<sup>m</sup> Dvīņos
- 12. novembrī 20<sup>h</sup>10<sup>m</sup> Vēzī
- 15. novembrī 7<sup>h</sup>49<sup>m</sup> Lauvā
- 17. novembrī 16<sup>h</sup>37<sup>m</sup> Jaunavā
- 19. novembrī 21<sup>h</sup>42<sup>m</sup> Svaros
- 21. novembrī 23<sup>h</sup>24<sup>m</sup> Skorpionā
- 23. novembrī 23<sup>h</sup>03<sup>m</sup> Strēlniekā
- 25. novembrī 22<sup>h</sup>32<sup>m</sup> Mežāzī
- 27. novembrī 23<sup>h</sup>49<sup>m</sup> Ūdensvirā
- 30. novembrī 4<sup>h</sup>26<sup>m</sup> Zivīs
- 2. decembrī 12<sup>h</sup>56<sup>m</sup> Aunā
- 5. decembrī 0<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Vērsī
- 7. decembrī 13<sup>h</sup>27<sup>m</sup> Dvīņos
- 10. decembrī 2<sup>h</sup>11<sup>m</sup> Vēzī
- 12. decembrī 13<sup>h</sup>41<sup>m</sup> Lauvā
- 14. decembrī 23<sup>h</sup>07<sup>m</sup> Jaunavā
- 17. decembrī 5<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Svaros
- 19. decembrī 9<sup>h</sup>21<sup>m</sup> Skorpionā
- 21. decembrī 10<sup>h</sup>17<sup>m</sup> Strēlniekā



### 4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

**H** Jauns Mēness: 26. septembrī 6<sup>h</sup>09<sup>m</sup>; 25. oktobrī 15<sup>h</sup>50<sup>m</sup>; 24. novembrī 0<sup>h</sup>59<sup>m</sup>.

**U** Pirmais ceturksnis: 2. oktobrī 22<sup>h</sup>09<sup>m</sup>; 1. novembrī 6<sup>h</sup>24<sup>m</sup>; 30. novembrī 19<sup>h</sup>16<sup>m</sup>.

**I** Pilns Mēness: 10. oktobrī 10<sup>h</sup>27<sup>m</sup>; 9. novembrī 3<sup>h</sup>13<sup>m</sup>; 18. decembrī 22<sup>h</sup>37<sup>m</sup>.

**T** Pēdējais ceturksnis: 18. oktobrī 15<sup>h</sup>31<sup>m</sup>; 17. novembrī 6<sup>h</sup>15<sup>m</sup>; 16. decembrī 19<sup>h</sup>42<sup>m</sup>.

## APTUMSUMI

### Pilns Mēness aptumsums 9. novembrī.

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āfrikā, Āzijas rietumos, Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā. Tā maksimālā fāze būs 1,02. Latvijā aptumsuma norise būs šāda:

pusēnas fāzes sākums	–	0 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ,
daļējās fāzes sākums	–	1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ,
pilnās fāzes sākums	–	3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> ,
maksimālā fāze (1,02)	–	3 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> ,
pilnās fāzes beigas	–	3 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> ,
daļējās fāzes beigas	–	5 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> ,
pusēnas fāzes beigas	–	6 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> .

### Pilns Saules aptumsums 23. novembrī.

Šā aptumsuma pilnā fāze būs redzama Antarktīdā. Kā daļējs tas būs novērojams Austrālijā, Jaunzēlandē. Latvijā nebūs novērojams.

## METEORI

1. **Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim. Maksi-

mumi 2003. gadā gaidāmi 8. oktobrī plkst. 23<sup>h</sup>, 9. oktobrī plkst. 7<sup>h</sup> un no 12<sup>h</sup>30<sup>m</sup> līdz 15<sup>h</sup>40<sup>m</sup>. Plūsmas intensitāti ir grūti prognozēt, un novērojumiem traucēs spožais Mēness.

2. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2003. gadā gaidāms 21. oktobrī plkst. 24<sup>h</sup>, kad stundas laikā var būt novērojami līdz 20 meteoru.

3. **Leonīdas.** Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 12. līdz 21. novembrim. 2003. gadā maksimums gaidāms 18. novembrī plkst. 4<sup>h</sup>30<sup>m</sup>. Ir vēl viens viedoklis, ka maksimums iespējams 13. novembrī laikā no plkst. 15<sup>h</sup> līdz 21<sup>h</sup>. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar lielu meteoru intensitāti – apmēram 100 meteoru stundā.

4. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktivākajām plūsmām. Tās meteoru novērojami laikā no 7. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī plkst. 13<sup>h</sup>40<sup>m</sup>, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā. D

Tabula. **Spožāko zvaigžņu aizklāšana ar Mēnesi.**

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
10.X	Zivs $\mu$	4 <sup>m</sup> ,8	23 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	35°	99%
16.X	Vērša 125	5,1	05 00	06 21	60	72
21.X	Lauvas $\eta$	3,4	03 40	04 26	25	25
10.XI	Vērša $\nu$	4,2	23 54	01 12	55	96
12.XI	Vērša 139	4,8	18 07	18 59	05	88
30.XI	Ūdensvīra $\tau$ 2	4,0	20 58	22 05	10	50

Laiki rēķināti Rigai, citur Latvijā  $\pm 5$  min, tāpēc novērojumi jāsāk savlaikus. Novērojumus ieteicams veikt ar binokli vai nelielu teleskopu. Zvaigznes aizklāšana šķiet momentāna. Neviena spoža planēta rudeni netiek aizklāta.

Tabulu sastādījis **Aivis Meijers**

## "ZVAIGŽNOTĀS DEBESS" TEMATISKAIS RĀDĪTĀJS

(1998. GADA RUDENS – 2003. GADA VASARA)

Sekojojot iepriekšējo gadu tradīcijai, "Zvaigžnotās Debess" devītās piecgades tematiskā rādītāja sakārtojums pamatvilcienos palicis nemainīts. Klāt nākušas dažas jaunas nodaļas: "Par laika skaitīšanu un 3. tūkstošgades sākumu", "Latvijas Universitāte, tās mācību spēki", "Tālās zemēs", "Kosmosa tēma mākslā" un "Zināšanu pārbaude". Kā atsevišķa nodaļa izdalīta "Atziņu ceļi", kurā atrodami raksti, kas skar dažādas zinātņu nozares un filozofijas kategorijas. Atsevišķā apakšnodalījumā iekļauti raksti par planētām ārpus Saules sistēmas – "Citplanētas" un "Marss tuvlānā", kurā ievietoti visi raksti par Marsu. Tāpat kā agrāk, nodaļas "Skolā", "Amatieriem", "Jautā un ierosina lasītājs" ievietoti gandrīz visi šajās žurnāla nodaļās publicētie raksti, nešķirojot pa tēmām (izņēmums – K. Bērziņa sērija "Ar kosmoloģiju uz tu", kas atrodama nevis nodaļā "Skolā", bet gan nodalījumā "Visums, galaktikas, kosmoloģija", un daži citi raksti).

Tāpat kā iepriekšējos rādītājos, raksti sakārtoti autoru uzvārdu alfabētiskā secībā. Tālāk norādīts izdevuma numurs, gads, gadalaiks (p – pavasaris, v – vasara, r – rudens, z – ziema) un lappuse. Ja nodaļā ir vairāki viena autora raksti, tie uzrādīti hronoloģiskā secībā. Vairāku autoru raksti kārtoti, ņemot vērā pirmo autoru.

Bieži vien raksta saturs skar vairākus temātus un raksta iekļaušana vienā rādītāja nodaļā kļūst problemātiska. Kā piemēru var minēt A. Balklava rakstu "Astrofizika gadsimta garumā", kas uzrādīts nodalījumā "Visums, galaktikas, kosmoloģija". Taču rakstā stāstīts arī par mūsu Galaktiku un tās komponentu izpētes sasniegumiem, kā arī par modernajiem instrumentiem. Cits piemērs – A. Vaivada raksts "Cluster II un zinātne par kosmisko telpu" atrodams nodalījumā "Zeme saistībā ar kosmosu", jo rakstā stāstīts par procesiem, kas

norit Zemei tuvajā kosmiskajā telpā, un šo procesu izraisītajām parādībām uz Zemes. Rakstu, protams, varēja ievietot nodaļā "Kosmosa izpēte un apgušana".

Rādītāja pavisam ietverti 526 raksti un 8 pielikumi. Tos snieguši 107 autori. Divi no tiem – Jurijs Francmanis un Aleksandrs Nikolajevs – diemžēl jau aizsaulē. Šajā piecgadē (un nu jau 30 gadus!) "Zvaigžnotās Debess" visražīgākais autors bijis izdevuma atbildīgais redaktors Arturs Balklavs (70 rakstu, to skaitā 3 ar līdzautoriem). Tālāk seko Andrejs Alksnis (47 raksti, šai skaitā 23 kopā ar Zentu Alksni un 3 ar citiem līdzautoriem); Jānis Jaunbergs (38 raksti, no tiem 3 ar līdzautoriem un 2 tulkojumi); Zenta Alksne (34 raksti, 23 kopīgi ar A. Alksni). Mārtiņš Gills rakstījis 31 reizi (3 ar līdzautoriem). Ilgonis Vilks publicējis 30 darbus (3 ar līdzautoriem). Rakstu skaita ziņā pirmajā desmitniekā vēl minami: Juris Kauliņš (24 raksti), Irena Pundure (22 raksti), Leonids Roze un Kārlis Bērziņš (katram pa 15 rakstiem).

Normunds Bite publicējis 14 reizes un redakcijas kolēģija devusi 12 rakstus. Pa desmit rakstiem katrs publicējuši Agnis Andžāns un Imants Vilks. 2 līdz 9 rakstus devuši 33 autori, tikai vienu – 58. Pirmo reizi pēdējo piecu gadu laikā "Zvaigžnotajā Debesī" rakstījuši 44 autori. To alfabētisks saraksts dots rādītāja beigās.

Pēdējos 20 "Zvaigžnotās Debess" numuros bez minētajiem 526 rakstiem atrodami arī 57 "Jaunumi īsumā" un "Īsumā" un 17 uzziņas par jubilejām un atcerēm, kur uzrādīti tikai autoru iniciāļi. Šīs "izziņas" rādītājā nav minētas. Taču tas nenozīmē, ka šīs informācijas būtu mazsvarīgas. Turklāt bieži vien tās nav tik "isas" un dažreiz pat ilustrētas. Rādītājā nav ietverti arī pirms 40 gadiem publicēto rakstu īsi atreferējumi, kas parasti doti žurnāla 2. lpp., kā arī "Kosmosa izpēte pirms 40 gadiem", dažādas

informācijas, kas vairs nav aktuālas, un publicētie lasītāju vēstuļu fragmenti.

