

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS

2001
VASARA

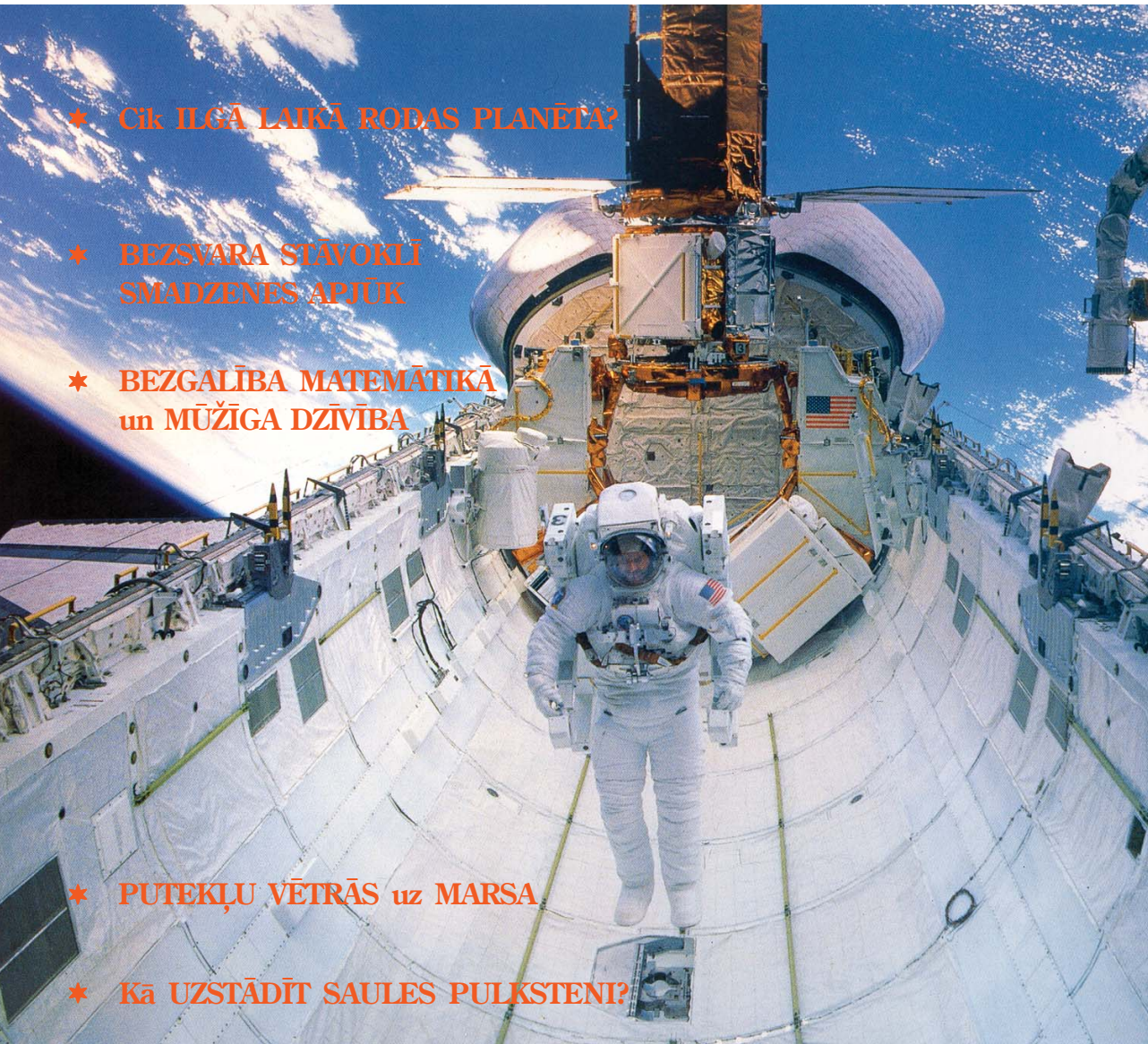
★ Cik ILGĀ LAIKĀ RODAS PLANĒTA?

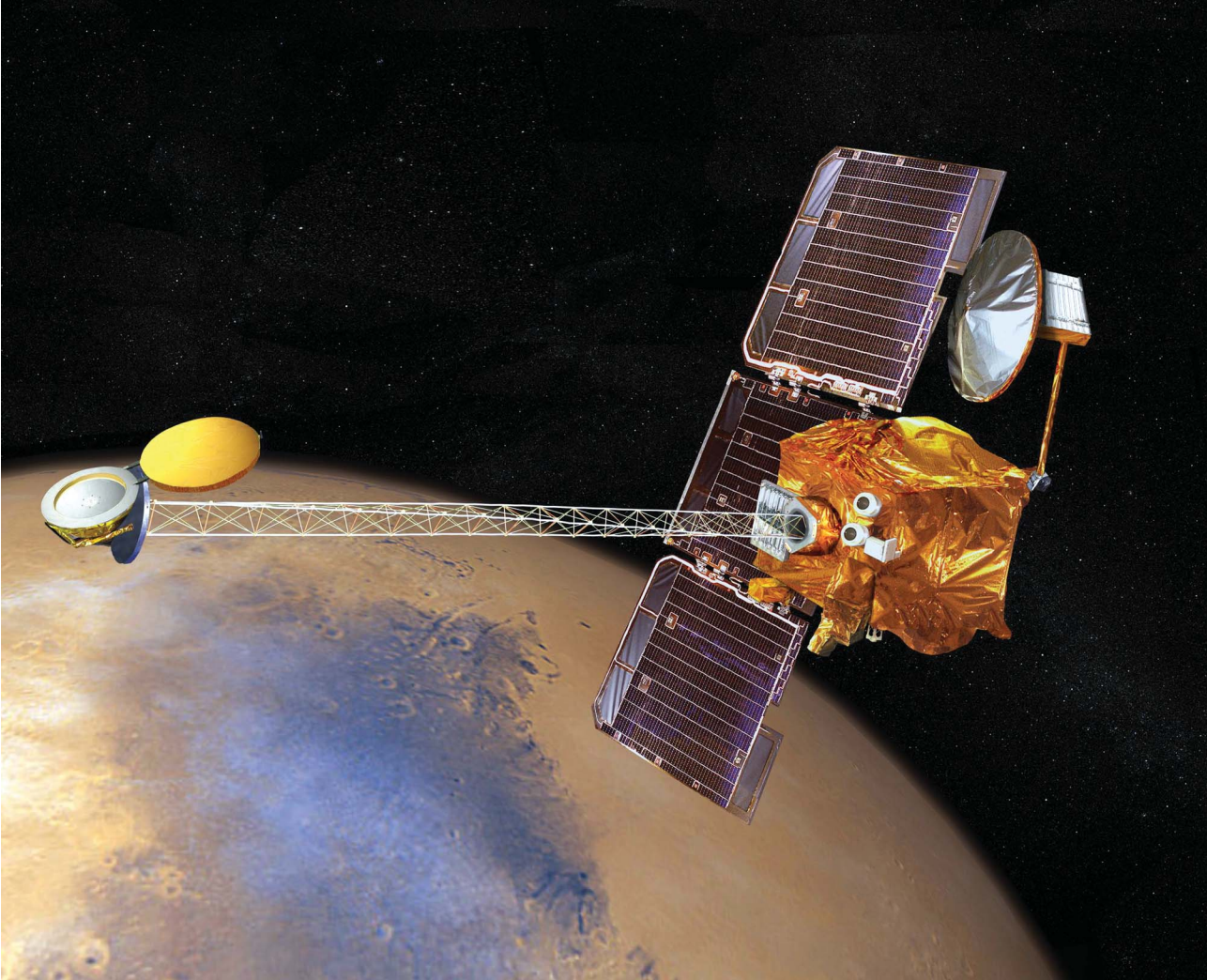
★ BEZSVARA STĀVOKĻI
SMADZENES APJŪK

★ BEZGALĪBA MATEMĀTIKĀ
un MŪŽĪGA DZĪVĪBA

★ PUTEKĻU VĒTRĀS uz MARSĀ

★ Kā UZSTĀDĪT SAULES PULKSTENI?





Mars Odyssey mākslinieka skatījumā.

Sk. J. Jaumberga rakstu "Marsa Odiseja 2001".

Vāku 1. lpp.:

Astronauts brīvi lidinās kosmoplāna kravas telpā, izmantojot individuālo reaktīvo lidaparātu. *NASA foto*
Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi. Gandrīz kā ikdiens (1973–2000)".

Vāku 3. lpp.:

Šis ir Habla kosmiskā teleskopa uzņemtais Dienvidu puslodes Zelta Zivs zvaigznājā atrodošais *30 Doradus* miglājs, kurā ļoti labi vērojams jaunu zvaigžņu veidošanās process. *Augšējais* uzņēmums izdarīts redzamajā gaismā, bet *apakšējais* – infrasarkanajā diapazonā. Bultiņas 1 un 5 norāda uz divām kompaktām jaunām zvaigžņu kopām, savukārt 2, 3 un 4 ir nesen dzimušas zvaigznes ar savām sistēmām. Interesanti ir infrasarkanie avoti 6 un 7, kas novietoti precīzi abās pusēs zvaigžņu kopai 5. Ļoti iespējams, ka tās varētu būt šīs zvaigžņu kopas aktīvākās zvaigznes radītas simetriski izsviestas vielas strūkļas, kas apmēram 5 gaismas gadu attālumā, saduroties ar apkārtesošu putekļu mākonī, iezaigojas un kļūst redzamas.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2001. GADA VASARA (172)



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
<http://www.astr.lu.lv/zvd>



Mācību grāmata

Rīga, 2001

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžņotajā Debessī"

Sensacionāls atklājums eksperimentālajā fizikā.
Saules aptumsums Kamišīnā.....2

Zinātnes ritums

Citplanētu meklēšanas veiksmes un sarežģījumi.
Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....3

Jaunumi

Boka globulā top zvaigzne. *Zenta Alksne*.....9
Interesants ārpusgalaktiska objekta novērojums
ar kosmisko radiointerferometru. *Arturs Balklavs*.....12

Kosmosa pētniecība un apgūšana

HALCA – solis kosmiskajā radiointerferometrijā.
Arturs Balklavs.....15
Cilvēka pielāgošanās bezsvara stāvoklim.
Tams Zariņš.....19
Kosmiskie lidojumi: lielo sasniegumu laiks
(1961–1973). (*Nobeigums*) *Ilgonis Vilks*.....24
Kosmiskie lidojumi: gandrīz kā ikdienu
(1973–2000). *Ilgonis Vilks*.....28

Svešās zemēs

Par astronomiju vienā no pasaules lielākajiem
dabaszinātņu muzejiem. *Vineta Straupe*.....33

Atziņu ceļi

Mūsdienu zinātne par mūžīgu dzīvību. *Imants Vilks*.....36

Skolā

Matemātikas komandu olimpiādes "Baltijas ceļš 2000"
uzdevumu atrisinājumi. *Agnis Andžāns*.....44

Marsa tuvplānā

Marsa vēju un putekļu deja. *Jānis Jaunbergs*.....47
Marsa Odiseja 2001. *Janis Jaunbergs*.....50
Konkurss lasītājiem: jautājumi, rezultāti.
Jānis Jaunbergs, Mārtiņš Gills.....53

Amatieriem

Astronomijas nometne Vabolē. *Mārtiņš Gills*.....55
Saules pulksteņi visai Latvijai. (2. turpin.)
Aleksandrs Nikolajevs.....61

Jauniešu astronomijas klubā

Zvaigznāji vasaras pusnaktī. *Inga Začeste*.....64

Kosmosa tēma mākslā

Jaunās tūkstošgades kino. *Gunta Vilka*.....65

Atskatoties pagātnē

Jāzeps Čudars – pirmais latgaļu fiziķis (1910–1990).
Jānis Jansons.....70

Hronika

Šovasar atceramies: Izāks Rabinovičs (1911–1977)
Ilga Daube.....79

Ierosina lasītājs

Pie Andrupenes akmeņu astronoma. *Irena Pundure*.....81

Jautā lasītājs

Ar kosmoloģiju uz tu: jautājumi un atbildes.
Kārlis Bērziņš.....85

Zvaigžņotā debess 2001. gada vasarā. *Juris Kauliņš*.....90

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

SENSACIONĀLS ATKLĀJUMS EKSPERIMENTĀLAJĀ FIZIKĀ –

tā ārņemju zinātniskā prese vērtē vācu fiziķa R. Mosbauera 1958. gadā atklāto efektu. Novērojot γ -staru absorbciju kristalos zemās temperatūrās, Mosbauers atrada, ka kristāliem ir ļoti šauras rezonanses absorbcijas līnijas. Tas nozīmē, ka kristāli šādos apstākļos izstaro un absorbē γ -stārus ārkārtīgi šaurā frekvenču joslā.

Tas, ka zemās temperatūrās absorbcijas un emisijas līnijām jābūt ļoti šaurām, protams, nebija nekāds pārsteigums, bet neviens necerēja, ka to platums izrādīsies tik niecīgs kā Mosbauera konstatētais. Rezultātā pavērs iespēja mērit ļoti niecīgas frekvences nobīdes.

Sprotams, ka Mosbauera efekta pielietojamības loks var būt ļoti plašs, un to tikai vēl sāk apgūt. Tāpēc mēs šeit apstāsimies tikai pie tiem pētījumiem, kam ir zināma kosmoloģiska interese.

Ļoti nozīmīgu rezultātu ieguvusi kāda amerikāņu pētnieku grupa, kura ar Mosbauera efekta palīdzību laboratorijā konstatēja Einšteina sarkano novirzi. Izdarītajā eksperimentā tiešām tika konstatēta absorbcijas līnijas pārbīde krītošajā kristālā, salīdzinot ar nekustīgo. Tā Einšteina vispārīgā relativitātes teorija beidzot ir apstiprināta ar laboratorijā izdarītu eksperimentu.