Pārlūkojot “*Zvaigžņotās Debess*” pēdējo piecu gadu saturu, redzams, ka žurnāla uzmanības centrā bijuši Visuma tālie objekti: galaktikas, kvazāri, melnie caurumi, zvaigznes un citplanētas. Mazāk rakstīts par Saules sistēmas locekļiem, izņemot Marsu. Rosīgāka kļuvusi sadarbība ar skolotājiem, studentiem, skolēniem u. c. lasītājiem. Plašāk nekā agrāk atspoguļotas ar astronomiju saistītās aktualitātes Latvijā.

“*Zvaigžņotās Debess*” laidiena apjoms kopš 2001. gada rudens palielinājies no 96 lpp. līdz 104 lpp., bet krāsaino ielikumu iepriekšējo četru lapušu vietā ir astoņas lappuses. Turklāt iznākuši 8 krāsaini pielikumi, to skaitā *Astronomiskais kalendārs* 2001., 2002., 2003. gadam. Redakcijas kolēģijas sastāvam

no 2001. gada vasaras pievienojies 10. dalībnieks – Kārlis Bērziņš.

Ar prieku jāatzīst, ka izdevums, noslēdzot savu 45. pastāvēšanas gadu, ir nepārtraukti pilnveidojies, tā satura un noformējuma kvalitāte – visu laiku augusi. Kompetentākajiem un aktīvākajiem ilggadējiem autoriem pievienojušies daudz jaunu autoru, to vidū tādi prominenti zinātnieki kā LZA akadēmiķi J. Stradiņš un M. Kūle, LZA ārņemju loceklis: Zviedrijas astronomijas profesors D. Draviņš un Somijas ZA fizikas speciālists O. Dumbrājs, ASV astronoms B. Mārdsens, LU profesore J. Kursīte, dzejnieks A. Vējāns, mākslinieks J. Strupulis u. c.

Daudzās lasītāju vēstules liecina, ka lasītāji žurnālu vērtē atzinīgi un ir pateicīgi tā veidotājiem, ka žurnāls ir iecienīts, gaidīts un visnotaļ atbalstāms. Labu veiksmi un tālāku izaugsmi arī turpmāk!

## ZINĀTNES RITUMS, JAUNUMI

### Visums, galaktikas, kosmoloģija

Z. Alksne	Magelāna Mākoņi tuvplānā	161	1998	r	5
		162	1998/99	z	3
Z. Alksne, A. Alksnis	Vēlreiz par Visuma tukšumaino celtni	162	1998/99	z	30
Z. Alksne, A. Alksnis	Einšteina gredzeni pastāv	163	1999	p	3
Z. Alksne	Apšaubā tumšo galaktiku lielo skaitu	163	1999	p	9
Z. Alksne, A. Alksnis	Galaktiku grupēšanās Visuma jaunībā	164	1999	v	3
Z. Alksne	Astronomi tuvojas Visuma sākumlaikam	164	1999	v	16
Z. Alksne, A. Alksnis	Darba kārtībā – zema virsmas spožuma galaktikas	165	1999	r	3
Z. Alksne, A. Alksnis	Kopu centrālo galaktiku tapšanas mīkla	166	1999/00	z	19
Z. Alksne	Šepļa superkopa – galaktiku kopu spēļu laukums	167	2000	p	18
Z. Alksne, A. Alksnis	Galaktiku mijiedarbība	168	2000	v	3
Z. Alksne, A. Alksnis	Negaidīts spirāles atklājums eliptiskā pundurgalaktikā	169	2000	r	26
Z. Alksne, A. Alksnis	Habla galaktiku klasifikācijas sistēma novecojusi	170	2000/01	z	5

<i>Z. Alksne</i>	Agrīnā Visuma pirmatnējo šķiedru tīkls	173	2001	r	18
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Galaktiku apskati padziļinās un papildinās	174	2001/02	z	15
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Jauni pierādījumi lielu struktūru klātbūtnēi agrīnajā Visumā	177	2002	r	16
<i>A. Alksnis</i>	Gamma staru uzliesmotāji – hipernovas	163	1999	p	16
<i>A. Alksnis</i>	Jauni dati par gamma staru uzliesmotājiem	165	1999	r	20
<i>A. Alksnis</i>	Liela lauka attēlotājs atklāj tālas galaktikas	167	2000	p	21
<i>A. Balklavs</i>	Panākumi ļoti tālu kvazāru meklējumos	161	1998	r	13
<i>A. Balklavs</i>	Zvaigžņuzliesmojums galaktikā <i>NGC 5253</i>	163	1999	p	11
<i>A. Balklavs</i>	Rekordliels radiokvazārs	163	1999	p	13
<i>A. Balklavs</i>	Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa	166	1999/00	z	3
<i>A. Balklavs</i>	Astrofizika gadsimta garumā	169	2000	r	3
<i>A. Balklavs</i>	Interesants ārpusgalaktikas objekta novērojums ar kosmisko radiointerferometru	172	2001	v	12
<i>A. Balklavs</i>	Jauni dati par masīviem objektiem galaktiku kodolos	173	2001	r	13
<i>A. Balklavs</i>	Pundurgalaktiku pētījumu aktualitātes	173	2001	r	16
<i>A. Balklavs</i>	Kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu miklas minot	174	2001/02	z	3
<i>A. Balklavs</i>	Kvazāri un fundamentālās konstantes	177	2002	r	3
<i>A. Balklavs</i>	Visuma paātrinātas izplešanās iespējamais cēlonis	179	2003	p	17
<i>A. Balklavs</i>	Iespējams kosmoloģisko gamma staru uzliesmojumu modelis	180	2003	v	9
<i>K. Bērziņš</i>	Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģisko uzskatu attīstība	164	1999	v	42
		165	1999	r	47
		166	1999/00	z	36
		167	2000	p	30
<i>K. Bērziņš</i>	Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģijas pamatprincipi un Visuma modeļi	168	2000	v	33
		169	2000	r	43
		170	2000/01	z	44
		171	2001	p	40
<i>K. Bērziņš</i>	Ar kosmoloģiju uz tu: jautājumi un atbildes	172	2001	v	84
<i>K. Bērziņš</i>	Ar kosmoloģiju uz tu: relativitātes teorija un Visuma ģeometrija	175	2002	p	47
		176	2002	v	58
		178	2002/03	z	69
		179	2003	p	59
<i>D. Docenko</i>	Meklējot neredzamo	180	2003	v	3
	<b>Galaktika, zvaigznes, melnie caurumi</b>				
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Apvalkos tinušās zvaigznes	167	2000	p	3
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Jaunie brūnie punduri un planētas riņķo ap jaunajām zvaigznēm	170	2000/01	z	14
<i>Z. Alksne</i>	Stāsts par Sakuraja zvaigzni turpinās	171	2001	p	15



Z. Alksne	Boka globulā top zvaigzne	172	2001	v	9
Z. Alksne, A. Alksnis	Mūsu Galaktika "aprij" savas kaimiņienes	173	2001	r	8
Z. Alksne, A. Alksnis	Ap zvaigznēm riņķo komētas	174	2001/02	z	11
Z. Alksne, A. Alksnis	Zvaigznes, pie kurām atrastas planētas	175	2002	p	15
Z. Alksne, A. Alksnis	Izmērīts Proksimas diametrs	179	2003	p	8
A. Alksnis	Sakuraja zvaigznes spožums dramatiski kritas	166	1999/00	z	15
A. Alksnis	DENIS programmas mērķi un panākumi	167	2000	p	16
A. Alksnis	Eiropas astronomi ielūkojas "Radišanas pilāros"	175	2002	p	14
A. Alksnis	Melnais caurums Galaktikas centrā ir!	178	2002/03	z	16
A. Balklavs	Melnie caurumi vai Q-zvaigznes?	162	1998/99	z	25
A. Balklavs	Interesanta dubultzvaigzne	164	1999	v	11
A. Balklavs	Vai Galaktikā atklāti pirmatnējie melnie caurumi?	164	1999	v	14
A. Balklavs	$\sigma$ Orionis – jauni dati par jaunām zvaigznēm	165	1999	r	16
A. Balklavs	Astronomi vēro planetāro miglāju dzimšanu	166	1999/00	z	23
A. Balklavs	Oriona objekti turpina uzdot miklas	168	2000	v	20
A. Balklavs	Melnos caurumus medijot	169	2000	r	29
A. Balklavs	Fullerēni starpzvaigžņu telpā	170	2000/01	z	18
A. Balklavs	Dimanti pie zvaigznēm	178	2002/03	z	10
A. Balklavs	Izcili spoža I tipa pārnova – efektīva kosmiskā niķeļa kausētava	179	2003	p	13
A. Balklavs	Pieaug melno caurumu kandidātu pulks	180	2003	v	11
M. Balodis	Daži procesi zvaigznēs kodolfiziķa skatījumā	177	2002	r	7
A. Barzdis	Z Ursae Minoris un "RCB fenomens"	180	2003	v	14
D. Draviņš	Kāpēc mirgo zvaigznes?	162	1998/99	z	15
U. Dzērvītis	Ari dubultzvaigznēm iespējami protoplanetārie putekļu diski	163	1999	p	18
U. Dzērvītis	Neparasta zvaigžņu kopa Galaktikas centrā	162	1998/99	z	24
<b>Citplanētas</b>					
Z. Alksne, A. Alksnis	Planētas ārpus Saules sistēmas	168	2000	v	13
Z. Alksne, A. Alksnis	Ārpus Saules sistēmas planētu jeb citplanētu birums	169	2000	r	19
Z. Alksne	Ap Pulksteņa jodu riņķo planēta un putekļu disks	171	2001	p	13
Z. Alksne, A. Alksnis	Citplanētu meklēšanas veiksmes un sarežģījumi	172	2001	v	3
Z. Alksne, A. Alksnis	Citplanētu pētniecības jaunumi	176	2002	v	9

<i>Z. Alksne,</i> <i>A. Alksnis</i>	Jauns pavērsiens citplanētu meklēšanā	178	2002/03	z	3
<i>Z. Alksne,</i> <i>A. Alksnis</i>	Planētas dzimst un dzīvo arī dubultzvaigznēs	179	2003	p	11
<b>Saules sistēma</b>					
<i>A. Alksnis</i>	Mazā planēta 2002 NY40 paskrien garām Zemei	178	2002/03	z	18
<i>A. Balklavs</i>	Saules rādīsa precizējums	166	1999/00	z	14
<i>V. Ustimenko</i>	Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi	168	2000	v	56
<b>Zeme saistībā ar kosmosu</b>					
<i>J. Āboliņš</i>	Zinātne, dinozauri un evolūcija: kā kosmiskie spēki ietekmē dzīvi uz Zemes	173	2001	r	3
<i>A. Balklavs</i>	Cilvēka augums Saules ritmā	167	2000	p	87
<i>A. Balklavs</i>	Seismiskie elektriskie signāli	176	2002	v	17
<i>M. Docenko</i>	Trihineloze un Saules aktivitāte	179	2003	p	72
<i>O. Dumbbrājs</i>	Saules enerģija uz Zemes	179	2003	p	3
<i>A. Miķelsons,</i> <i>Jānis Karkliņš</i>	Grēku plūdi – mīts vai īstenība?	163	1999	p	41
<i>A. Vaivads</i>	Cluster II un zinātne par kosmisko telpu	176	2002	v	3
<i>J. Žagars</i>	Kosmisko signālu izmantošanas iespējas	163	1999	p	7
<b>ATZIŅU CEĻI</b>					
<i>A. Balklavs</i>	Tūkstošgadēm mijoties	170	2000/01	z	2
<i>A. Balklavs</i>	Esamības būtība	170	2000/01	z	39
<i>M. Kūle</i>	Attieksme pret cilvēku: mūsdienu variācijas	171	2001	p	36
<i>M. Kūle</i>	Nacionālā zinātne Latvijā	176	2002	v	46
<i>Imants Vilks</i>	Dažas jaunākās zinātnes atziņas un mūsdienīgs pasaules uzskats	161	1998	r	42
<i>Imants Vilks</i>	Daži mūsdienīga pasaules uzskata jautājumi	164	1999	v	32
<i>Imants Vilks</i>	Dažas pārdomas par cilvēka vietu Universa attīstībā	165 166	1999 1999/00	r z	39 30
<i>Imants Vilks</i>	Mazvarbūtīgas komplicētības lielais noslēpums	167	2000	p	26
<i>Imants Vilks</i>	Mūsdienu zinātne par mūžīgu dzīvību	172	2001	v	35
<i>Imants Vilks</i>	Mūsdienu zinātne par dzīves jēgu	175 176	2002 2002	p v	43 42
<i>Imants Vilks</i>	Evolūcijas trajektorija	177	2002	r	39
<i>Imants Vilks</i>	Daži Universa tālās nākotnes jeb eshatoloģijas jautājumi	180	2003	v	64
<i>A. Zemītis</i>	Matemātiskās tehnoloģijas – neatņemama nākotnes tehnoloģiju sastāvdaļa	177	2002	r	32
<b>KOSMOSA PĒTNIECĪBA UN APGŪŠANA</b>					
<i>Z. Alksne,</i> <i>A. Alksnis</i>	Habla kosmiskā teleskopa pirmā desmitgade	171	2001	p	3
<i>A. Balklavs</i>	HALCA – solis kosmiskajā radiointerfero- metrijā	172	2001	v	15
<i>A. Gertāns</i>	NEAR misija sekmīgi pabeigta	173	2001	r	21

<i>M. Gills</i>	Kosmisko putekļu mednieks <i>Stardust</i>	163	1999	p	28
<i>M. Gills</i>	Kosmoplāns <i>Columbia</i> un Rīga!	179	2003	p	25
<i>J. Jaunbergs</i>	Grunts caursitēji planētu pētījumiem	161	1998	r	15
<i>J. Jaunbergs</i>	Uz komētām nolaižamie aparāti <i>Rosetta</i> un <i>Deep Space – 4</i>	161	1998	r	16
<i>J. Jaunbergs</i>	<i>DS1</i> eksperimentālais kosmiskais aparāts	162	1998/99	z	34
<i>J. Jaunbergs</i>	Robotbaloni citu planētu atmosfērās	164	1999	v	18
<i>J. Jaunbergs</i>	No saistītiem pavadoņiem līdz kosmiskajiem tiltiem	165	'1999	r	25
<i>J. Jaunbergs</i>	<i>Rotary Rocket</i> pirmie izmēģinājumi	167	2000	p	23
<i>J. Jaunbergs</i>	<i>Iridium</i> bēdīgais gals	168	2000	v	22
<i>J. Jaunbergs</i>	<i>Mir</i> komerciālā reinkarnācija	169	2000	r	34
<i>J. Jaunbergs</i>	Kosmosa žurnālistika interneta laikmetā	171	2001	p	19
<i>J. Jaunbergs,</i> <i>D. Meldere</i>	Denisa Tito lieliskais piedzīvojums kosmosā	173	2001	r	32
<i>J. Jaunbergs</i>	Pārdomas pēc <i>Columbia</i> bojāejas	180	2003	v	18
<i>V. Lapoška</i>	Latvija Eiropā – skats no kosmosa	166	1999/00	z	28
<i>V. Lapoška</i>	Orbitā Vācijas ģeozinātniskais satelīts <i>CHAMP</i>	170	2000/01	z	23
<i>M. Sudārs</i>	Pavadoņu palaišanas sistēmas. Lielgabali nesējraķešu vietā	179	2003	p	20
<i>M. Sudārs</i>	<i>Columbia</i> traģēdija. Kas un kāpēc notika?	180	2003	v	22
<i>Ilgonis Vilks</i>	Orbitālās observatorijas ritdien	161	1998	r	17
		162	1998/99	z	37
<i>Ilgonis Vilks</i>	Orbitālās observatorijas turpmāk	163	1999	p	30
		164	1999	v	22
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kosmiskie lidojumi – no sapņa līdz pirmajam solim (1903–1961)	170	2000/01	z	25
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kosmiskie lidojumi. Lielo sasniegumu laiks (1961–1973)	171	2001	p	21
		172	2001	v	24
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kosmiskie lidojumi, gandrīz kā ikdiens (1973–2000)	172	2001	v	28
		173	2001	r	23
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kosmiskie lidojumi. Zinātniskie pētījumi kosmosā (1973–2001)	174	2001/02	z	19
		175	2002	p	24
		176	2002	v	19
<i>T. Zarnīks</i>	Kas notiek ar cilvēku vakuumā?	169	2000	r	36
<i>T. Zarnīks</i>	Cilvēka pielāgošanās bezsvara stāvoklim	172	2001	v	19
	<b>Marss tuvplānā</b>				
<i>M. Gills</i>	Marss <i>MGS</i> attēlos	178	2002/03	z	80
<i>K. Hirata</i>	Brīvā mājupeļa trajektorijas uz Marsu	171	2001	p	62
<i>J. Jaunbergs</i>	Jauni instrumenti ceļā uz Marsu	163	1999	p	22
<i>J. Jaunbergs,</i> <i>K. Kārklīņš</i>	Cilvēki uz Marsa	163	1999	p	24
<i>J. Jaunbergs</i>	Starptautiskās Marsa biedrības pirmais gads	166	1999/00	z	44
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa seno okeānu mikla	167	2000	p	60
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa izpēte pēc <i>MCO</i> un <i>MPL</i> neveiksmēm	168	2000	v	51

<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa kāpu stāsti	169	2000	r	54
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa dubļi un sāļās asaras	170	2000/01	z	54
<i>J. Jaunbergs</i>	Parasta marsieša piezīmes	170	2000/01	z	57
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa vulkāni, nogulumieži un klimata vēsture	171	2001	p	59
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa vēju un putekļu deļa	172	2001	v	46
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa odiseja 2001	172	2001	v	49
<i>J. Jaunbergs, D. Meldere</i>	Marsa polu ledus un putekļu hronika	173	2001	r	73
<i>J. Jaunbergs</i>	“Marsiešu” saiets Stenfordā	174	2001/02	z	77
<i>J. Jaunbergs</i>	Pavasaris uz Marsa	175	2002	p	67
<i>J. Jaunbergs</i>	Glābšanas laivas marsiešiem	175	2002	p	68
<i>J. Jaunbergs</i>	Marss cilvēka skatījumā. Intervija ar Bilu Klensiju ( <i>tulkojums</i> )	176	2002	v	68
<i>J. Jaunbergs</i>	Sejas, ko redzam debesis	176	2002	v	70
<i>J. Jaunbergs</i>	Sasalušo dubļu planēta Marss	177	2002	r	59
<i>J. Jaunbergs</i>	Marss, terorisms un Savienotās Valstis	178	2002/03	z	23
<i>J. Jaunbergs</i>	Infrasarkanais Marss	179	2003	p	62
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa biedrība sēro par <i>Columbia</i> traģēdiju ( <i>tulkojums</i> )	179	2003	p	65
<i>J. Jaunbergs</i>	Neizbraucamais Marss	180	2003	v	71
<i>Juris Kauliņš</i>	Lielākā no lielajām Marsa opozīcijām	180	2003	v	76
<i>T. Zarniks</i>	Mākslīgā gravitācija lidojumos uz Marsu	173	2001	r	76
<i>T. Zarniks</i>	Marsa bāzes ārsta dienasgrāmata	174	2001/02	z	72
<b>ASTRONOMIJA LATVIJĀ</b>					
<i>I. Abakumovs, A. Alksnis</i>	Ikeja–Žanga komēta Rīgas un Riekstukalna pavasara debesis	177	2002	r	23
<i>I. Abakumovs</i>	Satelītu lāzerlokācija Latvijā	180	2003	v	25
<i>A. Alksnis</i>	Baldones Šmita teleskopa nesensais devums	163	1999	p	20
<i>A. Alksnis</i>	Nova <i>N Cjy 2001 No2</i> Riekstukalna Šmita teleskopa attēlā	178	2002/03	z	17
<i>A. Balklavs, I. Pundure</i>	Par astronomu “legalizēšanu” Latvijā	161	1998	r	65
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas institūts 1998. gadā	164	1999	v	76
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas institūts 1999. gadā	168	2000	v	78
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas institūts, tūkstošgadi noslēdzot	171	2001	p	74
<i>A. Balklavs</i>	Latvijas astronomija pēc trešās atmodas	174	2001/02	z	28
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas institūts 2001. gadā	176	2002	v	90
		177	2002	r	87
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas institūts 2002. gadā	180	2003	v	88
<i>N. Cimaboviča, A. Balklavs</i>	Radioastronomija Latvijā. Kā tas notika	173	2001	r	35
<i>K. Lapuška</i>	<i>NASDA</i> atzinība Universitātes astronomiem	177	2002	r	95
<i>Leonids Roze</i>	LU Astronomiskajai observatorijai – 80	177	2002	r	90
<i>Z. Sīka</i>	Latvijā atkal atsākušies radioastronomiskie novērojumi	166	1999/00	z	75