Otra pētījumu grupa saistījās ar jautājumu par inerces būtību. Ja pastāvētu inerces anizotropija, tad vajadzētu būt atšķirībai rezonanses frekvencēs starp gadījumiem, kad kristāls kustas Galaktikas centra virzienā un perpendikulāri tam. Eksperimentā šāda rezonanses frekvences pārbīde netika novērota, kaut arī, kā parādīja iepriekšēji aprēķini, iespēja šādu nobīdi novērot bija pilnīgi reāla. Tas liek domāt, ka šāda inerces anizotropija nepastāv.

Trešā iespēja izmantot Mosbauera efektu saistās ar mēģinājumu "nosvērt" fotonu. Citiem vārdiem, jānoskaidro, vai gravitācijas lauks iedarbojas uz gaismas staru vai ne.

(Saisināti pēc U. Dzērvīša raksta, 22.–25. lpp.)

SAULES APTUMSUMS KAMIŠINĀ

Mēs braucam uz Kamišinu, maz dzirdēto Vidusvolgas pilsētu, lai 15. februārī novērotu Saules aptumsumu. Turpat 20 cilvēku liela ir Latvijas astronomiskā ekspedīcija, ko noorganizējusi Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļa. Ekspedīciju vada fizikas un matemātikas zinātnu kandidāts M. Dirīķis. Tajā piedalās gan pazīstami Rīgas astronomi, fiziķi un matemātiķi, gan arī studenti, skolēni un astronomijas amatieri.

Pirmais un galvenais, kā arī visinteresantākais uzdevums bija Saules vainaga fotografēšana ar koronogrāfu, t. i., ar īpašu fotokameru, kuras fokusa attālums 50 cm. Saules vainaga pētīšanai ir liela nozīme, jo tas, arvien retinādamiem un kļūdams neredzams, dažreiz sniedzas līdz pat Zemei. Tātad tas bieži ietekmē Zemes dzīvi. Otrais uzdevums bija Saules vainaga kopējā – t. s. integrālā spožuma noteikšana ar Šaronova fotometru, trešais uzdevums – horizonta spožuma noteikšana ar Dagajeva fotometru, ceturtais uzdevums saistīts ar Zemes un Mēness kustības likumu precizēšanu. Bija paredzēts vēl viens speciāls uzdevums, fotografējot spožo planētu Venēru nakti un aptumsuma laikā, pētīt gaismas staru vājināšanos Zemes atmosfērā.

Salīdzinot ar iepriekšējo Rīgas astronomu ekspedīciju – 1954. gadā uz Šiluti, šoreiz iegūts ievērojami vairāk, jo toreiz mākoņi bija daudz biežāki un vainagu, pat iekšējo, nevarēja gandrīz nemaz saskatīt.

(Saisināti pēc G. Rozenfelda raksta, 10.–19. lpp.)

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

CITPLANĒTU MEKLĒŠANAS VEIKSMES UN SAREŽĢĪJUMI

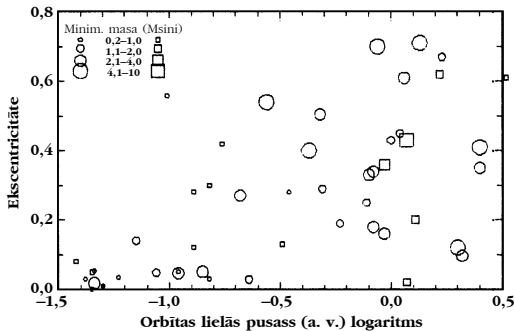
Citplanētu birums turpinās

Citplanētas ir planētas nevis Saules sistēmā, bet pie citām zvaigznēm. Ziņas par šiem debess ķermeņiem tiek apkopotas citplanētu katalogā, ko veido Žans Šneiders Parizes observatorijā. Lidz 2000. gada 1. jūnijam šai katalogā ievietotas ziņas jau aplūkojām (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. "Ārpus Saules sistēmas planētu jeb citplanētu birums" – ZvD, 2000. g. rudens, 19.–26. lpp.*). Kopš tā laika citplanētu birums ir turpinājies, jo šajā īsajā laikā sprīdi ir iegūtas ziņas par 12 jaunām citplanētām. Tagad katalogā atrodami dati par 50 citplanētām, kas riņķo ap 46 zvaigznēm. Citplanētu skaits pārsniedz saimniekzvaigžņu skaitu tāpēc, ka pie trim zvaigznēm atrastas planētu sistēmas. Jau agrāk bija zināma triju planētu sistēma ap Andromedas υ (epsilon) zvaigzni. Tagad vēl pie divām zvaigznēm konstatēta otra planēta. Pie HD 83443 zvaigznes jau bija zināma planēta, kuras masa ir trīsreiz mazāka nekā Jupiteram, bet attālumš no saimniekzvaigznes ir vismazākais no visām zināmām planētām, jo orbītas lielā pusass ir tikai 0,038 astronomiskās vienības (a. v.). Tagad noskaidrots, ka ap šo zvaigzni riņķo vēl otra planēta. Tā ir vismazāk masīvā zināmā citplanēta – masa ir 0,16 Jupitera masas jeb 51 Zemes masa. Tās orbīta ir visai izstiepta – ekscentricitāte $e = 0,48$, bet lielā pusass 0,17 a. v. Savukārt pie zvaigznes *Gliese 876* bija zināma 1,98 Jupitera masas planēta, kas kustas pa izstieptu orbītu 0,21 a. v. lielā vidējā attālumā. Tagad atklāta vēl otra planēta, kuras masa ir 0,56 Jupitera masas un kurai ir gandrīz apla orbīta ar rādiusu 0,13 a. v. Saimniekzvaigzne

Gliese 876 ir otrā Saules sistēmai tuvākā no visām zināmām, tā atrodas 15 gaismas gadu (g. g.) attālumā un pagaidām ir vienīgā zināmā M spektra klases saimniekzvaigzne. Bet Saulei vistuvākā zināmā saimniekzvaigzne ir 10 g. g. attālā K2 spektra klases Eridana ϵ (epsilon) zvaigzne, pie kuras tagad ir atklāta 0,86 Jupitera masas planēta, kas ceļo ap zvaigzni pa ārkārtīgi izstieptu ($e = 0,61$) orbītu, kuras pusass ir 3,3 a. v. Pēc savas masas un vidējā atstatuma no saimniekzvaigznes šī citplanēta atgādina mūsu Jupiteru, taču pēdējais riņķo gandrīz pa aploci ($e = 0,05$) 5,2 a. v. attālumā no Saules.

Pieredzējušie citplanētu pētnieki Dž. Meršijs un P. Batlers lidz ar citiem kolēģiem, balstoties uz 12 saimniekzvaigžņu radiālo ātrumu novērojumiem, kas Lika observatorijā, ASV, turpinājušies vairāk nekā divus gadus, 2000. gadā secināja, ka pie zvaigznēm HD 38529, HD 217107, Vēršu Dzinēja τ (tau), Vēža 55 un Andromedas υ jābūt vēl kādai citplanētai, turpreti pie saimniekzvaigznēm Pegaza 51, Jauņavas 70, Gulbja 16 B, Ziemeļu vainaga ρ (ro), Lielā Lāča 47 un HD 195019 neesot sagaidāma otra planēta.

Lai raksturotu pašreiz zināmo citplanētu kopumu, izmantosim attēlu, kurā parādīts citplanētu orbītu lieluma un ekscentricitāšu sadalījums (attēls ņemts no sākumā minētā mūsu raksta "*Zvaigžņotajā Debessī*"). Papildināsim to ar jauniem datiem (*sk. 1. att.*). No šā attēla redzams, ka visvairāk palielinājies mazas masas planētu skaits, turklāt daļa no tām atrodas tālāk no saimniekzvaigznes nekā agrāk atklātās sīkākās citplanētas. Tas arī sa-



1. att. Citplanētu orbitu lielās pusass, ekscentricitātes un masas kombinācijas. Simbolu lielums raksturo planētu masu. Līdz 2000. gada vidum atklātās planētas iezīmētas ar apliem, jaunatklātās – kvadrātiem.

protams, jo mazas masas planētas ir grūtāk atklāt. Panākumus var izskaidrot ar vairāku gadu laikā sakrātiem novērojumu datiem, kas tagad nes augļus. Līdz ar to sāk zust agrāk labi redzamā šķirtne starp attēla *apakšā pa kreisi* koncentrētām mazas masas citplanētām, kas riņķo pa aplveida orbitām cieši pie saimniekzvaigznēm, un *augšā pa labi* koncentrētām lielas masas citplanētām, kas ceļo pa stipri izstieptām orbitām. Attēla *apakšējo labo stūri* ieņem planētas, kas pēc orbitas izmēriem, ekscentricitātes un apriņķošanas perioda kaut cik līdzinās Zemei, taču pēc masas pārspēj Jupiteru. Šo grupu papildinājušas divas jaunatklātās citplanētas. Interesantākā no tām ir 1,43 Jupitera masas planēta pie 59 g. g. tālās K2 spektra klases zvaigznes HD 27442. Šīs planētas orbitas lielā pusass ir 1,18 a. v., ekscentricitāte tikai 0,02 un apriņķošanas periods 1,16 gadu. Tātad ir atklāta lielā planēta, kas ceļo pa Zemei līdzīgu orbitu, bet tās saimniekzvaigzne ir krietni aukstāka par Sauli.

Zvaigžņu kopās ir maz planētu

2000. gada vasarā parādījās ziņas, ka grandiozs citplanētu meklēšanas darbs beidzies bez panākumiem (sk. *ZvD*, 2000. g. *rudens*, 25. lpp.). Cerībā fiksēt planētas iešanu pāri zvaigznes diskam, ar Habla kosmisko teleskopu tika apsekotas 34 000 zvaigznes, kas

atrodas Tukāna 47 lodveida kopā. Tomēr nevienu šādu parādību neizdevās konstatēt. Nācās secināt, ka ap šīs kopas zvaigznēm neriņķo masīvas īsperioda planētas, jo tādas ar šādiem novērojumiem būtu konstatējamas. Lielā darba negatīvie rezultāti liecina, ka lodveida kopu iekšienē kaut kas kavē planētu tapšanu. Sākās iemeslu meklēšana.

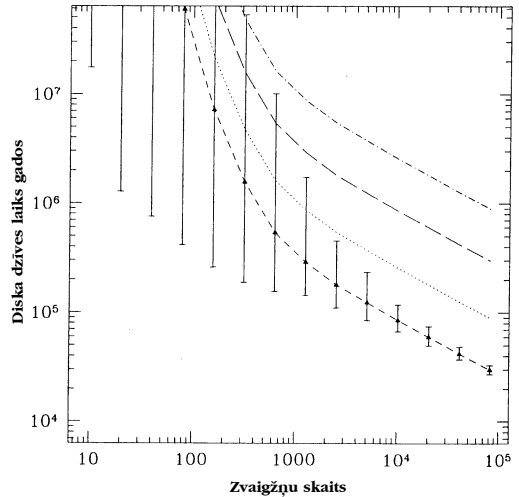
Planētas rodas gāzes un putekļu diskos, kas ietver zvaigznes. Bet, lai diskos patiešām varētu rasties planētas, diskam jāpastāv pietiekami ilgu laiku. Nopietnākais diska grāvējs ir zvaigžņu starojums, kas silda diska virsmu un jonizē vielu, veicinot iztvaikošanu. Iekšējais graujošais spēks ir diska centrālās zvaigznes jeb saimniekzvaigznes starojums. Mazas masas saimniekzvaigznes starojums diska pastāvēšanu tikpat kā neietekmē. Aplēse rāda, ka ap 0,5 Saules masas zvaigzni diska varētu pastāvēt kādus desmit miljonus gadu. Ap masīvākām zvaigznēm diska pastāvēšanas laiks ir daudz īsāks. Taču jebkuras zvaigznes diska pastāvēšanu īpaši dramatiski apdraud ārējais graujošais spēks – ārkārtīgi spēcīgs starojums no lielas masas zvaigznēm, ja tādas atrodas saimniekzvaigznes tuvumā. Tāpēc diska pastāvēšana un planētu rašanās tajā ļoti lielā mērā ir atkarīga no saimniekzvaigznes apkārtējās vides: klaja lauka vai blīvas zvaigžņu kopas.

Klaja zvaigžņu lauka piemērs ir mūsu Saules apkārtnē. Saule un apkārtējās zvaigznes nav radušās zvaigžņu kopā. Kopš rašanās tās ir klaji izkaisītas pasaules telpā. Saules apkārtne ap vairākiem desmitiem mazas masas zvaigžņu ir atrastas planētas vai pat planētu saimes. Tas liecina, ka ap šīm zvaigznēm diski ir pastāvējuši pietiekami ilgi. Diskus nav ietekmējis masīvu zvaigžņu starojums, un planētu tapšanai ir bijuši labvēlīgi apstākļi. Tādi paši apstākļi pastāv arī labi izpētītajā zvaigžņu veidošanās apgabalā Vērša un Vedēja zvaigznājā, kur atrasti tikai plaši izklīdēti jaunu zvaigžņu kompleksi. Citādi apstākļi valda, piemēram, Oriona zvaigznāja jaunu zvaigžņu veidošanās apgabalā. Tur līdztekus bagātīgi

rodas gan nelielas masas zvaigznes, gan ļoti masīvas zvaigznes, kuru starojums grauj apzvaigžņu diskus. To apstiprina šajā apgabalā novērotā spēcīgā vielas aizplūšana no diskkiem. Oriona zvaigznajā jauno zvaigžņu kopa ietver ap tūkstoš locekļu. Zvaigžņu kopas mēdz būt ļoti dažādas, sākot no dažu desmitu vai simtu zvaigžņu grupām jeb vaļējām kopām līdz desmitus un simtus tūkstošu zvaigžņu ietverošām, tā saucamajām lodveida kopām.