<i>I. Šmelds</i>	Pirmie lielas bāzes interferometrijas novērojumi Latvijā	167	2000	v	76
<b>OBSERVATORIJAS UN INSTRUMENTI</b>					
<i>I. Abakumovs</i>	No Zemes mākslīgo pavadoņu fotogrāfisko novērojumu vēstures	171	2001	p	30
<i>A. Alksnis</i>	Svinīgi atklāta Paranalas observatorija	164	1999	v	11
<i>A. Alksnis</i>	Roboteleskops atrod supernovas	164	1999	v	17
<i>A. Alksnis</i>	Uguns izpostījis Stromlo kalna observatoriju	179	2003	p	45
<i>A. Balklavs</i>	<i>ALMA</i> – jaunā gadsimta instruments	175	2002	p	19
<i>A. Balklavs</i>	Astronomija ar vidēja izmēra un maziem teleskopiem	177	2002	r	20
<i>Leonids Roze</i>	Pulkova – Rīga	164	1999	v	80
<b>PAR LAIKA SKAITĪŠANU UN TREŠĀS TŪKSTOŠGADES SĀKUMU</b>					
<i>A. Andžāns</i>	Par kārtas skaitļiem matemātikā	165	1999	r	71
<i>A. Balklavs</i>	Latvijas laika atgūšana	165	1999	r	82
<i>M. Gills</i>	2000. gads un datori	165	1999	r	72
<i>I. Pundure</i>	<i>Trīs vasaras Saulīt' lēca...</i> (par latvisko laikskaiti pēc Grīniem)	165	1999	r	76
<i>Leonids Roze</i>	<i>Anno Domini nostri Jesu Christi</i>	165	1999	r	66
<i>Leonids Roze</i>	Kalendārs un Lieldienas	167	2000	p	51
<i>Ilgonis Vilks</i>	Gregora kalendārs pasaulē un Latvijā	165	1999	r	69
<b>ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS</b>					
<b>Latvijā</b>					
<i>Z. Alksne</i>	Mans mūžs astronomijā	180	2003	v	30
<i>A. Alksnis</i>	Kā es kļuvi par zvaigžņu pētnieku	161	1998	r	30
<i>A. Alksnis</i>	Astronomei Ilgai Daubei – apaļa jubileja	161	1998	r	39
<i>A. Balklavs</i>	Māris Ābele – Fridriha Candra balvas laureāts	168	2000	v	30
<i>A. Balklavs</i>	Jānis Ikaunieks – zinātnes popularizētājs	177	2002	r	78
<i>A. Balklavs</i>	Pastāsts par kādu dzivi	178	2002/03	z	36
<i>J. Balodis</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	59
<i>N. Cimaboviča</i>	Saskarsmē ar nezināmo	175	2002	p	3
<i>N. Černibs,</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	47
<i>L. Černiba</i>					
<i>I. Daube</i>	Šopavasars svinam (I. Eglitim – 50)	171	2001	p	80
<i>I. Daube,</i>	Imants Platais – gaviļnieks	175	2002	p	30
<i>A. Alksnis</i>					
<i>I. Daube</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	45
<i>D. Draviņš</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	58
<i>Jānis Kauliņš</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	59
<i>B. Mārsdens</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	57
<i>I. Platais</i>	Atceroties Matisu Diriļi	180	2003	v	46
<i>Redakcijas kolēģija</i>	Zvaigžņu pētniekam Andrejam Alksnim – 70	161	1998	r	29
<i>Red. kolēģija</i>	Sveicam! (A. Balklavu)	165	1999	r	65

<i>Red. kolēģija</i>	Radioastrofizikim Arturam Balklavam – 70	178	2002/03	z	31
<i>Red. kolēģija</i>	Zenta Alksne – jubilāre	180	2003	v	29
<i>Red. kolēģija</i>	Astronomam Matisam Dirīkim – 80	180	2003	v	43
<i>J. Stradiņš</i>	Par Jāni Ikaunieku	175	2002	p	2
<i>I. Šmēlds</i>	Latvijas Saules astronomijas pamatlicējai – jubileja	174	2001/02	z	87
<b>Citās zemēs</b>					
<i>A. Balklavs</i>	2002. gada Nobela prēmijas fizikā – astrofizikiekiem	178	2002/03	z	19
<i>N. Cimaboviča</i>	Heliobioloģijas likloči	177	2002	r	70
<i>J. Francmanis</i>	Cienijamai profesorei – jubileja	161	1998	r	26
<i>I. Strazdiņš</i>	Leonharda Eilera darbi astronomijā	161	1998	r	55
<i>R. Kūlis</i>	Kants un zvaigžņotā debess	167	2000	p	71
<b>Jauni zinātņu doktori</b>					
<i>Ilgonis Vilks</i>	Astronoma dzīves diagramma (Juris Žagars)	164	1999	v	27
<b>In memoriam</b>					
<i>A. Alksnis</i>	<i>In memoriam</i> : Aleksandrs Sergejevičs Šarovs (22.01.1929.–19.04.1999.)	164	1999	v	25
<i>A. Alksnis, A. Balklavs, I. Pūndure</i>	Visvaldis Jumiķis atstājis Riekstukalnu	170	2000/01	z	78
<i>U. Dzērvītis</i>	Mārtins Švarcšilds 31.V.1912–10.IV.1997.	162	1998/99	z	46
<i>U. Dzērvītis</i>	Laimens Spiccers: 26.VI.1914–31.III.1997.	163	1999	p	36
<i>Redakcijas kolēģija</i>	Heino Ēlsalu “Zvaigžņotajā Debesī” publicēto rakstu saraksts	161	1998	r	64
<i>I. Šmēlds</i>	Zinātnei veltīts mūžs (J. Francmanis)	162	1998/99	z	50
<b>LATVIJAS UNIVERSITĀTE, TĀS MĀCĪBU SPĒKI</b>					
<i>A. Balklavs</i>	Tev mūžam dzīvot Latvijā!	165	1999	r	2. vāks
<i>A. Balklavs</i>	Dažas lappuses no Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas vēstures	176	2002	v	84
<i>J. Jansons</i>	Ludviga Jansona 90 gadu atcerei	165	1999	r	29
<i>J. Jansons</i>	LU profesors Fricis Gulbis (1891–1956) – 110 gadu	170	2000/01	z	31
<i>J. Jansons</i>	Jāzeps Čudars – pirmais latgaļu fiziķis (1910–1990)	172	2001	v	69
<i>J. Jansons</i>	Pirmajam Latvijas Universitātes <i>Dr. math.</i> fizikā profesoram Reinhardam Siksnam – 100	173	2001	r	46
<i>J. Jansons</i>	Latvijas Universitātes profesoram Ilmāram Vitolam – 70	174	2001/02	z	46
<i>J. Jansons</i>	LVU vecākajam pasniedzējam Valerianam Šmēlingam – 100	176	2002	v	23
<i>J. Jansons</i>	LU profesore Elza Krauliņa (1920–2002)	179	2003	p	26
<i>J. Klēmtieks</i>	Jāņa Ikaunieka darba gadi Latvijas Valsts universitātē	175	2002	p	5

<i>J. Klētnieks</i>	LU Astronomiskās observatorijas dibinātajam profesoram <i>Dr. math.</i> Alfrēdam Žageram – 125	180	2003	v	37
<i>M. Krastiņa</i>	Apcerot 100 gadu gājumu. Atmiņas par tēvu (R. Siksnu)	173	2001	r	61
<i>I. Ondzule</i>	Latvijas Universitātes ģerbonis un karogs	165	1999	r	3. vāks
<i>I. Ondzule</i>	Latvijas Universitātes himnas, rektora amatu ķēdes un amata tērpu vēsture	166	1999/00	z	69
<i>I. Ondzule</i>	LU Mazās aulas cilņu stāsts	168	2000	v	73
		169	2000	r	75
<i>Leonids Roze</i>	Pēdējais astronomu izlaidums	176	2002	v	82
<i>A. Salītis</i>	Profesoru Kārli Šteinu atceroties	174	2001/02	z	42
<b>Latvijas mācību spēki citās zemēs</b>					
<i>Leonids Roze</i>	Vecākais latviešu astronoms un viņa zvaigzne	178	2002/03	z	45
		179	2003	p	37
<b>TĀLĀS ZEMĒS</b>					
<i>J. Klētnieks</i>	No senās Ēģiptes astronomijas avotiem	176	2002	v	36
<i>J. Klētnieks</i>	Saules dieva ceļojums nakts stundās pazemes valstībā	177	2002	r	24
<i>J. Klētnieks</i>	Tutanhamona kapenes, Saules dievs Ra un "Cilvēces iznīcināšana"	178	2002/03	z	62
		179	2003	p	41
<i>M. Krastiņš</i>	Ņujorkā atklāts moderns planetārijs	169	2000	r	40
<i>T. Romanovskis</i>	Sveiciens no Tiho Brahes Hvenas salas	177	2002	r	31
<i>V. Straupe</i>	Par astronomiju vienā no pasaules lielākajiem dabaszinātņu muzejiem	172	2001	v	32
<i>V. Straupe</i>	Ar divriteni apceļojot Saules sistēmu	174	2001/02	z	60
<b>SKOLĀ</b>					
<i>Z. Alksne</i>	Kad astronomija nav obligāta...	165	1999	r	45
<i>A. Alksnis</i>	Latvijas skolēni astronomiskajā Eiropā	179	2003	p	60
<i>A. Andžāns</i>	Un atkal tā ir pie mums!	164	1999	v	39
<i>A. Andžāns</i>	9. komandu olimpiādes matemātikā "Baltijas ceļš'98" uzdevumu atrisinājumi	165	1999	r	54
<i>A. Andžāns</i>	Lielie matemātiķu svētki	169	2000	r	49
<i>A. Andžāns</i>	Latvijas 50. matemātikas olimpiādes 3. kārtas uzdevumu atrisinājumi	170	2000/01	z	48
<i>A. Andžāns</i>	Starptautiskā komandu olimpiāde "Baltijas ceļš" matemātikā	171	2001	p	53
<i>A. Andžāns</i>	Matemātikas komandu olimpiādes "Baltijas ceļš 2000" uzdevumu atrisinājumi	172	2001	v	43
<i>A. Andžāns</i>	Latvijas 51. matemātikas olimpiādes 3. kārtas uzdevumi	173	2001	r	67
<i>A. Andžāns</i>	Latvijas 51. matemātikas olimpiādes 3. kārtas uzdevumu atrisinājumi	174	2001/02	z	65
<i>A. Andžāns</i>	Latvijas 53. matemātikas olimpiāde	180	2003	v	67
<i>A. Atvara</i>	Par Eilera kvadrātiem	171	2001	p	56
<i>A. Balklaus</i>	Vai pesteļošana var sekmēt pedagoģiju?	162	1998/99	z	64

<i>A. Balklavs</i>	Astronomija internetā	167	2000	p	37
<i>N. Bite</i>	Dažas astronomiskās adreses www tīklā	161	1998	r	57
<i>D. Docenko</i>	Notikusi astronomijas olimpiāde Černogolovkā	169	2002	r	52
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers</i>	Latvijas 20. un 21. atklātās fizikas olimpiādes uzdevumi, risinājumi un uzvarētāji	163	1999	p	51
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers</i>	Latvijas 22. atklātās fizikas olimpiādes uzdevumi, risinājumi, uzvarētāji un rezultāti	165	1999	r	49
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers</i>	Latvijas 23. atklātās fizikas olimpiādes uzdevumi, risinājumi, uzvarētāji un rezultāti	167	2000	p	40
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers, D. Docenko, V. Kaščejevs</i>	Latvijas XXIV atklātā fizikas olimpiāde Rīgā 1999. gada 18. aprīli	169	2000	r	45
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers, D. Docenko, V. Kaščejevs</i>	Latvijas 25. atklātā fizikas olimpiāde	171	2001	p	48
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers, V. Kaščejevs, D. Docenko</i>	Latvijas 26. atklātā fizikas olimpiāde	174	2001/02	z	61
<i>V. Fļorovs, A. Cēbers, V. Kaščejevs, D. Docenko</i>	Latvijas 27. atklātā fizikas olimpiāde	179	2003	p	46
<i>A. Grants</i>	Dažas binomiālo koeficientu dalāmības īpašības	171	2001	p	57
<i>M. Krastiņš</i>	Rīgas 26. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde	163	1999	p	45
<i>M. Krastiņš</i>	Rīgas 27. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde	168	2000	v	42
<i>M. Krastiņš</i>	Rīgas 28. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde	171	2001	p	43
<i>M. Krastiņš</i>	Rīgas 29. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde	175	2002	p	58
<i>Latvijas Fizikas biedrība</i>	<i>Rezolūcija.</i> Par neatliekamiem pasākumiem dabaszinātņu mācīšanai vidusskolās	177	2002	v	45
<i>I. Murāne</i>	Astronomijas skolotāju asociācija informē	171	2001	p	58
<i>I. Murāne</i>	Astronomijas skolotāju asociācija ziņo	174	2001/02	z	71
<i>I. Murāne</i>	Informācija skolotājiem, skolēniem un ikvienam par iespējām iegūt un papildināt zināšanas astronomijā	178	2002/03	z	78



<i>I. Murāne</i>	Informācija skolotājiem, skolēniem un ikvienam interesentam	179	2003	p	61
<i>M. Opmanis</i>	“Latvijas informātikas olimpiāde” – melns darbs, balta maize	167	2000	p	45
<i>M. Opmanis</i>	Latvijas 13. informātikas olimpiāde	168	2000	v	45
<i>M. Opmanis</i>	Baltijas valstu 7. informātikas olimpiāde BOI'2001	173	2001	r	68
<i>R. Ozols</i>	Naturālie logaritmi un nevienādību pierādīšana	176 177	2002	v r	61 46
<i>Redakcijas kolēģija</i>	Intervija ar starptautiskās ķīmijas olimpiādes laureātu Linardu Kalvānu	167	2000	p	49
<i>T. Romanovskis</i>	Saules tēmas pētījumi Latvijā	167	2000	p	54
<i>T. Romanovskis</i>	Ostvalda pasaules formāta taisnstūri	168	2000	v	38
<i>T. Romanovskis</i>	Keplera elipse – isākā laika ceļš	171	2001	p	46
<i>Ilgonis Vilks</i>	Zvaigžņu dramatiskā bojāeja	161	1998	r	47
<i>Ilgonis Vilks</i>	Ārpusklases darba iespējas jaunajā mācību gadā	161	1998	r	57
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kosmiskais zvērudārzs	162	1998/99	z	53
<i>Ilgonis Vilks</i>	Eiropas dimensija astronomijas izglītībā	162	1998/99	z	60
<i>Ilgonis Vilks</i>	Ārpusklases darba iespējas mācību gadā	162	1998/99	z	83
<i>Ilgonis Vilks</i>	Skolēnu viktorina Lietuvā	163	1999	p	56
<i>Ilgonis Vilks</i>	Olimpiāde – ilgdzīvotāja	178	2002/03	z	73
<b>AMATIERIEM</b>					
<i>G. Ansviestulis</i>	Mēness un Saules fotografēšana	170	2000/01	z	65
<i>J. Blūms</i>	Sudrabainie mākoņi	180	2003	v	78
<i>M. Eibvalds,</i> <i>J. Kārklīš</i>	Dubultteleskopa otrā elpa	177	2002	r	61
<i>M. Gills</i>	Novērosim Leonīdas!	161	1998	r	58
<i>M. Gills,</i> <i>M. Krastiņš</i>	Meklējot Burtnieku pili	163	1999	p	60
<i>M. Gills</i>	Novērojumu projektu kopa “ <i>Saules aptumsums</i> ”	164	1999	v	53
<i>M. Gills</i>	Biedrība uzsāk darbus pie jaunā projekta	164	1999	v	82
<i>M. Gills</i>	Par Smiltenes krāteri	165	1999	r	57
<i>M. Gills</i>	Saulei mākoņi nebija šķērslis	166	1999/00	z	52
<i>M. Gills</i>	Astronomijas nometne Vabolē	172	2001	v	54
<i>M. Gills</i>	Pie Ilumetsas meteorītu krāteriem ( <i>fotoreportāža</i> )	173	2001	r	84
<i>M. Gills</i>	Kāvi 21. oktobra Rīgas pievārtes debesis	174	2001/02	z	83
<i>M. Gills</i>	“ <i>Ērgļa</i> ” nometne ar kaimiņvalsts un precīzo koordinātu akcentu	175	2002	p	74
<i>M. Gills,</i> <i>M. Krastiņš</i>	Astronomijas elpa Zentenes muižas pils mūros	179	2003	p	66
<i>M. Gills</i>	Projektu kopa “ <i>Sāc dienu ar Sauli</i> ”	179	2003	p	69
<i>Juris Kauliņš</i>	Pilnais Saules aptumsums 1999. gada 11. augustā	164	1999	v	50

<i>M. Krastiņš</i>	Leonīdu lietus – 1999. gada novembrī	163	1999	p	64
<i>P. Leckis</i>	Par efemerīdu izskaitļošanu	171	2001	p	67
<i>A. Meijers</i>	Lukturītis novērotājam	175	2002	p	73
<i>A. Nikolajevs</i>	Saules pulksteņi visai Latvijai	170	2000/01	z	62
		171	2001	p	70
		172	2001	v	60
		173	2001	r	80
<i>I. Pustiņņiks</i>	Šis un tas par Kāli meteorītu	175	2002	p	78
<i>I. Pērkone,</i> <i>T. Romanovskis</i>	Ģeogrāfiskā platuma noteikšana pēc Saules ēnas	176	2002	v	74
<i>J. Simanovičs</i>	<i>Iridium</i> pavadoņi	162	1998/99	z	69
<i>M. Sudārs</i>	Ziemeļblāzmas novērojumi Madonā un Rīgā	175	2002	p	80
<i>G. Vilka,</i> <i>M. Gills,</i> <i>Ilgonis Vilks</i>	Divi tūkstoši kilometru divu minūšu dēļ	166	1999/00	z	57
<b>Jauniešu astronomijas klubā</b>					
<i>I. Začeste</i>	Jauniešu astronomijas klubam vairāk nekā 10 gadu	166	1999/00	z	48
<i>I. Začeste</i>	“Mazais ērglis”	166	1999/00	z	50
<i>I. Začeste</i>	Zvaigznāji pavasara pusnakti	171	2001	p	73
<i>I. Začeste</i>	Zvaigznāji vasaras pusnakti	172	2001	v	63
<i>I. Začeste</i>	Zvaigznāji rudens pusnakti	173	2001	r	88
<i>I. Začeste</i>	Zvaigznāji ziemas pusnakti	174	2001/02	z	86
<b>ATSKATOTIES PAGĀTNĒ</b>					
<b>Latvijā</b>					
<i>A. Alksnis</i>	Dažas atmiņas par Sašu (Aleksandru Mičuli)	162	1998/99	z	77
<i>A. Candere</i>	Reaktivajai tehnikai veltīto Frīdriha Candra praktisko darbu nozīmīgums un grupa <i>GIRD</i>	164	1999	v	69
<i>I. Daube</i>	Šovasar atceramies: Izāks Rabinovičs (1911–1977)	172	2001	v	78
<i>I. Daube</i>	Astronoms un karavīrs Indriķis Arturs Brikmanis	173	2001	r	89
<i>L. Kondraševa</i>	Rīgas mazajā planetārijā	162	1998/99	z	80
<i>I. Loze</i>	Starp debesi un zemi	177	2002	r	75
<i>Leonids Roze</i>	Aleksandrs Mičulis – astronoms, gastronoms, disidents	162	1998/99	z	73
<i>Leonids Roze</i>	Div’ reiz’ divi uz vienu vietu	162	1998/99	z	78
<i>Leonora Roze</i>	Mūsu Saša	162	1998/99	z	81
<i>A. Vējāns</i>	Ludzas zēns ar zvaigžņu acīm	162	1998/99	z	73
<b>Citās zemēs</b>					
<i>N. Cimaboviča</i>	Zodiaks – no Mezopotāmijas līdz Latvijai	179	2003	p	77
<i>M. Gills</i>	2000. gada problēma un lielā vilšanās	179	2003	p	75
<i>I. Loze</i>	Saules akmens jeb acteku kalendārs	169	2000	r	72
<i>I. Loze</i>	Maiju kultūra un observatorija Cičenicā	173	2001	r	92
<i>T. Romanovskis</i>	Zvaigžņu ripa	177	2002	r	77

## KRISTĪTĪBA UN LATVISKĀ DIEVESTĪBA

<i>J. Kursīte</i>	Saule latviešu tradicionālajā apziņā	178	2002/03	z	65
<i>I. Pundure</i>	“Dieviņ, tavu likumiņu...” (Par Dievu kristietībā un latvju dainās)	167	2000	p	81
<i>I. Pundure</i>	“Divējāda Saule tek...” (Par dvēseli kristietībā un latvju dainās)	168	2000	v	85
<i>I. Pundure</i>	“Visur man Saule spīd...” (Par dzīvošanas tikumiem kristietībā in latvju dainās)	169	2000	r	85
<i>I. Pundure</i>	“Dievs man deva pa soļam...” (Par darba tikumu kristietībā un latvju dainās)	170	2000/01	z	81