Maksa Planka Astrofizikas institūta (Vācija) astronoms F. Armitage (*Pb. J. Armitage*) ir izvērtējis masīvo zvaigžņu ietekmi uz diska dzīves laiku kopās ar dažādu locekļu skaitu. Par rezultātiem viņš ziņojis žurnāla *Astronomy & Astrophysics* 2000. gada oktobra laidienā. Savās aplēsēs F. Armitage balstījies uz konkrētiem datiem, kas zināmi par Oriona jaunu zvaigžņu kopā esošā diska HST182 – 413 raksturlielumiem. Disks atrodas tikai 0,4 g. g. jeb 2500 a. v. attālumā no Oriona θ^1 C zvaigznes, kuras masa ir 40–50 Saules masas. Diska rādiuss ir ap 100 a. v. un masa 0,04 Saules masas, bet gadā tas zaudē četras desmitmiljonās daļas Saules masas. Tādējādi diska dzīves laiks ir ap 100 000 gadu. Domājot par planētu rašanos, interesantāki ir mazāki, kādreizējam Saules sistēmas diskam līdzīgāki diski, kam rādiuss ir ap 30 a. v. Tādā diskā masas zaudēšana notiktu lēnāk, un tas pastāvētu ilgāk.

2. attēlā, kas ņemts no minētā darba, parādīts, kā atkarībā no kopas locekļu skaita (no 10 līdz 100 000) un diska attāluma no kopas centra (no 0,33 līdz 10 g. g.) mainās diska iespējas izdzīvot. Mazās, dažu simtu locekļu kopās pat kopas centra tuvumā diski var izdzīvot no viena līdz desmit miljoniem gadu. Tomēr pastāv ļoti liela diska dzīves laika dispersija. Locekļiem bagātās kopās disku dzīves laiks stipri samazinās. Kopās, kas satur 100 000 locekļu, līdz 3 g. g. tālu no kopas centra esošu disku dzīves laiks nav ilgāks par dažiem simttūkstoš gadiem, pat līdz 10 g. g. no centra esošu disku dzīves laiks nesaņem miljonus gadu.



2. att. Paredzamais pirmsplanētu diska dzīves laiks atkarībā no kopas locekļu skaita un diska attāluma no kopas centra. Attālumu norāda līknes: 0,3 g. g. – apakšējā svītrlinija, 1 g. g. – punktotā linija, 3 g. g. – garsvītru linija, 10 g. g. – punkt-svītrtā linija. Kļūdu nogriežņi, kas iezīmēti 0,3 g. g. līknei, parāda intervālu, kurā ar 90% varbūtību atrodas paredzamais diska dzīves laiks.

Vai diskos ap kopu zvaigznēm pagūst rasties planētas, pirms tie tiek sagrauti? Cik ilgs laiks ir vajadzīgs, lai rastos planēta? Ir novērtēts, ka Saules sistēmas ārējās lielās planētas ir tapušas vairāku miljonu vai pat desmitmiljonu gadu laikā. Teorētiski secināts, ka vajadzīgi vairāki miljoni gadu, lai aptuveni piecu astronomisko vienību attālumā no zvaigznes rastos pietiekami lielas masas kondensācija – iedīglis jeb aizmetnis, uz kura neapturami sāktu nosēties diska viela. Laiks varētu būt sāks, ja iedīglis savā pastāvēšanas sākumā cauri diskam virzītos uz tā iekšpusi, kur apstātos un turpinātu piepulcināt diska vielu. Tātad ap vienu miljonu gadu ilgs diska dzīves laiks stipri ierobežotu lielo planētu rašanos, bet ap simts tūkstošiem gadu dzīves laiks vispār nepieļautu planētu rašanos.

F. Armitage norāda, ka šādu pesimistisku secinājumu par planētu rašanās ierobežoju-

miem var apiet divējādi. Pirmkārt, planētas varētu rasties tiešas saspiešanās procesā. Ja tāds process vispār var notikt, tad tam jānotiek diska pastāvēšanas ļoti agrā stadijā, kad disks ir masīvs un viegli pakļaujas gravitācijas nestabilitātei. Šāda procesa iespējamības pierādījums tiktu iegūts, ja ļoti īsa dzīves laika diskos izdotos atrast masīvas planētas. Otrkārt, planētas sekmīgi varētu rasties ap kopu mazas masas zvaigznēm, ja pastāvētu pietiekami ilgs laika intervāls (miljons gadu vai vairāk) starp secīgu lielas un mazas masas zvaigžņu rašanos. Tad mazas masas zvaigžņu diskos jau būtu radušās planētas, pirms pirmās lielas masas zvaigznes uzsāktu disku graušanu. Oriona zvaigznāja jaunu zvaigžņu tapšanas apgabalā patiešām atrastas tādas mazas masas zvaigznes, kas radušās pirms lielas masas zvaigznēm.

Ja minētie apstākļi nepastāv, mērena blīvuma kopās, bet jo sevišķi varenajās lodveida kopās, planētu rašanās būs ierobežota masīvu zvaigžņu graužošās iedarbības dēļ. Tas varētu būt viens no skaidrojumiem, kāpēc lodveida kopā Tukana 47 neatrada zvaigznēm tuvas Jupitera masas planētas.

Pasaules telpā kļīst neīstas “planētas”

Astronomi pamatoti ir novilkuši diezgan striktu robežu starp zvaigžņu un planētu masu. Šī robeža ir 0,08 Saules masas, jo mazākas masas ķermeņos nenotiek termiskās kodolreakcijas un nerodas enerģija. Tāpēc šādi mazas masas debess ķermeņi ir auksti, tumši un grūti atrodami. Taču attīstības gaitā pastāv to atrašanās labvēlīgs brīdis, kad ļoti mazas masas ķermeņi mazliet staro un ir vieglāk saskatāmi. Tas iestājas tūlīt pēc šo ķermeņu rašanās, kamēr to viela turpina blīvēties un izdalās šajā procesā radusies enerģija. Jo jaunāki ir šie ķermeņi, jo lielākas izredzes tos saskatīt. Ņemot vērā šo secinājumu, astronomi pēdējos gados ir guvuši panākumus mazas masas ķermeņu meklēšanā. Sākumā arvien vairāk un vairāk atrada spidekļus, kuru masa ir tikai nedaudz mazāka par 0,08 Saules masām. Šos objektus, kuru masa ir robežās no 13 līdz 80

Jupitera masām, dēvē par brūniem punduriem atšķirībā no īstenām zvaigznēm – koši spidošiem dzelteniem punduriem (arī mūsu Saules) ar masu ap tūkstoš Jupitera masām un nespodriem sarkaniem punduriem (masa ap 200–400 Jupitera masām).

Pavisam nesen ir publicēti vairāki darbi, kuru gaitā ir atrasti sevišķi auksti un tumši ķermeņi, kas pat infrasarkanajos staros ir tik tikko saskatāmi. Šo ķermeņu masa ir mazāka par 13 Jupitera masām, un astronomi vērtē, ka tā varētu būt tikai kādas 5–10 Jupitera masas. Ja tā, tad tie nekādi nav pieskaitāmi pie brūnajiem punduriem. Alans Boss no Kārnegi institūta Vašingtonā, kurš pazīstams kā mazas masas objektu teorijas pētnieks, ir ieteicis tos nosaukt par brūniem zempunduriem (*sub-brown dwarf*). Taču viena daļa astronomu – novērotāju, kas atklāja šos sevišķi mazas masas objektus, aizsteigušies viņam priekšā, nodēvēdami tos par “planētām”, kaut gan tie brīvi “peld” telpā starp zvaigznēm, nevis riņķo ap saimniekzvaigzni. A. Boss un vēl citi astronomi stingri iebilst pret šā termina nepiedienīgu lietošanu. Īstenas planētas veidojas ap jaunām zvaigznēm gāzes un putekļu diskos, turpreti brīvi kļīstošie sevišķi mazas masas ķermeņi varētu būt radušies citā ceļā – blīviem starpzvaigžņu mākoņiem sadaloties daļās un pēc tam to vielai sablīvējoties savas gravitācijas spēku ietekmē. Protams, var gadīties, ka topošas planētu sistēmas pazaudē atsevišķus locekļus, pirms sistēmas kļūst stabilas. Bet, pēc astronomu domām, pašlaik zināmo brīvi kļīstošo īpaši zemas masas objektu ir pārāk daudz, lai tie visi varētu būt radušies tādā procesā. Drīzāk gan itin visi brīvi kļīstošie īpaši mazas masas objekti, tāpat kā parastās zvaigznes, top starpzvaigžņu vides mākoņos, tiem sadaloties. A. Boss teorētiski ir pamatojis iespēju, ka tādā veidā var rasties pat tik mazi objekti, kuru masa ir trīs Jupitera masas.

Pagaidām nav skaidrs, vai šo īpaši mazas masas objektu jeb neīstu planētu ir tikpat daudz kā brūno punduru. Zināms, ka Piena Ceļa telpā vidēji uz katru zilo milzi ar masu

ap 10 Saules masām ir ap 30 vienas Saules masas dzelteno punduru, bet uz katru dzelteno punduru – ap 70 sarkano punduru. Vēl jānoskaidro, vai tikpat lielā skaitā starp šīm zvaigznēm kā rēgi klist blāvie un mazie brūnie punduri, kā arī pavisam tumšie un niecīgie brūnie zempunduri.

Atkal jauns citplanētu loms

Eiropas Dienvidu observatorijas 2001. gada 4. aprīļa ziņojums preseī vēstī par vēl 11 katalogā neregistrētu citplanētu atklāšanu pie desmit zvaigznēm. Tāpēc steidzam šim “*Zvaigžņotās Debess*” numuram sagatavotos citplanētu datus papildināt ar pavisam svaigām ziņām.

Jaunie atklājumi tāpat kā līdzšinējie balstās uz zvaigžņu radiālā ātruma, t. i., attālināšanās vai tuvošanās ātruma, mērījumiem, turklāt uz sevišķi augstas precizitātes mērījumiem. Tie dod iespēju noteikt novērojāmās zvaigznes ātruma izmaiņas laika gaitā, kuras rada ap zvaigzni riņķojošās neredzamās planētas gravitācijas spēks. Ātruma maiņu analīze palīdz noteikt neredzamās planētas orbītas parametrus un planētas minimālo masu.

Kā vienmēr starp jaunatklātajām citplanētām atrodas dažas, kuru īpatnības ir vērts minēt. Patiesībā runa ir tikai par šo citplanētu orbītas parametru īpatnībām un planētas minimālo masu, jo citi raksturlielumi nav zināmi. Ilustrācijai izmantosim Ženēvas observatorijas mājaslapā http://obswww.unige.ch/~udry/planet/new_planet.html ievietoto shēmu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*), kurā parādītas apskatāmo planētu orbītas.

Vispirms pievērsīsimies divām jaunatklātām citplanētu sistēmām. Katrā no tām ietilpst divas planētas. Jau agrāk bija zināms, ka ap zvaigzni HD 82943 pa mazliet izstieptu orbītu kustas planēta ar minimālo masu 1,63 Jupitera masas un tās apriņķošanas periods ir 444 dienas (*5. orbīta attēlā*). Tikko atklātā otra – 0,88 Jupitera masas liela planēta, kas riņķo tuvāk saimniekzvaigznei, apceļodama to 221 dienā (*3. orbīta attēlā*). Abu planētu periodu attiecība tuva 1:2. Tas norāda uz orbītu rezonances pastāvēšanu, kuras cēlonis var būt abu

planētu gravitācijas mijiedarbība. Šīs planētu sistēmas atklājēji min līdzīgu rezonansi Saules sistēmas mazo planētu jeb asteroīdu starpā. Ap zvaigzni HD 74156 abas sistēmu veidojošās planētas atklātas tikai nupat. Iekšējā, saimniekzvaigznei ļoti tuvā 1,56 Jupitera masas lielā planēta kustas pa mazliet izstieptu orbītu ar 52 dienu periodu (*2. orbīta attēlā*), bet ārējā planēta, kuras masa ir lielāka par 7,5 Jupitera masām, kustas pa aplocei līdzīgāku, taču ļoti tālu orbītu, apceļodama zvaigzni 2300 dienās jeb 6,3 gados (ši orbīta attēlā neietilpst).

Savdabīga vientuļa citplanēta atklāta pie zvaigznes HD 80606. Šī 3,4 Jupitera masas lielā planēta kustas pa līdz šim nepieredzēti izstieptu orbītu, kuras ekscentricitāte ir 0,927 (*1. orbīta attēlā*). Saimniekzvaigzni šī planēta apriņķo 112 dienās, te tuvdamās tai līdz 5 milj. km attālumam, te attālinādamās līdz 127 milj. km (salīdzināšanai – Merkurs riņķo ap Sauli 58 milj. km attālumā, bet Venēra – 108 milj. km attālumā). Tāpēc apstākļi uz šīs planētas mainās ārkārtīgi strauji un krasi, pilnīgi izslēdzot jebkuru dzīvības formu pastāvēšanu.

Toties ideāli nemainīgi apstākļi pastāv uz citas planētas, kas atklāta pie zvaigznes HD 28185. Šī planēta līdzīgi Zemei riņķo ap saimniekzvaigzni pa gandrīz aploces orbītu ($e = 0,06$), turklāt apriņķošanas periods ir 385 dienas (*4. orbīta attēlā*). Arī planētas attālums no saimniekzvaigznes – 150,6 milj. km – ir gandrīz tāds pats kā Zemes attālums no Saules – 149,6 milj. km. Ņemot vērā, ka saimniekzvaigzne pieder pie Saules tipa zvaigznēm, jaunatklātā citplanēta neapšaubāmi atrodas dzīvībai labvēlīgā zonā, kur temperatūra varētu būt līdzīga temperatūrai uz Zemes. Taču šīs planētas masa ir milzīga – 3,5 Jupitera masas jeb aptuveni 1000 Zemes masas. Tā varētu būt tipiska lielā gāzveida planēta, pilnīgi nepiemērota dzīvībai. Cerību gan vieš apstākļi, ka Saules sistēmas lielās planētas ir apveltītas ar daudziem dabiskiem pavadoņiem jeb mēnešiem. Kāpēc gan arī ap šo milzu citplanētu nevarētu riņķot viens vai vairāki mēneši, uz kuriem varētu būt dzīvībai labvēlīgi apstākļi?