## GRĀMATU APSKATS

<i>A. Balklavs</i>	“ <i>Tebnikas Apskats</i> ” turpinās Latvijā	161	1998	r	67
<i>A. Balklavs</i>	Par Viļņa Reguta grāmatu “ <i>Latvijā redzami zvaigznāji</i> ”	163	1999	p	70
<i>A. Balklavs</i>	Kosmoss visiēm (I. Vilks. “ <i>Kosmoss</i> ”)	164	1999	v	61
<i>A. Balklavs</i>	Izcili! (J. Raņķis. “ <i>Eksaktā zinātne kultūras vēsturē</i> ”)	165	1999	r	59
<i>A. Balklavs</i>	Latvijas Zinātņu akadēmija vakar, šodien un rīt (J. Stradiņš. “ <i>Latvijas Zinātņu akadēmija: izcelsme, vēsture, pārvērtības</i> ”)	166	1999/00	z	66
<i>A. Balklavs</i>	Patiesības meklējumos (E. Siliņš. “ <i>Lielo patiesību meklējumi</i> ”)	167	2000	p	66
<i>A. Balklavs</i>	Jauns mācību līdzeklis astronomijā (I. Vilks. “ <i>Kā iekārtots Visums</i> ”)	169	2000	r	69
<i>A. Balklavs</i>	“ <i>Astronomiskais kalendārs</i> ” – “ <i>Zvaigžņotās Debess</i> ” pielikums	169	2000	r	84
<i>A. Balklavs</i>	Vecākā māsa sveic jaunāko jeb žurnālam “ <i>TERRA</i> ”, gaitas uzsākot	170	2000/01	z	80
<i>A. Balklavs</i>	Kas mēs patiesībā esam? (A. Buiķis. “ <i>Vai mēs esam tie, kas patiesībā esam?</i> ”)	176	2002	v	77
<i>A. Balklavs</i>	Satriecošs dzīvesstāsts (K. Fergusone. “ <i>Stīvena Hokinga dzīve un darbs</i> ”. Stīvens Hokings. “ <i>Mērķis – teorija par visu?</i> ”)	178	2002/03	z	82
<i>A. Balklavs</i>	Grāmata par dzīvības meklējumiem Visumā	180	2003	v	82
<i>J. Eiduss</i>	Derīga un skaista grāmata (V. Rēvalds. “ <i>Optika no senatnes līdz mūsdienām</i> ”)	175	2002	p	85
<i>G. Raņķis</i>	Ievērojamā planētu pētnieka un zinātnes popularizētāja pēdējā grāmata	170	2000/01	z	72
<i>Z. Sika</i>	Kāds īsti bija senais latviešu kalendārs? (M. Šterna. “ <i>Senā gadskārta</i> ”)	164	1999	v	63
<i>Ilgonis Vilks</i>	Jauns papildinājums veco grāmatu saimē	161	1998	r	63
<b>KOSMOSA TĒMA MĀKSĻĀ</b>					
<i>N. Cimaboviča</i>	Oļega Visocka gleznas Pēterbaznicā	180	2003	v	85
<i>J. Strupulis</i>	Medaļu sērija “ <i>Astronomija</i> ”	164	1999	v	57

<i>J. Štrauss</i>	Zvaigžņotais Visums mūsdienu latviešu eklibri	168	2000	v	68
		169	2000	r	62
		170	2000/01	z	67
<i>J. Torgāns</i>	Zvaigznes un Zeme – Eiropas kultūras kontekstā	177	2002	r	66
		178	2002/03	z	87
<i>G. Vilka</i>	Pasaules gals Holivudas stilā	163	1999	p	66
<i>G. Vilka</i>	Pirmie aktieri uz Marsa	168	2000	v	63
<i>G. Vilka</i>	Jaunās tūkstošgades kino	172	2001	v	64
<i>G. Vilka</i>	Par citplanētiešiem ar smaidu	178	2002/03	z	91

## KONFERENCES UN SANĀKSMES

### Latvijā

<i>A. Balklavs</i>	LZA FTZN sēde Jāņa Ikaunieka dzimšanas dienā	165	1999	r	62
<i>A. Balklavs</i>	Pasaules latviešu zinātnieku 2. kongress	174	2001/02	z	25
<i>A. Balklavs</i>	Astronomija LU 61. konferencē	180	2003	v	61
<i>K. Bērziņš,</i> <i>N. Cimaboviča</i>	Irbenes radioastronomu atskats	178	2002/03	z	57
<i>N. Cimaboviča</i>	Radioastronomijas skola Latvijā	174	2001/02	z	36
<i>D. Draviņš</i>	Attēli no radioastronomijas vasaras skolas Latvijā	174	2001/02	z	40
<i>J. Jansons</i>	Latvijas Fizikas biedrības un Latvijas Astronomijas biedrības konference 2001. gada 2.–4. jūlijā Liepenē	175	2002	p	32
		176	2002	v	32
<i>Jānis Kauliņš</i>	Tiekas Latvijas nevalstiskās organizācijas	162	1998/99	z	82
<i>I. Pundure</i>	Profesora J. Francmaņa 60 gadu jubilejai	164	1999	v	80
<i>I. Pundure</i>	Pirms Jāņiem...	165	1999	r	63

### Citās zemēs

<i>D. Docenko</i>	Kultūra, kosmoloģija un gravitācija	175	2002	p	36
<i>L. Začs</i>	IAU simpozijš Nr. 191 “Asimptotiskā milžu zara zvaigznes”	162	1998/99	z	42
<i>L. Začs</i>	Kāpiens stikla kalnā jeb atvadas no aizejošā gadu tūkstoša	168	2000	v	24

### PAR “ZVAIGŽŅOTO DEBESI”

<i>A. Balklavs</i>	Četri gadu desmiti zvaigžņu ceļos	161	1998	r	2
<i>A. Balklavs</i>	Populārzinātniskā literatūra – obligāts priekšnoteikums normāla mācību un sabiedrības izglītošanas procesa nodrošināšanai jeb Četri gadu desmiti ar “Zvaigžņoto Debesi”	163	1999	p	77
<i>A. Balklavs</i>	“Aldaris” – “Zvaigžņotās Debess” sponsors	167	2000	p	80
<i>A. Balklavs-Grinbofs</i>	Par “Zvaigžņoto Debesi” Latvijas skolām	175	2002	p	62
<i>J. A. Balodis</i>	Atsauksme par “Zvaigžņoto Debesi”	161	1998	r	68
<i>A. Beniks</i>	Par “Zvaigžņoto Debesi” un polārblāzmu novērojumiem	166	1999/00	z	33

<i>I. Daube</i>	“Zvaigžņotās Debess” tematiskais rādītājs (1993. gada rudens – 1998. gada vasara)	161	1998	r	80
<i>V. Detlous</i>	Par 2000. gada pavasara “Zvaigžņoto Debesi”	169	2000	r	70
<i>J. Ekmanis, Ē. Tjuņina</i>	LZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas lēmums	177	2002	r	82
<i>Ē. Freidenfelds</i>	Vēstule “Zvaigžņotai Debesij”	166	1999/00	z	27
<i>I. Pundure</i>	No lasītāju vēstulēm (atsauksmes par “Zvaigžņoto Debesi”)	161	1998	r	4,96
<i>I. Pundure</i>	“Visi raksti pilnībā izlasīti”. Lasītāju aptaujas’97 apkopojums	162	1998/99	z	84
<i>I. Pundure</i>	Jubilejas svinībās Riekstukalnā un Latvijas Zinātņu akadēmijā	163	1999	p	74
<i>I. Pundure</i>	“...Kas būs Latvija bez savas “Zvaigžņotās Debess!”” Lasītāju aptaujas’98 apkopojums	166	1999/00	z	27, 33 81
<i>I. Pundure</i>	“Astronomijas zināšanas ir obligāti nepieciešamas modernajam cilvēkam” (Lasītāju aptaujas’99 apkopojums)	171	2001	p	81
<i>I. Pundure</i>	“Pulksteņus grozīt nevajag!” (Lasītāju aptaujas’2000 apkopojums)	174	2001/02	z	91
<i>I. Pundure</i>	Jāņa Ikaunieka un “Zvaigžņotās Debess” daudzinašana	177	2002	r	83
<i>I. Pundure</i>	Jā! – astronomijai skolās (Lasītāju aptaujas ’2001 apkopojums)	179	2003	p	90

#### **JAUTĀ UN IEROSINA LASĪTĀJS**

<i>A. Alksnis</i>	Par “sertificētiem” zvaigžņu nosaukumiem	178	2002/03	z	95
<i>A. Balklavs</i>	Pasaules radišana – Bībele un zinātne	171	2001	p	84
<i>A. Balklavs- Grinbofs</i>	Par “planētu X” jeb par 15. maija “saulrietu”	180	2003	v	94
<i>D. Docenko</i>	Polārblāzma. Kāda tā ir	175	2002	p	91
<i>M. Gills</i>	Kur var iegādāties nepieciešamo zvaigžņotās debess novērošanai? Kas būtu vispiemērotākais debess novērojumiem?	164	1999	v	88
<i>M. Gills</i>	Viesošanās Litavņikos pie akmeņu astronoma ( <i>fotoreportāža</i> )	175	2002	p	86
<i>Juris Kauliņš</i>	Par tūkstošgades miju un tai sekojošā jaunā (Ūdensvīra) laikmeta iestāšanos	170	2000/01	z	86
<i>K. Laņuška, I. Abakumovs</i>	Saules aptumsumi Rīgā tūkstošgadu periodā kopš pilsētas dibināšanas	180	2003	v	90
<i>L. Lauceniēks</i>	Katastrofu uz Zemes var radīt arī debess ķermeņi	161	1998	r	69
<i>I. Pundure</i>	Pagājušo vasaru uz Igaunijas observatorijām	163	1999	p	85
<i>I. Pundure</i>	Kā atrast zvaigznājus pie debesīm?	166	1999/00	z	86
<i>I. Pundure</i>	Pie Andrupenes akmeņu astronoma	172	2001	v	80
<i>Ilgonis Vilks</i>	Kur palikusi planetārija iekārta?	165	1999	r	90
<i>Ilgonis Vilks</i>	Par planētu pavadoņu skaitu Saules sistēmā	179	2003	p	93

## NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

<i>D. Andrupe</i>	Par ziemeļblāzmas novērojumiem Valmierā	175	2002	p	82
<i>Jānis Kauliņš</i>	Polārblāzma 2001. gada 21. oktobrī	174	2001/02	z	84
<i>D. Lauva</i>	Bolids Irbenē	167	2000	p	89
<i>M. Locāns</i>	Par dažiem nejauši redzētiem dabas brīnumiem	169	2000	r	60
<i>I. Mežaraupe</i>	Paldies par <i>Astronomisko kalendāru</i> 2001. gadam!	171	2001	p	83
<i>I. Ozoliņš</i>	Novērota ziemeļbāzma	174	2001/02	z	83
<i>R. Saveļjeva</i>	Ziemeļblāzmas vērojumi Aizputē 6.04.2000.	168	2000	v	88
<i>R. Saveļjeva</i>	Mēness aptumsuma redzamība Aizputē 9.01.2001.	171	2001	p	83
<i>M. Sudārs</i>	Par interesantu parādību	169	2000	r	61
<i>A. Zandbergs</i>	Kaut kas nesaprotams, novērojot Heila–Bopa komētu	169	2000	r	59

## HIPOTĒŽU LOKĀ

<i>N. Cimaboviča</i>	Dainās slēptā informācija	180	2003	v	86
<i>I. Jurģītis</i>	Unikāls atradums jūras dzelmē	166	1999/00	z	34

## GRIBI – NOTICI, NEGRIBI – NE

<i>K. Bērziņš</i>	Piezīme (A. Miķelsona rakstam)	176	2002	v	67
<i>A. Miķelsons</i>	Telpas īpašības, kuras rodas mijiedarbībā ar masu un enerģiju	176	2002	v	94
<i>A. Miķelsons</i>	Dzīvība un daudzdimensiju telpa	179	2003	p	85

## ZINĀŠANU PĀRBAUDE

### Domu rieksti, konkursi, krustvārdu miklas

<i>A. Alksnis</i>	Lasa un vērtē	166	1999/00	z	84
<i>A. Alksnis</i>	Lasa un vērtē: “ <i>Jauns zvaigznājs</i> ” – RCW 38	180	2003	v	69
<i>N. Bite</i>	Krustvārdu mikla	161	1998	r	73
		162	1998/99	z	86
		163	1999	p	89
		164	1999	v	87
		165	1999	r	89
		166	1999/00	z	88
		167	2000	p	90
		168	2000	v	89
		169	2000	r	90
		170	2000/01	z	85
<i>N. Bite</i>	Astronomiskais tests	171	2001	p	39
<i>N. Bite</i>	Zināšanu pārbaude	172	2001	v	8
<i>N. Bite</i>	Izvēlies pareizo atbildi	176	2002	v	41
<i>D. Docenko</i>	Risina lasītājs	180	2003	v	63
<i>M. Gills</i>	Marss tuvplānā. Konkurss	166	1999/00	z	43
<i>M. Gills</i>	Konkurss lasītājiem	167	2000	p	63
		168	2000	v	54
		169	2000	r	57
		170	2000/01	z	60

<i>M. Gills</i>	Marsa konkursa rezultāti	171	2001	p	65
		172	2001	v	52
<i>M. Gills</i>	Krustvārdu mikla par "Ērgļa" nometni	172	2001	v	59
<i>M. Gills</i>	Iepriekšējā numurā izsludinātā Marsa konkursa rezultātu apkopojums	173	2001	r	79
<i>M. Gills</i>	2001. gada rudens numura Marsa konkursa rezultāti	174	2001/02	z	81
<i>M. Gills</i>	2001./2002. gada ziemas numura Marsa konkursa rezultāti	175	2002	p	72
<i>M. Gills</i>	Marsa konkursu sēriju noslēdzot	176	2002	v	72
<i>J. Jaunbergs</i>	Konkurss lasītājiem	171	2001	p	65
		172	2001	v	52
		173	2001	r	78
		174	2001/02	z	80
		175	2002	p	71
<i>Jānis Kauliņš</i>	Konkursa nolikums par labāko populārzinātnisko publikāciju latviešu valodā 1999. gadā	164	1999	v	84
<i>Red. kolēģija</i>	Lasi un vērtē	163	1999	p	65
		164	1999	v	86
<i>Red. kolēģija</i>	Astrofoto konkursa rezultāti	164	1999	v	86
<i>Red. kolēģija</i>	Lasa un vērtē	167	2000	p	59
<i>Red. kolēģija</i>	Konkurss "Lasi un vērtē"	179	2003	p	92
<i>Leonids Roze</i>	"Domu rieksti"	163	1999	p	73
		164	1999	v	55
		165	1999	r	56
		166	1999/00	z	51
		167	2000	p	64
<i>Leonids Roze</i>	Atbildes uz ziemas numurā publicētajiem "Domu riekstiem"	167	2000	p	64
<i>Leonids Roze</i>	"Domu rieksti"	169	2000	r	68
<i>V. Straupe</i>	Izvēlies pareizo atbildi!	174	2001/02	z	94
<i>I. Začeste</i>	Mikla "Krustām šķērsām"	164	1999	v	49
<i>O. Zibens</i>	Krustvārdu mikla	173	2001	r	87
		174	2001/02	z	85
		175	2002	p	84
		176	2002	v	76
		177	2002	r	65
		178	2002/03	z	79
		179	2003	p	71
		180	2003	v	81
<b>ZVAIGŽNOTĀS DEBESS APSKATS</b>					
<i>Juris Kauliņš</i>	Zvaigžnotā debess 1998. gada rudenī	161	1998	r	74
		162	1998/99	z	87
		163	1999	p	90
		164	1999	v	89
		165	1999	r	91

Zvaigžņotā debess 1999./00. gada ziemā	166	1999/00	z	89
Zvaigžņotā debess 2000. gada pavasarī	167	2000	p	91
Zvaigžņotā debess 2000. gada vasarā	168	2000	v	90
Zvaigžņotā debess 2000. gada rudenī	169	2000	r	91
Zvaigžņotā debess 2000./01. gada ziemā	170	2000/01	z	88
Zvaigžņotā debess 2001. gada pavasarī	171	2001	p	89
Zvaigžņotā debess 2001. gada vasarā	172	2001	v	89
Zvaigžņotā debess 2001. gada rudenī	173	2001	r	96
Zvaigžņotā debess 2001./02. gada ziemā	174	2001/02	z	95
Zvaigžņotā debess 2002. gada pavasarī	175	2002	p	97
Zvaigžņotā debess 2002. gada vasarā	176	2002	v	96
Zvaigžņotā debess 2002. gada rudenī	177	2002	r	96
Zvaigžņotā debess 2002./03. gada ziemā	178	2002/03	z	96
Zvaigžņotā debess 2003. gada pavasarī	179	2003	p	96
Zvaigžņotā debess 2003. gada vasarā	180	2003	v	96

### PIRMO REIZI "ZVAIGŽŅOTAJĀ DEBESĪ"

<i>Abakumovs Igors</i>	171	2001	p	88	<i>Meijers Aivis</i>	175	2002	p	103
<i>Āboliņš Jānis</i>	173	2001	r	103	<i>Meldere Dace</i>	173	2001	r	103
<i>Ansviesulis Gints</i>	170	2000/01	z	87	<i>Nikolajevs Aleksandrs</i>	170	2000/01	z	87
<i>Atvara Aina</i>	171	2001	p	88	<i>Ondzule Irēna</i>	165	1999	r	61
<i>Balodis Mārtiņš</i>	177	2002	r	103	<i>Opmanis Mārtiņš</i>	167	2000	p	95
<i>Barzdis Arturs</i>	180	2003	v	103	<i>Ozols Raitis</i>	176	2002	v	103
<i>Blūms Jānis</i>	180	2003	v	103	<i>Pērkone Ilze</i>	176	2002	v	103
<i>Braiens Mārsdens</i>	180	2003	v	103	<i>Raņķis Gunārs</i>	170	2000/01	z	87
<i>Candere Astra</i>	164	1999	v	95	<i>Sika Zigurds</i>	164	1999	v	95
<i>Černiba Ludmila</i>	180	2003	v	103	<i>Simanovičs Jānis</i>	162	1998/99	z	93
<i>Černihs Nikolajs</i>	180	2003	v	103	<i>Straupe Vineta</i>	172	2001	v	83
<i>Docenko Dmitrijs</i>	169	2000	r	95	<i>Strazdiņš Indulis</i>	161	1998	r	79
<i>Docenko Marianna</i>	179	2003	p	103	<i>Sudārs Mārtiņš</i>	175	2002	p	103
<i>Dumbrājs Oļģerts</i>	179	2003	p	103	<i>Štrauss Jēkabs</i>	168	2000	v	95
<i>Eibvalds Mārtiņš</i>	177	2002	r	103	<i>Torgāns Jānis</i>	177	2002	r	103
<i>Ļorovs Viktors</i>	163	1999	p	95	<i>Ustimenko Viktors</i>	168	2000	v	95
<i>Hirata Kristofers</i>	171	2001	p	88	<i>Vaiņvads Andris</i>	176	2002	v	103
<i>Kārkliņš Juris</i>	177	2002	r	103	<i>Vējāns Andris</i>	162	1998/99	z	93
<i>Kārkliņš Kristis</i>	163	1999	p	95	<i>Zāčeste Inga</i>	164	1999	v	95
<i>Kaščejevs Vjačeslavs</i>	169	2000	r	95	<i>Zarniņš Tams</i>	169	2000	r	95
<i>Kursīte Janīna</i>	178	2002/03	z	68	<i>Zemītis Aivars</i>	177	2002	r	103
<i>Leckis Pauls</i>	171	2001	p	88	<i>Zibens Ollerts</i>	173	2001	r	103

### Pielikumi

<i>I. Daube,</i>	Jānim Ikauniekam – 90	175	2002	p
<i>I. Pundure</i>	Uzziņa – hronoloģija			
<i>I. Pundure</i>	Zvaigžņotā debess un latviskā gadskārta	179	2003	p
<i>Ilgonis Vilks</i>	Astronomiskais kalendārs 2001	169	2000	r
<i>Ilgonis Vilks</i>	Astronomiskais kalendārs 2002	173	2001	r
<i>Ilgonis Vilks,</i>	Astronomiskās parādības un planētu	174	2001/02	z



<i>Juris Kauliņš</i>	redzamības kompleksā diagramma 2002. gadam			
<i>Ilgonis Vilks</i>	Astronomiskais kalendārs 2003	177	2002	r
<i>Ilgonis Vilks,</i>	Astronomiskās parādības un planētu	178	2002/03	z
<i>Juris Kauliņš</i>	redzamības kompleksā diagramma 2003. gadam			
<i>J. Jaunbergs</i>	Marsa topogrāfiskā karte. Marss dabīgās krāsās	180	2003	v

## JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ ❧ JAUNUMI ĪSUMĀ

**Jupiteram 61 pavadonis.** Aprīļa beigās Jupiteram atklāja vēl divus pavadoņus, tādējādi Jupitera pavadoņu skaits nu palielinājās līdz 60. Jaunatklāto pavadoņu diametrs ir apmēram viens kilometrs. Tāpat kā visiem nesen atklātajiem pavadoņiem, arī šiem ir neregulāras formas un eliptiskas, no ekliptikas plaknes nobīdītas orbītas. 61. Jupitera pavadonis tika atklāts jūnija sākumā, tas jau ir 21. šogad atklātais pavadonis. Lai jaunatklātais pavadonis *S/2003 J21* veiktu pilnu apriņķojumu ap Jupiteru, tam ir nepieciešamas 600 dienas, tā diametrs varētu būt ap diviem kilometriem.