Jaunā citplanētu atklājuma autori strādā trīs grupās, kas savā starpā cieši sadarbojas. Ženēvas astronomi (Šveice) strādā ar L. Eilera 1,2 metru teleskopu, kas uzstādīts Čīlē. Cita grupa, kurā strādā gan Ženēvas, gan Grenobles un Augšprovansas (Francija) observatoriju astronomi, izmanto Augšprovansas observatorijas teleskopu. Abas šīs grupas kopā ir atklājušas 32 citplanētas – apmēram pusi no pašlaik zinā-

majām. Trešā grupa strādā Maunakeā, Havaju salās, (ASV) ar Keka 10 metru teleskopu, izdarot radiālo ātrumu sevišķi augstas precizitātes mērījumus. Tajā strādā Ženēvas astronomi, šoreiz sadarbībā ar Masačūsetsas Astrofizikas centra (ASV) un Telavivas universitātes (Izraēla) astronomiem, īpaši meklējot planētas pie G spektra klases punduriem – Saulei visradniecīgākajām zvaigznēm. D

ZINĀŠANU PĀRBAUDE

1. Kur atrodas Latvijas lielākais optiskais teleskops?

a) Baldones Riekstukalnā, b) Siguldā, c) Ventspils rajona Irbenē, d) Rīgas rajona Bergos.

2. Pats izplatītākais galaktiku tips:

a) eliptiskās, b) lēcveida, c) neregulārās, d) spirālveida.

3. Kādā attālumā atrodas Andromedas miglājs?

a) ~690 kpc, b) ~90 kpc, c) ~200 kpc, d) 9 354 km.

4. Spožākais ar neapbruņotu aci redzamais miglājs:

a) Hanteles, b) Oriona, c) Gliemeža, d) Lielais miglājs.

5. Kāda zvaigznāja virzienā atrodas Galaktikas centrs?

a) Strēlnieka, b) Oriona, c) Liras, d) Vērša.

6. Zemes aptuvenais ekvatoriālais rādiuss:

a) ~3 000 km, b) ~10 000 km, c) ~800 000 km, d) ~6 400 km.

7. Kura no minētajām zvaigznēm ir pati lielākā?

a) Mīra, b) Saule, c) Sīriusa β , d) Aldebarans.

8. Kā sauc komētas putekļu apvalku?

a) mantija, b) migla, c) apekss, d) koma.

9. Haleja komēta pie mums atgriežas ik pēc:

a) 4 gadiem, b) 200 gadiem, c) 76 gadiem, d) 35 gadiem.

10. Saules sistēmas planēta ar pretēju rotācijas virzienu:

a) Plutons, b) Marss, c) Merkurs, d) Zeme.

11. Vienīgais pavadonis Saules sistēmā ar blīvu atmosfēru:

a) Tritons, b) Encelads, c) Mēness, d) Titāns.

12. Vulkāniski aktīvākais pavadonis Saules sistēmā:

a) Eiropa, b) Jo, c) Kallisto, d) Diona.

13. Debess ķermeņa atstarošanas spēja:

a) albedo, b) apekss, c) elongācija, d) spožums.

14. Relativitātes teorijas autors:

a) E. Habls, b) A. Einšteins, c) N. Koperniks, d) V. Heršels.

Sastādījis **Normunds Bite**

Pamanītā kļūda 2001. gada pavasara laidienā

N. Bites sastādītā "Astronomiskā testa" 12. jautājuma atbilžu variantos (39. lpp.) attāluma mērvienība iespiesta "a. v." (astronomiskā vienība), jābūt "ly" (gaismas gadi).

Atvainojamies sastādītājam un lasītājiem.

ZENTA ALKSNE

BOKA GLOBULĀ TOP ZVAIGZNE

Mūsdienās ir droši zināms, ka zvaigznes top starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņos. Taču vēl jānoskaidro, kā tās īsti top, kā tumšs retiņātas vielas mākonis pārvēršas par blīvu un, galvenais, enerģiju izstarojošu objektu – par zvaigzni, kuras iekšienē notiek kodoltermiskās reakcijas, ūdeņradim pārvēršoties hēlijā.

Šā jautājuma atrisināšanā lielu soli uz priekšu spēruši Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) un ASV astronomi J. Alvens, Č. Lada un E. Lada. Ar spēcīgiem teleskopiem lieliskas redzamības apstākļos viņi ir novērojuši mazu, tumšu starpzvaigžņu vielas mākonī, ko pazīst kā Boka globulu *Barnards 68* (B68), un izpētījuši tā iekšējo struktūru. Par viņu panākumiem stāstīts EDO ziņojumos preseī 1999. gada jūlijā un 2001. gada janvārī. Pirms runāt par šiem atklājumiem, isumā iepazīsim tumšos starpzvaigžņu mākoņus.

Rūpīgi aplūkojot gaišu, zvaigznēm nosētu debess fonu, vietām uz tā var pamanīt lielus vai mazākus tumšus laukumus. Uz spožo emisijas miglāju fona šādi tumšie laukumi izceļas sevišķi labi. Tos dēvē par tumšiem miglājiem. Eduards Barnards (1857–1923), kas visu mūžu strādājis dažādās ASV observatorijās un ļoti sekmējis fotogrāfijas ieviešanu astronomijā, savā laikā sastādīja Piena Ceļa 182 tumšo miglāju katalogu. Attiecīgos miglājus sauc viņa vārdā. Nīderlandes izcelsmes astronoms Bārts Boks (1906–1983) savukārt īpašu uzmanību pievērsa nelieliem, apaļīgas formas tumšajiem miglājiem un nosauca tos par globulām. Globulas mēdz būt gan mēreni mazas ar aptuveni 6 gaismas gadu (g. g.) lielu diametru, gan īsti sīkas – ar diametru ap 0,3 g. g.

jeb ap 20 tūkstošiem astronomisko vienību (a. v.). Kopā ar sievu Priscilu Boku sarakstītajā grāmatā *“Piena Ceļš”*, kas nāca klajā 1974. gadā, B. Boks globulas raksturojis šādi: *“Lielas globulas fotogrāfijās bieži šķiet kā “caurumi debesis”. Debess apgabalos ar pilnīgi normālu, bagātu un viendabīgu zvaigžņu fonu bieži gadās šādi tumši plankumi.. Garas ekspozīcijas fotogrāfijās.. dažreiz tur tomēr redzamas vājas zvaigznes, kuru gaisma izlauzies cauri absorbējošai globulu vielai. Var nešaubīties, ka tumšie “caurumi” ir kosmisko putekļu sferoidāli mākoņi, kas paši par sevi brīvi peld starpzvaigžņu telpā.. Sīkajām globulām, kas līdzīgas maziem, tumšiem plankumiņiem, gaisma vispār netiek cauri.. un tajās jābūt ļoti liela blīvumam.”* Apkopojis tolaik zināmos datus par globulām, B. Boks izdarīja spožu secinājumu: *“Sīkās globulas šķiet līdzīgas protozvaigznēm – objektiem, kas atrodas pārtapšanas stadijā par zvaigznēm un planetām.”* Tātad globulas ir istie objekti zvaigžņu tapšanas procesa pētīšanai.

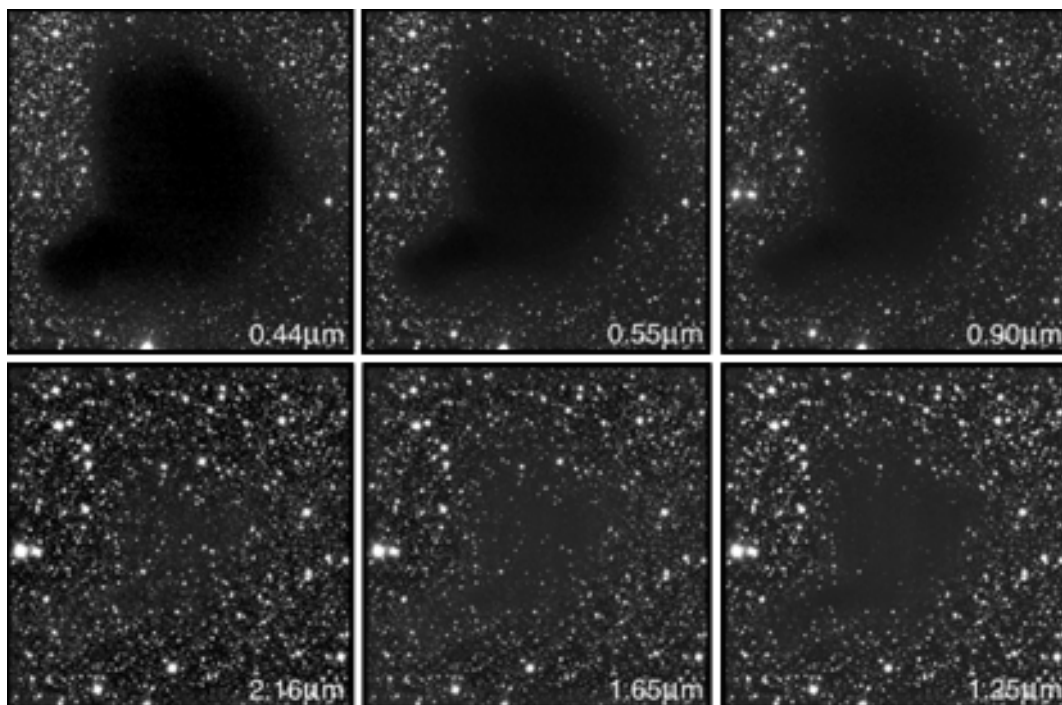
Katra globula ir kompakts, necaurredzams un diezgan asi norobežots objekts, kura centrālā daļa ir tik blīva, ka pilnīgi blokē gaismu no aizmugures zvaigznēm – tām tuvākām un tālākām zvaigznēm, kas atrodas aiz globulas. Klasiska tumšā globula, aiz kuras atrodas Piena Ceļa joslas mirdzošais zvaigžņu lauks, ir globula B68. Tā atrodas tikai 410 g. g. tālu no mums dienvidu debess Čuskneša zvaigznāja virzienā un pieskaitāma pie isti sīkajām globulām, jo tās diametrs ir tikai 12–13 tūkstoš a. v. Savietota ar Saules sistēmu, tā ietvertu Oorta komētu mākonī.

Bārts Boks ar tā laika instrumentiem ne- spēja redzēt cauri mazām un blīvām globulām, bet tagad ir radītas pavisam citas iespējas. J. Alvesa grupa globulu B68 novēroja ar EDO laikmetīgajiem instrumentiem – Ļoti lielā teleskopa pirmo 8 m teleskopu Antū un 3,5 m Jaunās tehnoloģijas teleskopu, izmantojot tiem pievienotās pašas modernākās uztvērējiekārtas. Šo darbu sekmēja arī izcili labie redzamības apstākļi 1999. gada martā, kad viņi novēroja globulu B68.

J. Alvesa grupa ieguva globulas B68 attēlus sešās spektra caurlaidības joslās: B, V un I joslās (vidējie viļņu garumi attiecīgi 0,44, 0,55 un 0,09 μm) ar Antū, bet J, H un K joslās (1,25, 1,65 un 2,16 μm) ar Jaunās tehnoloģijas teleskopu. Tie visi parādīti 1. attēlā, kurā

varam vērot, cik iespaidīgi palielinās caurredzamība līdz ar viļņa garuma palielināšanos. Virzoties no īsāko uz garāko viļņu garumu attēliem, redzams, ka, sākot no globulas malām, arvien vairāk sāk spīdēt cauri aizmugures zvaigznes un pati globula it kā sarūk mazāka un mazāka. Beidzot K staros iegūtajā attēlā aizmugures zvaigžņu gaismu varam saskatīt cauri pat globulas centrālajai daļai.

Novēroto ainu var izskaidrot, ņemot vērā, ka globula satur miriādes starpzvaigžņu putekļu daļiņu, kas ir mazākas par mikronu. Putekļi izkliedē un absorbē aizmugures zvaigžņu gaismu, kas nāk cauri mākonim, padarot to blāvāku, taču ne visos viļņu garumos vienādi. Starpzvaigžņu putekļiem piemīt īpašība visvairāk absorbēt, pavājināt īsāko viļņu, zilo

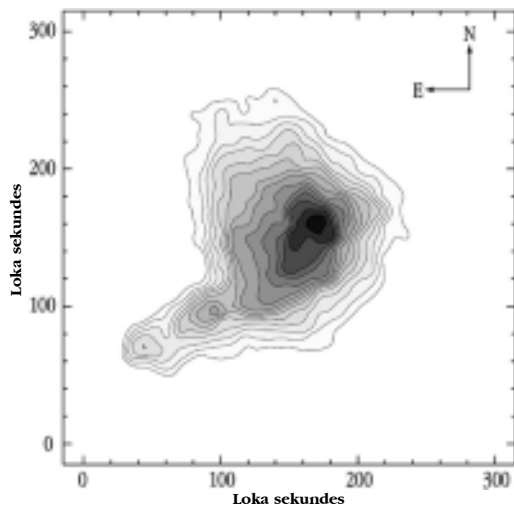


1. att. Globulas B68 izskats sešās spektra joslās: zilajā (0,44 μm), zaļdzeltenā (0,55 μm) un četrās tuvajās infrasarkanajās – I (0,90 μm), J (1,25 μm), H (1,65 μm) un K (2,16 μm) joslās. Attēlu secība pulksteņu rādītāju kustības virzienā, sākot no kreisā augšējā. Katrs attēls ietver 4,9-4,9 loka minūtes.

ESO PR foto

B joslas starojumu, bet vismazāk – pašu garāko viļņu – infrasarkanās K joslas starojumu. Tāpēc aizmugures zvaigžņu krāsa kļūst sarkanāka par to, kāda tām piemīt patiesībā, zvaigznes izskatās sarkanākas – tās ir “nosarkušas” (*sk. attēlu krāsu ielikuma 1. lpp.*). Zvaigžņu nosarkums ir proporcionāls absorbējošo putekļu daudzumam un tāpēc palīdz noteikt putekļu sadalījumu globulā. Jo biežāks ir caur globulu saskatāmo zvaigžņu tīkls, jo precīzāk var izpētīt globulas struktūru. J. Alvesa grupai caur globulu B68 izdevies saskatīt tik daudz zvaigžņu, ka visu globulas redzamo virsmu varēja sadalīt 1000 laukumīņos un katrā no tiem noteikt zvaigžņu vidējo nosarkumu. Nosarkums liecina par zvaigžņu satumsoma pakāpi. Sasaistot laukumus, kam vienādas pakāpes satumsoms, veidojas noslēgtas līnijas jeb izolīnijas ap globulas centru, kur satumsoms ir vislielākais (*sk. 2. att.*). Globulas B68 aizmugures zvaigžņu satumsoms izrādās pārsteidzoši liels – globulas centrā ne mazāk kā 35 zvaigžņlielumi redzamo staru vizuālajā joslā. Tas nozīmē, ka zvaigžņu gaisma samazinājusies vismaz simtmiljoni miljonu reižu. Ja putekļu slānis, kas izraisa tik milzīgu satumsomu, atrastos priekšā Saulei, tad uz Zemes valdītu pilnīga tumsa. No Zemes Saule izskatītos kā devītā zvaigžņlieluma spideklis, tātad 15 reižu vājāks nekā visvājākās ar neapbruņotu aci redzamās zvaigznes.

Pirmo reizi ir izdevies sastādīt tik detalizētu un precīzu tumšā miglāja aizmugures zvaigžņu gaismas satumsomas karti. Šī karte atspoguļo arī putekļu masas sadalījumu globulā B68. Pati blīvākā vieta atrodas uz rietumiem no globulas ģeometriskā centra (*2. attēla pa labi*). Divi mazāk blīvi veidojumi atrodas uz dienvidiem no centra (*2. attēla pa kreisi uz leju*) un šķiet, ka ir atdalīti no pārējās globulas daļas. Taču putekļu sadalījumā nav manāmi nekādi sīki sabiezējumi jeb kunkuļi. Globulas struktūra ir ļoti gluda un viendabīga. Tā ir tieši tāda, kādu var sagaidīt sfērā, kurā uz iekšu vērtais gravitācijas saspišanas spēks atrodas stabilā līdzsvarā ar iekšējā spie-



2. att. Aizmugures zvaigžņu gaismas vienādas pakāpes satumsoma līnijas (izolīnijas) ap globulas B68 centru. Ārējā līnija atbilst satumsomam par četriem zvaigžņlielumiem vizuālos staros, katra nākamā – satumsoma pieaugumam vēl par diviem zvaigžņlielumiem, līdz centrā satumsoms sasniedz 35 zvaigžņlielus. Vienlaikus izolīnijas atspoguļo putekļu masas sadalījumu globulā.

ESO PR foto

diena uz āru vērsto spēku. Pēc J. Alvesa un kolēģu domām, jaunie dati rāda, ka B68 atrodas vai nu uz vielas tūlītējas sabrukšanas (kolapsa) robežas, vai jau ļoti agrā sabrukšanas fāzē. Katrā ziņā globula B68 ir gatava pārtapt blīvā un karstā zvaigznē. Šāds stāvoklis nevar turpināties ilgāk par 100 000 gadiem, un tas ir īsts brīnums, rets laimes gadījums, ka globula ir “noķerta” tādā brīdī. Ja vielas sabrukšana, sablīvēšanās, būtu jau turpinājusies kaut cik ilgāk, tad caur globulu nevarētu saskatīt itin neko, jo neaurredzamība būtu simtiem kārtu lielāka.

Izmantojot putekļu sadalījuma karti, šie pētnieki noteikuši putekļu kopējo masu globulā – ap trim simtdaļām Saules masas. Vēl vairāk globulā ietilpst gāzes, bet noteikt tās daudzumu ir grūti, jo galvenā gāzes sastāvdaļa – molekulārais ūdeņradis H_2 – tieši nav novē-

rojams ne optiski, ne radioviļņos. Toties ar radioteleskopiem varētu novērot retāk sastopamās molekulas (CO, SC u. c.) un pēc to atrastā daudzuma novērtēt arī iespējamo H₂ molekulu daudzumu. Bet šāds gāzes masas aplinkus noteikšanas ceļš ir grūts un neprecīzs. Lai noteiktu globulas B68 pilno masu, J. Alvesa grupa pieņēma, ka globulā ir normāla, tumšajiem miglājiem raksturīga gāzes un putekļu masas attiecība ap 100. Tādā gadījumā globulas B68 pilnā masa ir ap trim Saules masām. No tādas nelielas vielas masas varētu rasties ne vairāk par vienu vai dažām zvaigznēm.

Globula B68 nav vientuļa, tās kaimiņos atrodas vēl citi E. Barnarda katalogizēti tumšie miglāji: B69, B70 un B72. Barnarda tumšie

miglāji varētu būt atsevišķi, pārpalikuši kodoli no kādreizēja liela tumšās vielas mākoņa. Kad mākonī bija sākusies zvaigžņu tapšana, tā turpmāko struktūru tūlīt ietekmēja gāzi izkļiedējošais spēcīgais starojums un zvaigžņu vējš no pirmajām karstajām, masivajām zvaigznēm. Kad masīvo zvaigžņu straujās attīstības beigās tās eksplodēja kā supernovas, ļoti daudz tumšā mākoņa vielas tika brāzmaini vispār aiztriekts prom. Visi Barnarda tumšie miglāji, ieskaitot B68, varētu būt sadrumstalota liela, tumša mākoņa sīkas savstarpēji izolētas paliekas.

J. Alvesa grupa ir iecerējusi globulas B68 pētījumiem līdzīgā veidā pētīt arī citus Barnarda tumšos miglājus. D

ARTURS BALKLAVS

INTERESANTS ĀRPUSGALAKTISKA OBJEKTA NOVĒROJUMS AR KOSMISKO RADIOINTERFEROMETRU

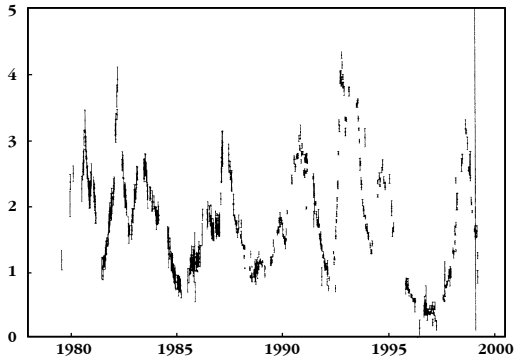
Viens no interesantākajiem objektiem, kas novēroti ar kosmiskās radiointerferometrijas satelītu *HALCA* 1,6 un 5 GHz frekvencēs (*sk. autora rakstu "HALCA – solis kosmiskajā radiointerferometrijā" 15.–19. lpp.*) ir ar Aresibo 300 metru radioteleskopu savulaik detektētais, tā sauktais Aresibo aptumsuma avots *AO 0235 + 164* (*AO – Arecibo Occultation*). Pēc šā kosmiskā radiostarojuma avota optiskās identifikācijas, ko veica H. Spinrads (*H. Spinrad*) un H. Smits (*H. E. Smith*) 1975. gadā, izrādījās, ka tas ir labi zināms *lacertīdu* klases objekts, kurš jau agrāk bija piesaistījis astronomu uzmanību ar savām neparasti straujajām un negaidītajām spožuma maiņām optiskajā diapazonā. Kā parādīja detalizētāki šā mainīguma pētījumi gan optiskajā, gan radiodiapazonā, tad šajā ziņā *AO 0235 + 164* ieņem vienu no pirmajām vietām starp ārpusgalaktiskajiem objektiem, un tas astronomu interesi tikai pastiprināja. Šobrīd *AO 0235 + 164* ir kļuvis par vienu no visintensīvāk novērotajiem un pētītajiem ārpusgalak-

tiskajiem objektiem visos kosmiskā elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonos.

AO 0235 + 164 apvalka spektrālliniju sarkanā nobīde $z = 0,94$, t. i., tā attālumu var vērtēt ap 4 Gpc (Gpc – gigaparseks = 10⁹ parseki).

Tātad *AO 0235 + 164* ir strauji un spontāni mainīgs visos elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonos, sākot ar radioviļņiem (*sk. 1. att.*) un beidzot ar γ stariem, kuri novēroti ar satelītu *CGRO* (*Compton Gamma Ray Observatory* – Komptona γ staru observatorija). Objekta optiskais un radiostarojums uzrāda ievērojamu korelāciju, kuru var izskaidrot ar gravitācijas mikrolēcošanas parādību, ko rada starp novērotāju uz Zemes un objektu *AO 0235 + 164* atrodošās galaktiku kopas un galaktikas.

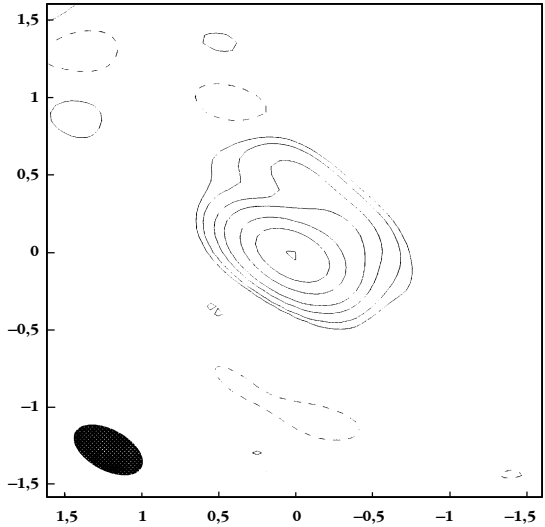
Ļoti augsta izrādījās *AO 0235 + 164* spožuma temperatūra T_B . Uz novērojumu datiem balstītie aprēķini 5 GHz frekvencē deva vērtību $T_B > 5,8 \cdot 10^{13}$ K, kas ir augstākā temperatūra, kāda konstatēta no līdz šim *VSOP (VLBI Space Observatory Programme)* – ļoti garas bāzes in-



1. att. AO 0235 + 164 starojuma plūsmas blīvums 4,8 GHz frekvencē, kas mērīts ar Mičiganas universitātes Radioobservatorijas 26 m radioteleskopu kopš 1979. gada. Uz ordinātu ass atliktis avota plūsmas blīvums janskos (Jy), uz abscisas – gadi.

terferometrijas kosmisko observatoriju programma) programmas ietvaros novērotajiem vairākiem simtiem kosmiskā radiostarojuma avotu.

AO 0235 + 164 sintezētais radioattēls 5 GHz frekvencē parādīts 2. att. Redzams, ka pat pie tik lielas maksimālās leņķiskās izšķirtspējas $\Delta\phi$, kādu nodrošina ar satelītu HALCA realizētais radiointerferometrs (maksimālais attālums starp uz Zemes novietotajām radioteleskopu antenām un kosmiskajā orbītā pacelto radioteleskopu nedaudz pārsniedz 21 000 km un tam atbilstošais $\Delta\phi_{(\nu=5,0\text{ GHz})} \approx 0'',0007 = 0'',7 \text{ mas}$ (mas – miliarcsec)), AO 0235 + 164 attēlā dominē spožs, ļoti kompakts, var teikt, gandrīz punktvēida kodols (attēla centrā), kuru aptver viegli izstiepts (ziemeļu–austrumu virzienā) eliptiskas formas un vāji strukturēts apvalks. Avota kompaktās daļas izmēri 1,6 GHz frekvencē ir ap 0,86-0,60 (mas)², un tā generētā starojuma plūsmas blīvums pie Zemes orbītas ir apmēram 1,44 Jy (1 Jy (janskis) = 10⁻²⁶ W/m²Hz – elektromagnētiskā starojuma plūsmas blīvuma mērvienība). Attēlā nav redzami šādiem objektiem parasti piemītošie, var pat teikt, raksturīgie izvirzumi jeb džeti, ko pētnieki skaidro ar objekta iespējamo ģeometriju, respektīvi, ar eventuālo džetu orientāciju tā, ka AO 0235 + 164 tie ir vērsti virzienā, kurš gadījuma dēļ sakrīt ar



2. att. AO 0235 + 164 radioattēls 5 GHz frekvencē, kas iegūts VSOP programmas ietvaros. Uz ordinātu ass atlikta relatīvā deklinācija, uz abscisas – relatīvā rektascensija (abas izteiktas mas vienībās). Centrālā avota spožums ir ap 910 mJy, spožuma līmeņu kontūras iezīmētas ar gradācijām, kas vienādas ar -1, 1, 2, 5, 10, 25, 50 un 99% vērtībām no centrālā avota spožuma. Kreisā apakšējā stūrī ir parādīta (ar melnu) sintezētā kosmiskā radiointerferometra virziendarbības diagrammas ekvivalentā stara, ar kuru ir veikta AO 0235 + 164 skenēšana, forma. Šā stara izmēri ir 0,49-0,26 (mas)².

skata virzienu uz šo objektu, un tādēļ džeti nav skaidri saskatāmi.

Ar kosmisko radiointerferometru veiktie AO 0235 + 164 pētījumi no jauna apstiprina, ka šis objekts ir ārkārtīgi interesants. Tādēļ tiek plānoti jauni tā novērojumi, izmantojot augstākas frekvences (> 15 GHz), ar mērķi atklāt tā struktūras detaļas, kuras līdz šim tā arī nav izdevies konstatēt, lai pilnveidotu šobrīd visvairāk izstrādāto šā kosmiskā radiostarojuma avota modeli ar melno caurumu centrā, kuru aptver zvaigžņu apvalks, kas piegādā vielu kompakta apvalka plazmai, kas savukārt intensīvajos mijiedarbības procesos ģenerē novērojumos konstatēto ļoti augstas

temperatūras starojumu (sk. S. Freija (S. Frey) u. c. autoru rakstu "Dual – Frequency VSOP Observations of AO 0235 + 164" ("AO 0235 + 164 novērojumi uz divām frekvencēm VSOP programmas ietvaros"), kas publicēts Japānas Astronomijas biedrības žurnālā "PASJ" (Publications of the Astronomical Society of Japan, vol. 52, No. 6, 2000, p. 975–982).