**Planētu pavadoņiem doti jauni vārdi!** Starptautiskā Astronomijas savienība (*International Astronomical Union – IAU*) 2000. un 2001. gadā atklātajiem planētu pavadoņiem augstā devusi vārdus:

- S/2001 J1 (Jupitera 28. pavadonis) – Autone (*Autonoe*),
- S/2001 J2 (Jupitera 29. pavadonis) – Tiona (*Thyone*),
- S/2001 J3 (Jupitera 30. pavadonis) – Hemipe (*Hemippe*),
- S/2001 J4 (Jupitera 32. pavadonis) – Eiridome (*Eurydome*),
- S/2001 J5 (Jupitera 36. pavadonis) – Sponde (*Sponde*),
- S/2001 J6 (Jupitera 38. pavadonis) – Pasiti (*Pasithee*),
- S/2001 J7 (Jupitera 33. pavadonis) – Eiante (*Euanthe*),
- S/2001 J8 (Jupitera 37. pavadonis) – Kale (*Kale*),
- S/2001 J9 (Jupitera 35. pavadonis) – Ortosija (*Orthosie*),
- S/2001 J10 (Jupitera 34. pavadonis) – Eiporija (*Euporie*),
- S/2001 J11 (Jupitera 31. pavadonis) – Aitne (*Aitne*),
- S/2000 S1 (Saturna 19. pavadonis) – Jamirs (*Yamir*),
- S/2000 S2 (Saturna 20. pavadonis) – Pāliaks (*Paaliaq*),
- S/2000 S3 (Saturna 29. pavadonis) – Siamaks (*Siamaq*),
- S/2000 S4 (Saturna 21. pavadonis) – Tarvos (*Tarvos*),
- S/2000 S5 (Saturna 24. pavadonis) – Kiviuks (*Kiviuk*),
- S/2000 S6 (Saturna 22. pavadonis) – Ijiraks (*Ijiraq*),
- S/2000 S7 (Saturna 30. pavadonis) – Turms (*Thyrm*),
- S/2000 S8 (Saturna 27. pavadonis) – Skadi (*Skadi*),
- S/2000 S9 (Saturna 25. pavadonis) – Mundilfars (*Mundilfari*),
- S/2000 S10 (Saturna 28. pavadonis) – Eriapo (*Erriapo*),
- S/2000 S11 (Saturna 26. pavadonis) – Albioriks (*Albiorix*),
- S/2000 S12 (Saturna 23. pavadonis) – Surtungs (*Surtung*),
- S/2001 U1 (Urāna 21. pavadonis) – Trinkulo (*Trinculo*).

Jupitera pavadoņiem vārdi ir ņemti no grieķu mitoloģijas, Saturna – no skandināvu un gallu mitoloģijas, bet Urāna pavadonim dots vārds no Šekspira lugas “Vētra”. Bez šiem pavadoņiem *IAU* devusi nosaukumus arī septiņiem asteroidiem, kuri nodēvēti bojā gājušās “*Columbia*” komandas locekļu vārdos.

## CONTENTS

**“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** Criminal Project *West Ford* by J. Šneiders (abridged). Once more about Flying Saucer by E. Lejasmeyers (abridged). Radio-astronomers’ Conference in Gorkij by M. Eliāšs (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** How Do Star Clusters Form? A. Balklavs. **NEWS** Exoplanets Discovered by Transit Observations. Z. Alksne, A. Alksnis. How Long Will We Be Able to See the Stars? A. Balklavs. About the Solar Quasi-Biennial Cycle. N. Cimaboviča. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Japan Plans New Space Located Solar Telescope. A. Balklavs. *Columbia* Tragedy. What Happened and Why (concluded). M. Sudārs. Unraveling of the *Columbia* Disaster. J. Jaunbergs. *Space Ship One* Is Closest to Target. M. Sudārs. **LATVIAN SCIENTISTS** Jubilee Greetings to Astronomer Ilga Daube. Crumbs of Reminiscences of Long Life. I. Daube. **THE WAYS of KNOWLEDGE** Some Problems of Eshatology of the Universe (continuation). Imants Vilks. **At SCHOOL** On Friendly Terms with Cosmology: Theory of Relativity and Geometry of Universe. (4<sup>th</sup> continuation). K. Bērziņš. Problem Solutions of Round III of the Latvia 53<sup>rd</sup> Olympiad in Mathematics. A. Andžāns. **MARS in the FOREGROUND** Three New Shots Aimed at Mars. J. Jaunbergs. **For AMATEURS** Observations of Mercury in the Astronomical Tower of the University of Latvia. Ilgonis Vilks, M. Gills. Results of Competition of Solar Eclipse Photos. M. Gills. **FLASHBACK** About Teacher of Mathematics Oto Treilībs. N. Cimaboviča. **CHRONICLE** Institute of Astronomy in 2002 (continuation). A. Balklavs. **The STARRY SKY in the AUTUMN of 2004.** J. Kauļiņš. **SUBJECT INDEX of “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” (1998–2003).** I. Daube. *Supplement: Astronomical Calendar 2004*

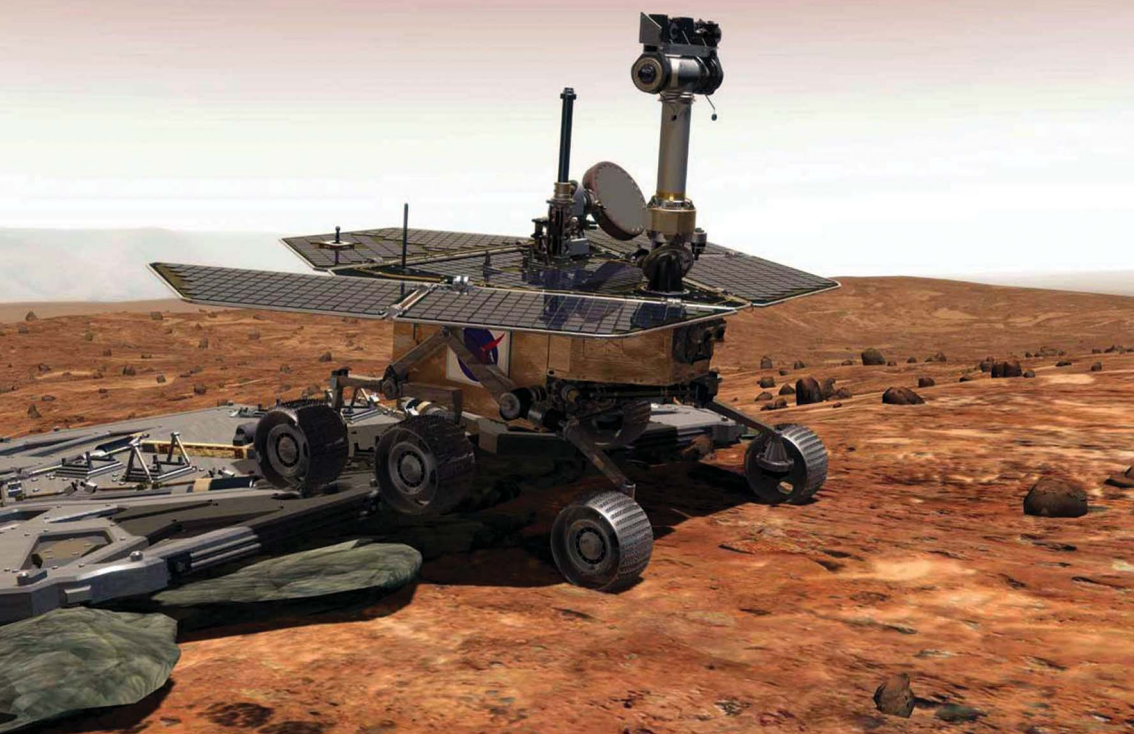
## СОДЕРЖАНИЕ

**В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** Преступный проект “West Ford” (по статье Я. Шнейдерса). Ещё раз про летающих тарелках (по статье Э. Леясмейерса). Конференция радиоастрономов в Горьком (по статье М. Элиасса). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Как образуются звёздные кластеры. А. Балклавс. **НОВОСТИ** Экзопланеты, открытые методом прохождения. З. Алксне, А. Алкснис. Как долго мы ещё сможем видеть звёзды? А. Балклавс. О двухгодичном цикле Солнца. Н. Цимахович. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Япония планирует новый космический солнечный телескоп. А. Балклавс. Трагедия *Columbia*. Что и почему произошло? (окончание) М. Сударс. Причина гибели *Columbia* тривиальна. Я. Яунбергс. *Space Ship One* ближе всего к цели. М. Сударс. **УЧЁНЫЕ ЛАТВИИ** Поздравляем астронома Илгу Даубе с юбилеем! Фрагменты воспоминаний долгой жизни. И. Даубе. **ПУТИ ПОЗНАНИЯ** Некоторые вопросы эсхатологии Вселенной (продолжение). Иммантс Вилкс. **В ШКОЛЕ** Будем с космологией на ты: теория относительности и геометрия Вселенной (4-ое продолжение). К. Берзиньш. Решения задач 3-его тура 53-ей Латвийской олимпиады по математике. А. Анджанс. **МАРС ВБЛИЗИ** Три новые выстрела по цели Марс. Я. Яунбергс. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Наблюдения Меркурия на Астрономической башне Университета Латвии. Илгонис Вилкс, М. Гиллс. Результаты конкурса фотографий Солнечного затмения. М. Гиллс. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Основы основ в жизни и математике (об учителе Ото Трейлибсе). Н. Цимахович. **ХРОНИКА** Институт Астрономии в 2002 году (продолжение). А. Балклавс. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2003 года.** Ю. Каулиньш. **ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” за 1998–2003 годы.** И. Даубе.

*Приложение: Астрономический календарь 2004*

THE STARRY SKY, AUTUMN 2003  
Compiled by Irena Pundure  
“Mācību grāmata”, Rīga, 2003  
In Latvian

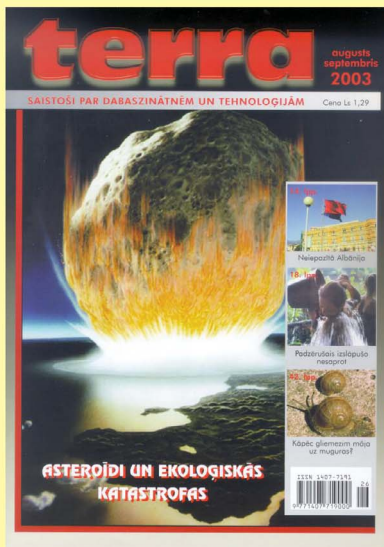
ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2003. GADA RUDENS  
Reģ. apl. Nr. 0426  
Sastādījusi Irena Pundure  
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2003  
Redaktore Dzintra Auziņa  
Datortālis Jānis Kuzmanis



MER mobilis atstāj tetraedriskās “ziedlapiņas”.  
Sk. J. Jaunberga rakstu “Trīs jauni šaviņi trajektorijā uz Marsu”.

NASA/JPL datorgrafika

## IZZINI PASAULI KOPĀ AR ŽURNĀLU *TERRA*!



# terra

ir vienīgais plaša profila  
populārzinātniskais žurnāls Latvijā.

Tā devīze ir:

“Saistoši par dabaszinātnēm  
un tehnoloģijām”.

Latvijas Universitātes un  
*Lauku Avīzes* izdevniecības  
izdevums.

INFORMĀCIJA PAR ABONĒŠANU ŽURNĀLĀ UN INTERNETA ADRESĒ <http://www.terra.lv>

# ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS



ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Kosmiskā kapsula "Space Ship One". Augšā pa kreisi: brīvs planējošs testa lidojums uz lidlauku. Augšā pa labi: "Space Ship One" lidojumā kopā ar tā nesējlidmašīnu. Apakšā: "Space Ship One" ārējais izskats. Daudzi mazie lodziņi viena liela vietā ir masas un konstrukcijas stiprības taupības nolūkos.

Attēls no [www.scaled.com](http://www.scaled.com)

Sk. M. Sudāra rakstu "Space Ship One" vistuvāk mērķim".