Lacertīdas – savdabīga un skaitliski neliela grupa ārpusgalaktisku objektu (1998. gadā bija reģistrēts ap 350 lacertīdu), kas pieder pie tā sauktajām galaktikām ar aktīviem kodoliem un raksturīgi ar izteiktu mainīgumu un emitētā starojuma lineāru polarizāciju, sākot no radioviļņiem un beidzot ar ultravioleto diapazonu. Tā, piemēram, lacertīdu optiskā starojuma pētījumi parādīja, ka tā polarizācijas pakāpe var sasniegt pat 30–40% un ka enerģijas sadalījums spektrā seko pakāpes likumam. Tas ļāva uzskatīt, ka šis starojums ir sinbrotronas dabas, t. i., ka to ģenerē relativistiski elektroni, kuri kustas ļoti spēcīgos magnētiskos laukos. Savu nosaukumu lacertīdas ieguvušas no 1929. gadā Ķirzakas zvaigznājā atklātā objekta BL Lacertae, ko novēroja K. Hofmeisters (K. Hofmeister). Šie objekti pārejo aktīvo galaktiku starpā izdalās ar sevišķi straujām un lielām spožuma maiņām, kuras var sasniegt pat 4–5 zvaigžņlielumus (4^m – 5^m), t. i., to starjau da samērā īsā laikā var pieaugt pat 100 reizi.

Fotogrāfijās, kas iegūtas ar visjaudīgāko teleskopu palīdzību, lacertīdas ir saskatāmas kā spoži punkti, kurus aptver miglaini, blāvi apvalki. Šajā ziņā lacertīdas ir līdzīgas kvazāriem.

Lacertīdu optiskie spektri, kuri sniedz visvarīgāko informāciju par šiem objektiem, ir nepārtraukti, t. i., bez spilgtām emisijas līnijām, kas ļautu noteikt to sarkanās nobīdes un līdz ar to novērtēt attālumus līdz lacertīdām, kā tas ir iespējams kvazāru gadījumā. Tādēļ attālumus līdz lacertīdām izdevās noteikt tikai tad, kad tika iegūti šos objektus aptverošo blāvu apvalku spektri un tajos identificētas virkne absorbcijas līniju. Šie spektri izrādījās ļoti līdzīgi Saules apkārtnes zvaigžņu spek-

triem un sakrita ar eliptisko galaktiku spektriem. Bet tas, ka lacertīdu starojums ir bez emisijas līnijām, norādīja, ka tilpumos jeb apgabalos, kuos šis starojums ģenerējas, nav vai arī šie apgabali ir zaudējuši daudziem kosmiskajiem un it sevišķi jau ārpusgalaktiskajiem objektiem piemītošo gāzveida komponenti.

BL Lacertae apvalka absorbcijas spektrāl-līniju sarkanā nobīde z izrādījās ap 0,07, kas atbilst attālumam ap 280 Mpc (Mpc – megaparseks = 10^6 parseki).

Gāzveida komponentes trūkums, kā arī lacertīdu starojuma sinbrotronais raksturs ļāva secināt, ka šis starojums nāk no centrālā avota pašām dzilēm. Savukārt tas, ka lacertīdu ātro spožuma maiņu raksturīgie laika intervāli nepārsniedza dažas nedēļas vai mēnešus, ļāva novērtēt šo centrālo apgabalu lineāros izmērus un aplēst, ka šie lineārie izmēri nepārsniedz dažas gaismas nedēļas vai mēnešus, proti, ka tie ir ap 10^{16} cm.

Lacertīdu starojuma mehānisms tiek skaidrots galaktiku kodolu aktivitātes šobrīd vispopulārākā scenārija ietvaros, t. i., šis starojums tiek saistīts ar masīva melnā cauruma (m. c.) eksistenci šā kodola centrā un aktīviem akrēcijas procesiem m. c. tuvumā.

Saskaņā ar šo modeli m. c. akrēcijas disku veido m. c. spēcīgā gravitācijas lauka radīto paisuma spēku sagrautās (saplosītās) zvaigznes. Augot m. c. masai, pieaug arī m. c. gravitācijas rādiuss, turklāt straujāk nekā paisuma rādiuss. Kad m. c. masa sasniedz ap $5 \cdot 10^8$ Saules masas, gravitācijas rādiuss kļūst vienāds ar paisuma rādiusu, t. i., ar attālumu, kurā zvaigzni sagrauj paisuma spēki. No šā brīža m. c. sāk zvaigznes iesūkt sevī, tās iepriekš sevišķi nesaraujot, tas ir, neveidojot no to vielas vairāk vai mazāk plašus akrēcijas diskus un apvalkus. Tādējādi galaktiku kodolu vēlas attīstības stadijās plaši gāzes apvalki un akrēcijas diski ap kodoliem izzūd, un starojuma, kurš ģenerējas centrālā avota tiešā tuvumā, spektrs kļūst nepārtraukts. Šāda modeļa ietvaros lacertīdas tāpat ir gigantisku eliptisku galaktiku tālu evolucionejušie masīvie kodoli. D

ARTURS BALKLAVS

HALCA – SOLIS KOSMISKAJĀ RADIOINTERFEROMETRIJĀ

Nesen Latvijas Universitātes Astronomijas institūts saņēma Japānas Astronomijas biedrības žurnāla “PASJ” (*P*ublications of the *A*stronomical *S*ociety of *J*apan) kārtējo numuru (vol. 52, No. 6, 2000, p. 955–1205), kurā vairāki raksti veltīti Japānas kosmiskā radioteleskopa HALCA un ar to veikto novērojumu un pētījumu rezultātu aprakstam. Tā kā šis radioteleskops ir iespaidīgs, ar plašu starptautisku kooperāciju saistīts projekts, kura realizēšanā ir piedalījušās un turpina ņemt dalību daudzas zinātniskas iestādes un organizācijas, tad, domājams, ar to būs interesanti iepazīties arī “Zvaigžņotās Debess” lasītājiem.

HALCA ir galvenokārt Japānas zinātnieku izlolots un īstenots radioteleskops – satelīts, kas radīts, lai veiktu ļoti garas bāzes radiointerferometriskos jeb tā sauktos VLBI (*V*ery *L*ong *B*ase *I*nterferometry) novērojumus pie bāzu garumiem, t. i., attālumiem starp radiointerferometriskā sistēmā iesaistītajiem radioteleskopiem, kuri pārsniedz uz Zemes maksimāli iespējamus attālumus starp radioteleskopiem, proti, apmēram, 10 000 km (sk. arī autora rakstu “Globālā radiointerferometrija” – *ZvD*, 1995. g. vasara, nr. 148, 2.–13. lpp.).

HALCA pacēla orbitā 1997. gada februārī Japānas vadošā kosmisko pētījumu organizācija ISAS (*The Institute of Space and Astronautical Science* – Kosmisko un astronautikas zinātņu institūts), un tas šobrīd ir galvenais instruments starptautiskajā kosmisku bāzu radiointerferometrisko novērojumu programmā VSOP (*V*LBI *S*pace *O*bservatory *P*rogramme – VLBI kosmisko observatoriju programma). Šis programmas realizācijā iesaistītas 18 dažādu valstu orga-

nizācijas, vairāk nekā 25 uz Zemes izvietoti radioteleskopi, 5 novērošanas (sekošanas) stacijas un 3 korelatori (sk. 1. un 2. tabulu).

Kosmiskajās orbitās ievadīti radioteleskopi, tos saslēdzot vienotā novērošanas darba režīmā ar uz Zemes novietotiem radioteleskopiem, kā zināms, ļauj izveidot radiointerferometrus, kuriem var sasniegt daudz augstāku leņķisko izšķirtspēju, respektīvi, saskatīt daudz sīkākus kosmiskos objektus vai to detaļas, nekā tas iespējams ar radiointerferometriskām sistēmām, kuras izvietotas uz Zemes. Pirmo reizi šādu ideju izvirzīja B. Bērks (*B. F. Burke*) 1984. gadā, kad tika iegūti pozitīvi rezultāti, īstenojot pirmās VLBI sistēmas ar atsevišķo radiointerferometrā saslēgto radioteleskopu novērojumu datu neatkarīgiem pierakstiem uz magnētiskajām lentēm, t. i., neizmantojot līdz tam lietoto radioteleskopu sasaisti interferometrā ar kabeļiem vai radioreleju līnijām.

VLBI sistēmas realizācijas iespējas ar orbitejošiem radioteleskopiem tika nodemonstrētas virknē eksperimentu 1986.–1988. gadā (Dž. Levjjs (*G. S. Levy*) ar līdzstrādniekiem u. c.), izmantojot sakaru satelīta TDRSS (*T*racing and *D*ata *R*elay *S*atellite *S*ystem – Novērošanas un datu pārraides satelītu sistēma) 4,9 m diametra antenu un 2–3 uz Zemes novietotus radioteleskopus un izdarot novērojumus 2,3 GHz ($\lambda = 13,04$ cm) un 15 GHz ($\lambda = 2$ cm) diapazonā. Tie parādīja, ka kosmiska VLBI sistēma ir tehniski realizējama un ka ir iespējams detektēt kosmiskos radiostarojuma avotus ar leņķisko izšķirtspēju, kuru nosaka bāzu garumi, kas sasniedz divus, trīs Zemeslodes diametrus.

1. tabula. **HALCA projektā iesaistītās organizācijas un antenas**

HALCA projektā iesaistītās organizācijas (organizācijas saīsināts nosaukums angļu valodā)	HALCA projektā iesaistītās antenas	Antenas diam. (m)	Valsts
1. Kosmosa un astronautisko zinātņu institūts (<i>ISAS</i> , Japāna)	Aresibo <i>ATCA</i>	225 6 x 22	Puertoriko Austrālija
2. Nacionālā astronomiskā observatorija (<i>NAO</i> , Japāna)	Lāču ezeri Sedjuna	64 30	Krievija Austrālija
3. Sistēmas un kontroles inženierijas fakultāte (<i>DSCI</i> , Hosei universitāte, Japāna)	Kembridža Efelsberga	32 100	Lielbritānija Vācija
4. Sakaru pētījumu laboratorija (<i>CRL</i> , Japāna)	Gouldstouna Grīnbenka	70 43	ASV ASV
5. Reaktīvo dzinēju laboratorija (<i>JPL</i> , Pasadena, ASV)	Hartebisthouka Houbarta	26 26	Dienvīdāfrika Austrālija
6. Nacionālā radioastronomijas observatorija (<i>NRAO</i> , Sokorro, ASV)	Džoudrelbenka Džoudrelbenka	76 26	Lielbritānija Lielbritānija
7. Nacionālā radioastronomijas observatorija (<i>NRAO</i> , Grīnbenka, ASV)	Kaļazina Kašima	64 34	Krievija Japāna
8. Nacionālā radioastronomijas observatorija (<i>NRAO</i> , Taksona, ASV)	Medikina Moupra	32 22	Itālija Austrālija
9. Kanādas Nacionālā pētījumu padome (<i>NRCC</i>)	Noto Onsala	32 25	Itālija Zviedrija
10. Hercberga Astrofizikas institūts (<i>HIA</i> , Kanāda)	Robledo Šanhaja	70 25	Spānija Ķīna
11. Dominjonas Radioastrofizikālā observatorija (<i>DRAO</i> , Pentiktona, Kanāda)	Taidbainilla Toruņa	70 32	Austrālija Polija
12. Austrālijas nacionālais teleskops (<i>ATNF</i> , Ņūsausveila, Austrālija)	Usuda <i>VLA</i>	64 27 x 25	Japāna ASV
13. Fizikas un astronomijas fakultāte (<i>PAD</i> , Kalgari universitāte, Kanāda)	<i>VLBA</i> Vesterbroka	10 x 25 25	ASV Holande
14. Zemes un kosmosa tehnoloģiju pētniecības centrs (<i>CREST</i> , Jorkas universitāte, Ontārio, Kanāda)			
15. Apvienotais <i>VLBI</i> institūts Eiropā (<i>JIVE</i> , Dvingelo, Holande)			
16. Onsalas Kosmosa observatorija (<i>OSO</i> , Čalmera Tehnoloģiju universitāte, Zviedrija)			
17. Astrokosmiskais centrs (<i>ASC</i> , P. N. Ļebedeva Fizikas institūts, Maskava, Krievija)			
18. Inženierijas fakultāte (Kanagavas universitāte, Japāna)			

Piezīme: *ATCA*, *VLA* un *VLBA* ir vairākantenu mainīgas bāzes radiointerferometri, tādēļ pirmais cipars ceturtajā kolonnā, kur uzdoti antenu diametri, norāda uz attiecīgā radiointerferometra antenu jeb radioteleskopu skaitu.

Leņķiskā izšķirtspēja $\Delta\phi$ pēc Releja kritērija tiek definēta kā $\Delta\phi = 1,22 \lambda/a$ (radiāni) = $= 251643 \lambda/a$ (leņķa sekundes). Ja divi spīdoši punkti atrodas leņķiskā attālumā, kas nav

mazāks par $\Delta\phi$, tad tie vēl ir atšķirami kā atsevišķi punkti, t. i., tie vēl nesaplūst vienā. Šajā izteiksmē λ ir elektromagnētiskā starojuma viļņa garums, kurā veic novērojumus,

bet a – instrumenta apertūras (piemēram, teleskopa spoguļa) izmērs. Radiointerferometra gadījumā a ir tā sauktais bāzes garums, t. i., attālums starp radiointerferometriskajā sistēmā saslēgtajiem jeb apvienotajiem radioteleskopiem. Jo $\Delta\varphi$ ir mazāks, jo sīkākus objektus vai detaļas var atšķirt (saskatīt).

Šis iestrādes kopā ar pētījumiem, kurus veica, izmantojot satelītus *RadioAstron* (N. Karadaševs (N. S. Kardashev) un V. Slišs (V. I. Slysh), 1988. g.), *QUASAR* (R. Šilizi (R. T. Schilizzi), 1988. g.) un *IVS* (Dž. Pailbrets (G. Pilbratt), 1991. g.), nobruģēja ceļu *ISAS* (H. Hirosava (H. Hirosawa) un H. Hirabajaši (H. Hirabayashi)) izstrādātajam japāņu satelītam *MUSES–B*, kura galvenais uzdevums bija pārbaudīt kosmiskam *VLBI* nepieciešamās un izstrādātās tehnoloģijas. Svarīgākā no tām, protams, bija kosmiskajā orbitā ievadīts *izvērsams* radioteleskops. Tā ir ļoti sarežģīta inženiertehniska problēma – pacelt kosmosā kā lietussargu vai citādi salocītu vairākus metrus lielu konstrukciju un pēc komandas no Zemes to izvērst tā, lai šī konstrukcija pieņemtu un saglabātu nepieciešamo sfērisko (ja novērojumus izdara uz viena kosmiskā elektromagnētiskā starojuma viļņa garuma) vai rotācijas paraboloida (ja novērojumus veic uz vairākiem viļņu garumiem) formu un nodrošinātu šādiem novērojumiem vajadzīgo atstarojošās virsmas precizitāti, kurai, lai reflektētā staro-

juma fokusēšana notiktu pietiekami efektīvi, novirze Δs no aprēķinātās virsmas formas, kā zināms, nedrīkst pārsniegt vismaz $\Delta s = \lambda/20$ un līdz ar λ samazināšanu šo prasību izpildīt kļūst arvien grūtāk un sarežģītāk. Taču ne mazāk svarīgas bija arī stabilas divkanālu sakaru sistēmas starp satelītu un uz Zemes novietotajām novērošanas (sekošanas) stacijām, precīza satelīta orbītas noteikšana, radioteleskopa uzvadišana uz novērojamo kosmiskā starojuma avotu u. c.

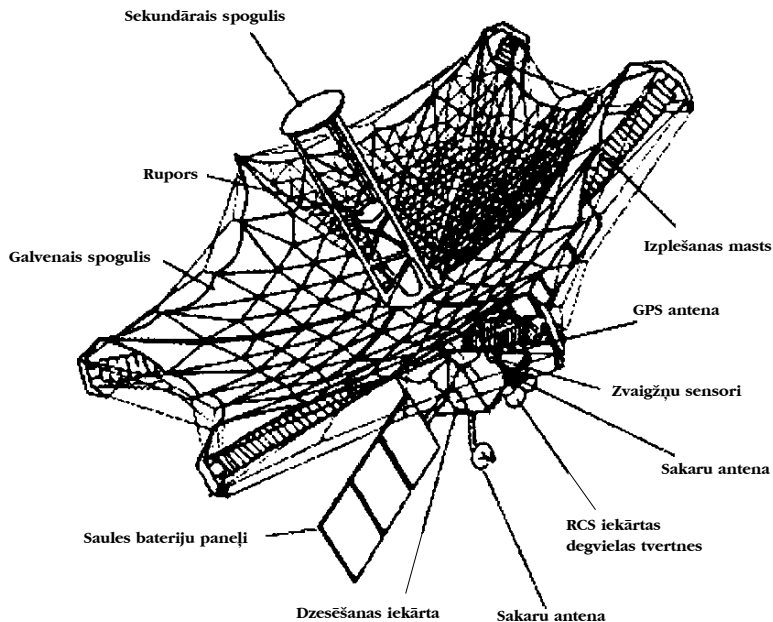
Reflektora tipa antenu virsmas laukuma izmantošanas efektivitāti η , kas parāda, kāda daļa (procentuāli) no virsmas ģeometrisko izmēru noteiktā laukuma faktiski tiek izmantota, nosaka Ruzes (*J. Ruzse*) formula, proti, $\eta = \exp[-(4\pi\epsilon/\lambda)^2]$. Šeit $\epsilon = \Delta s$ ir virsmas izgatavošanas vidējā kļūda jeb novirze no ideālas virsmas formas, bet λ – elektromagnētiskā starojuma viļņa garums, kurā tiek veikti novērojumi. Ja antenas virsmas laukuma izgatavošanā tiek nodrošināta precizitāte $\Delta s = \lambda/20$, tad šis virsmas laukuma (bet tas nosaka instrumenta jutību – cik vājus objektus būs iespējams novērot) izmantošanas efektivitāte η būs apmēram 67%. Tas nozīmē, ka, piemēram, sfērisks vai parabolisks spogulis ar ģeometrisko rādiusu R faktiski darbosies kā spogulis, kura rādiuss ir vairs tikai apmēram 0,82 R .

MUSES–B ievadīja orbitā arī ar *ISAS* izstrādātu raķeti *M–V* no Kagošimas kosmiskā

2. tabula. Ar *HALCA* novērošanu saistītās stacijas

Novērošanas stacijas atrašanās vieta	Antenas diametrs (m)	Korelatoru atrašanās vieta	Korelatoru ieeju skaits (n)
Gouldstona, ASV	11	Mitaka, Japāna	10
Grinbenka, ASV	14	Sokorro, ASV	20
Robledo, Spānija	11	Pentiktona, Kanāda	6
Tainbainbilla, Austrālija	11		
Usudu, Japāna	10		

Piezīme: novērošanas jeb sekošanas staciju uzdevums ir uztvert kosmiskā radioteleskopa savāktos novērojumu datus, kad radioteleskops atrodas šo staciju redzamības zonā. Korelatoru ieeju skaits (n) norāda uz maksimālo magnētisko lenšu skaitu, kuras attiecīgais korelators var vienlaikus apstrādāt. Strādājot radiointerferometriskajā sistēmā, uz magnētiskajām lentēm tiek pierakstīti ar atsevišķiem radioteleskopiem veikto kosmisko objektu radiostarojuma novērojumu dati.



centra 1997. gada 12. februārī. Satelīta masa bija 830 kg, un tajā ietilpa arī 62 kg hidrazīna **RCS** (**R**eaction **C**ontrol **S**ystem – reakcijas kontroles sistēma) reaktīvās iekārtas darbīšanai, kuras uzdevums ir izpildīt satelīta perigeja pacelšanas manevrus un drošības (*safe-hold*) pasākumus.

Pēc sekmīgas ievadišanas orbitā satelīts **MUSES-B** tika pārdēvēts par **HALCA** (**H**ighly **A**dvanced **L**aboratory for **C**ommunications and **A**stronomy – augsti modernizēta sakaru un astronomijas laboratorija).

Pēc trim perigeja pacelšanas manevriem **HALCA** tika nostabilizēts orbitā, kuras parametri ir: perigeja augstums – 560 km, apogeja augstums – 21 400 km (tātad sasniedz gandrīz divus Zemes diametrus), apriņķošanas periods – 6,3 stundas un orbītas plaknes nolieces leņķis attiecībā pret Zemes ekvatora plakni – 31°,3.

HALCA radioteleskopa antena ir konstruēta, izmantojot Kasegrēna optisko sistēmu. Tā galvenais spogulis, kas tika izvērstis pēc satelīta pacelšanas orbitā, ir heksagonāla 8 m diametra antena, kura paredzēta radiostarojuma uztveršanai

Sakarus ar satelītu **HALCA** nodrošina divas dažādās joslās strādājošas sakaru sistēmas ar atsevišķām antenām. **GPS** antena nodrošina sakarus ar globālās pozicionēšanas sistēmas satelītiem (**GPS-Global Position System** – globālās pozicionēšanas sistēma).

1,6 GHz ($\lambda = 18,75$ cm) un 5 GHz ($\lambda = 6$ cm) diapazonos. Tas sastāv no molibdena stiepli, kuras pārklātas ar zeltu, tīkla, kas ir iekarināts starp šiem izplešanas mastiem. Sekundārā sešstūra for-

mas spoguļa diametrs ir 1,1 m, un tas novietots 3,4 m augstumā virs primārā spoguļa (*sk. attēlu, kā arī attēlu vāku 4. lpp.*). Galvenā reflektora laukuma izmantošanas efektivitāte attiecīgi 1,6 GHz un 5 GHz frekvencēm ir 24% un 35%.

Visas satelīta borta sistēmu ierīču frekvences ir saskaņotas (saslēgtas) ar ūdeņraža māzera standartfrekvenci, ko ģenerē katra no piecām novērošanas stacijām uzstādītajām iekārtām, kas attiecīgās frekvences (15,3 GHz) signālu nosūta uz **HALCA** borta uzstādīto 45 cm diametra sakaru antenu.

HALCA radioastronomiskajiem novērojumiem konstruēti radiometri paredzēti kreisi cirkulāri polarizēta radiostarojuma uztveršanai 1,6–1,73 GHz, 4,7–5,0 GHz un 22,0–22,3 GHz joslās, taču lielais vājinājums borta sistēmās 22 GHz frekvencē ir iemesls tam, ka zinātniski novērojumi notiek galvenokārt 1,6 GHz un 5 GHz joslās. **VLBI** novērojumu dati tiek pārraidīti uz novērošanas stacijām, izmantojot to pašu 45 cm antenu 14,2 GHz frekvencē ar ātrumu 128 Mb/s. Satelītam ir viena 14,2–15,3 GHz un trīs 2,1–2,3 GHz antenas divkanālu sakaru nodrošināšanai ar Zemi.

Ar elektroenerģiju *HALCA* apgādā divi fotoelementu jeb Saules bateriju paneļi ar kopējo laukumu 7 m², kuri nodrošina ap 700 W lielu jaudu un divas Ni–Cd baterijas, kas darbojas, satelītam nonākot Zemes ēnā.

Radioteleskopa uzvadišanu uz kosmisko radiostarojuma avotu un sekošanu tam veic divi zvaigžņu sensori, žiroskops un četru spara jeb stūres ratu sistēma. Pēdējo pagriešanas radītais griezes moments nodrošina satelīta pagriešanu vajadzīgajā virzienā.

Novērojumus ar *HALCA* ierobežo vairāki nosacījumi. Tā, piemēram, tie nav iespējami, kad leņķis starp Sauli un novērojamo objektu ir tāds, ka galvenais spogulis aizēno Saules bateriju paneļus, kad Saules paneļus aptumšo Zeme vai Mēness, t. i., *HALCA* nonāk Zemes vai Mēness ēnā, kad 45 cm diametra antenai nav tiešas redzamības un līdz ar to sakari ar kādu no piecām novērošanas stacijām uz Zemes, u. c.

HALCA aktīvais dzīves laiks tiek vērtēts ap 5 gadiem. To nosaka gan ierobežotie hidrazīna krājumi *RCS* iekārtas darbināšanai, gan Saules paneļu pakāpeniskā bojāšanās kosmiskā korpulkulārā starojuma bombardēšanas iespaidā.

Lielākā daļa no *VSOP* novērojumiem ir vērsti uz ārpusgalaktisku radiostarojuma avotu pētniecības padziļināšanu, galvenokārt aktīvu galaktiku kodolu un izvirdumu (džetu) struktūras detaļu studijām ar leņķa sekundes tūkstošdaļu jeb *mas* lielu leņķisko izšķirtspēju (1 *mas* – viena **miliarc**sekunde = 10⁻³ arcsekundes). Tā, piemēram, 25% novērošanas laika ir ielānāts veltīt 402 spožu, maza diametra ārpusgalaktisku radiostarojuma avotu sīkstruktūras pētījumiem un spožuma temperatūras noteikšanai, lai sagatavotu šādu avotu

sarakstu nākamās paaudzes kosmiskajām *VLBI* misijām. Starp šādiem avotiem ir arī spožās Markarjana tipa galaktikas, kuru spektri, kā zināms, raksturīgi ar spožām emisijas līnijām un jaudīgu starojumu ultravioletajā diapazonā. Konstatēts, ka dažas no tām ir arī intensīvi rentgena un gamma starojuma avoti. Tāda, piemēram, ir Markarjana galaktika jeb Mkn 501, kurai sarkanā nobīde $z = 0,034$. Šis avots 1997. gadā uzrādīja ārkārtīgi spēcīgu gamma starojuma mainīgumu, bet tā ģenerētā gamma starojuma vidējā plūsma pie Zemes pārsniedza pat to, ko izstaro daudz tuvākais pulsārs Krabja miglājā. Taču tiek novēroti arī mūsu Galaktikas atsevišķi radiostarojuma avoti, piemēram, hidroksila māzerstarojuma avoti un pulsāri 1,6 GHz frekvenču diapazonā. Tā, piemēram, *Vela* (Buras) zvaigznāja pulsāra novērojumi, izmantojot *HALCA* potences ($\Delta\phi_{(\lambda = 6\text{cm})} = 0^{\circ},0007 = 0,7 \text{ mas}$), atklāja, ka šā pulsāra “karstā punkta”, t. i., pulsāra emisijas apgabala izmēri nepārsniedz 500 km, kas ir labākais šādu apgabalu lineāro izmēru novērtējums, kādu līdz šim ir izdevies sasniegt. Var atzīmēt arī to, ka pulsāru radiostarojuma novērojumi ar tik augstu leņķisko izšķirtspēju dod iespēju veikt visai detalizētus starpzvaigžņu vides īpašību pētījumus, kas arīdzan ir ļoti aktuāla astrofizikālo pētījumu problēma, u. c.

Taču visaugstāk vērtējama pieredze, kas jau ir un tiek iegūta *HALCA* ekspluatācijas gaitā, jo tā ļaus pilnveidot gan tehnoloģijas, gan novērojumu programmas nākamās paaudzes orbitālajiem radioteleskopiem, pie kuru konstruēšanas tiek intensīvi strādāts un kuri ļaus spert nākamo soli kosmiskās radiointerferometrijas attīstībā. D

TAMS ZARNIKS

CILVĒKA PIELĀGOŠANĀS BEZSVARA STĀVOKLIM

Kosmisko lidojumu četrdesmit gadu ilgajā vēsturē ir uzkrāts ne mazums pieredzes par bezsvara ietekmi uz cilvēka organismu. Vairā-

kums no bioloģiskajām pārmaiņām kosmiskā lidojuma apstākļos ir fizioloģiska pielāgošanās jaunajai situācijai, kad uz ķermeni vairs nedar-

bojas smaguma spēks. Lai gan šī aklimatizēšanās pēc būtības nav patoloģiska, fizioloģiskās izmaiņas nereti rada problēmas gan lidojuma laikā, gan arī nolaižoties uz Zemes.

No bezsvara medicīniskajiem efektiem īpaši jāpiemin tā sauktā jūras slimība, bezmiegs, ūdens zudums, kā arī kaulu, muskuļu un asinsrites sistēmas atrofēšanās. Tālāk ieskatisimies kosmiskās medicīnas pieredzē, kas gūta saskarē ar šīm problēmām.

Jūras slimība. Hermanis Titovs bija pirmais kosmonauts, kas ziņoja par jūras slimības simptomiem 1961. gada *Vostok 2* misijā. Ameriķāņu *Mercury* un *Gemini* astronauti tajā pašā laikā par jūras slimību nesūdzējās, jo viņu kosmosa kuģu šaurajās kabinēs tik tikko varēja pakustināt galvu un rokas. Šis fakts dod pamatu uzveres konflikta teorijai, kas jūras slimību izskaidro ar redzes uzveres un vestibulārā aparāta sajūtu pretrunām. Piemēram, ja acis uztver kustību, bet iekšējās auss līdzsvara orgāni ne tikai neregistrē kustību, bet nejt pat “augšup” un “lejup” virzienus, smadzenes apjūk un kuņģis sāk dumpoties.

Tomēr neviens droši nezina, kā tieši bezsvars izraisa sliktu dūšu. *Space Shuttle* lidojumos veiktie pētījumi ir tikai iesākums šīs miklas risināšanai. No divām trešdaļām līdz trīs ceturtdaļām *Shuttle* astronautu lidojuma pirmajās divās dienās cieš no jūras slimības. Reibonis un nelabums parasti drīz pāriet, taču atbildīgas darbības drošības pēc netiek plānotas agrāk par trešo lidojuma dienu.

Astronautu jutību pret jūras slimību pagaidām nav iespējams iepriekš paredzēt treniņos uz Zemes. Agrīnie krievu mēģinājumi pieradināt kosmonautus pie reiboņa bija visai nežēlīgi un tajos izmantoja rotējošus vai kūleņojošus sēdekļus. Šie trenāžieri nav bijuši īpaši sekmīgi, tomēr tos lieto vēl mūsdienās. Ameriķāņu orientācijas un kustības trenāžieri izmanto virtuālo realitāti un rotējošu platformu ar nolūku izslēgt gravitācijas sajūtu no līdzsvara uzveres. Tomēr arī šie testi nepalīdz novērst jūras slimību, nedz arī der par kritēriju astronautu atlasei.

Gadu gaitā ir izgudroti dažādi pretlidzekļi pret bezsvara radīto nelabumu. Elastīgi, savēlkoši kombinezoni, akupresūras ierīces, galvas imobilizatori, nervu elektrostimulēšana un citas padomju kosmonautu izmēģinātās metodes ir devušas visai apšaubāmus rezultātus. Farmakoloģiskie pretlidzekļi ietver neurotransmitera acetilholīna bloķētājus, piemēram, skopolamīnu, kā arī antihistamīna preparātus, stimulējošus savienojumus (amfetamīnu) un nomierinošas zāles (hlorpromazīnu). Skopolamīna plāksterus jūras slimības apkarošanai lietoja agrīnajos kosmiskajos lidojumos, taču izrādījās, ka tie tikai aizkavē pielāgošanos bezsvaram. Skopolamīna un amfetamīna kombinācija ir izrādījusies visai sekmīga, un *Shuttle* aptiecinā ir apgādāta ar skopolamīnu, deksedrinu un fenergānu tieši jūras slimības ārstēšanai. *Mir* kosmiskās stacijas aptiecinā nebija īpaši jūras slimībai veltītu zāļu, taču tā ietvēra baldriāna tinktūru, kas var noderēt šim nolūkam.

Kosmonauts un ārsts Dž. Bagjans jūras slimību novērsa ar 50 mg prometazīna (fenergāna) injekciju muskuli, kas izrādījās ļoti efektīvs paņēmieni bez nopietniem blakusefektiem. Nav šaubu, ka starptautiskajā kosmiskajā stacijā *Alpha* tiks gūta jauna pieredze ātrai un nekaitīgai astronautu pieradināšanai pie bezsvara.

Miega traucējumi. Otrs izplatītākais iemesls medikamentu nepieciešamībai kosmosā ir miega traucējumi. Normālā diennakts



Astronaute Šenona Lucida pēc sešiem mēnešiem bezsvarā, pa labi – astronauts Džons Blaha.

ritma izjaukšana kosmiskajos lidojumos ir saistīta gan ar zemu orbītai raksturīgo 90 minūšu gaismas un tumsas ciklu, gan ar bieži vien pārslogoto darba režīmu un nepietiekamo kabīnes apgaismojumu. Agrinājās misijās (lidz *Apollo 9*) apkalpes miega režīms bija veidots tā, lai vismaz viens astronauts vienmēr būtu nomodā. Padomju *Salyut* apkalpes sinhronizēja diennakts režīmu ar Maskavas laiku atbilstoši misijas vadības centra vietējam laikam. Mūsdienu *Shuttle* lidojumos visa apkalpe guļ reizē, atbilstoši misijas starta un nolaišanās laikam, kurš ne vienmēr sakrīt ar misijas kontroles komandas vietējo laiku.

Tomēr miega traucējumi vēl joprojām ir izplatīti. *Skylab* stacijā tika sistemātiski pētīts, vai bezsvaram ir kāda specifiska ietekme uz miegu, bet ne *Skylab*, nedz vēlāk *Shuttle* lidojumos nekas neparasts netika atklāts. Šķiet, ka problēma nav saistīta ar kosmosa vidi, bet gan intensīvo darba slodzi un stresu, kas ir ļoti parasta parādība kosmiskajos lidojumos.

Šķidrums zudumi. Dzīvojot Zemes gravitācijas laukā, ķermenis pierod pie asiņu hidrostatiskā spiediena atšķirības galvā un kājās. Bezsvara stāvoklī gravitācija vairs neveicina asiņu atplūdi no galvas, tāpēc astronautiem ir raksturīgas uzblīdušas sejas un galvassāpes, iesnaini deguni un garšas sajūtas zudums. Katra kāja zaudē apmēram litru šķidrums, kas rada tā saucamo “cāļa kāju” efektu.

Nieru kontroles centri jūt asiņu pieplūdumu no kājām, un šķietami “liekais” šķidrums tiek izvadīts ar urīnu. Bezsvara izraisītā diurēze rada sāļu zudumu, no kuriem vissvarīgākie ir kaulus stiprinošie kalcija sāļi.

Gan krievu, gan amerikāņu lidojumos tika izmēģināti savelkoši roku un kāju pārsēji. Tomēr šādas metodes, saprotams, ir visai neērtas, pat ja tās palīdz saglabāt asiņu lokālo spiedienu ekstremitātēs. Izmēģinātas arī daļēja vakuuma ierīces, kas atsūc un koncentrē asinis kājās.

Mūsdienu astronauti un kosmonauti izdzer litru izotoniska sālsūdens stundu pirms atgriešanās uz Zemes, tādējādi palielinot asiņu tilpumu un sagatavojoties gravitācijai. Palielināts

asiņu tilpums palīdz nodrošināt kaut cik apmierinošu smadzeņu asinsapgādi par spīti smaguma spēkam. Tomēr ne visiem šis pretlīdzeklis ir efektīvs, un daži nevar litru sālsūdens noturēt kuņģī, bet gan izvemj to atpakaļ. Kā alternatīva drīz tiks piedāvāts glicerīna šķīdums.

Kaulu minerālu zudumi. Kalcija zudumi no ķermeņa, it sevišķi kaulu kalcija uzsūkšanās (osteoporozē), ir galvenais iemesls, kāpēc lidojums uz Marsu un atpakaļ bez centrālās radītas mākslīgās gravitācijas šobrīd šķiet visai riskants. *NASA* ir dziļi ieinteresēta meklēt medicīniskus pretlīdzekļus pret bezsvara radīto osteoporozī. Lai gan Marsa misijas var arī nodrošināt ar mākslīgo gravitāciju, osteoporozes pētījumi ir nozīmīgi, jo ar šo problēmu saskaras praktiski visi uz Zemes dzīvojošie pensionāri.

Kauli ir dzīvi, mainīgi orgāni, kas bezsvārā praktiski netiek noslogoti un tāpēc jūt, ka to stiprība ir kosmiskā lidojuma apstākļiem pārmerīga. Līdzīga kaulu atrofešanās notiek arī invalīdiem un cilvēkiem ar mazkustīgu dzīvesveidu. No bezsvara osteoporozes cieš galvenokārt svaru nesošie kāju kauli, mazākā mērā – ribas un roku kauli. Galvaskauss savukārt uzņem lieko kalciju un kļūst blīvāks. Kalcija zudumi notiek galvenokārt pirmajos lidojuma mēnešos, pēc gada situācija šķietami nostabilizējas, un iestājas jauns, bezsvaram piemērots kalcija līdzsvars.

Kalcija saglabāšanas paņēmieni līdz šim galvenokārt centrējās uz fiziskiem treniņiem, bet rezultāti ir visai neskaidri. Daži astronauti trīs mēnešu misijas laikā no mugurkaula skriemeļiem zaudē vairāk nekā 10% kalcija par spīti intensīvai slodzei uz treniņiem, bet citi zaudē mazāk, pat ja netrenējas tik citīgi. Trīs no sešiem *Skylab* astronautiem zaudēja daudz vairāk kalcija nekā pārējie, lai gan treniņu programma bija vienāda un sākotnējie fiziskie parametri ļoti līdzīgi. Jaunākās treniņu programmas īpaši uzsver locītavu pakļaušanu vibrācijām un triecieniem, kādi jūkami, skrienot pa cietu pamatu basām kājām.

Papildu kalcija lietošana uzturā ir vainagojusies ar daļējiem panākumiem, tāpat arī kloronāta un citu zaļu, kuras mākslīgi maina kalcija līdzsvaru, lietošana. Nav šaubu, ka šie pētījumi būs iekļauti starptautiskās kosmiskās stacijas *Alpha* programmā.

Muskuļu atrofija. Apmēram 40% no ķermeņa tilpuma aizņem muskuļi, bet Zemes slodzēm trenētie muskuļi, tāpat kā kauli, bezsvarā nav nepieciešami. Īpaši atrofējas lielie, aerobie "sarkanie" skeleta muskuļi, kamēr gludā muskulatūra lielāko tiesu saglabājas. Kāju lielie muskuļi bezsvarā var zaudēt pat līdz 25% masas viena mēneša laikā. *Salyut* kosmonautu nespēja nostāvēt uz kājām pēc atgriešanās uz Zemes ir spēcīgs tēls, kas lielā mērā simbolizē izaicinājumus kosmiskajai medicīnai nākotnē.

Īstenībā gan vairāki kosmonauti pēc rekordilgiem lidojumiem tika aiznesti uz nestuvēm nolūkā saglabāt lidojuma medicīniskos datus, un mūsdienās tikai viens no desmit astronautiem nevar paiet pēc samērā īsajām *Shuttle* misijām.

Fiziskie treniņi, "pretestības kombinezoni", kas traucē kustības, un steroidu hormoni tikai daļēji palīdz cīnīties ar muskuļu atrofiju. Jaunākie dati liecina, ka svarīgas ir ne tikai muskuļu kontrakcijas, bet arī stiepšanas vingrinājumi. Lai gan muskuļu atrofija nav tik nopietna problēma kā osteoporozē, muskuļu masas zudumu samazināšana būs svarīgs pētījumu virziens starptautiskajā orbitālajā stacijā *Alpha*.

Asinsrites sistēmas kondīcijas zudums. Asiņu sūkņēšana bezsvarā prasa salīdzinoši nelielu piepūli. Šķidrums zudumi sabiezina asinis, taču organisms uz to reaģē, noārdot daļu asins šūnu, un asiņu kopējais apjoms samazinās. Tā visa iespaidā sirdij veicamais darbs kļūst vieglāks, un sirds muskulis pamazām atrofējas.

Asinsspiediena regulācijas centri bezsvarā netiek pastāvīgi trenēti, kā tas notiek Zemes gravitācijas laukā. Astronautu asinsspiediens tāpēc sliktāk piemērojas slodzes režīmam, un

samazinās ortostatiskā tolerance (smadzeņu asinsapgādes stabilitāte), kas var izraisīt ģibšanu, atgriežoties uz Zemes.

Anomāls sirds ritms ir diezgan bieža parādība bezsvara stāvoklī, bet tā iemesli pagaidām ir miklaini. Potenciāli bīstamas sirds ritma novirzes ir piedzīvotas *Gemini*, *Apollo*, *Skylab* un *Shuttle* lidojumos. Krievu kosmonautu ārstiem šajā jomā ir vislielākā pieredze, it īpaši attiecībā uz medikamentu lietošanu. Kosmonauti sirdsdarbības regulēšanai ir lietojuši nitroglicerīnu, panangīnu (kālija un magnija aspartātu), riboksīnu, kālija orotātu un neurotransmitera γ -aminosviestskābes analogus.

Amerikāņu kosmiskā medicīna dod priekšroku aerobiem treniņiem, un astronauti lidojuma laikā katru dienu vismaz stundu skrīen uz trenāžiera vai lieto velosipēdam līdzīgo ergometru. Paaugstināts kālija sāļu daudzums diētā tika ieviests pēc tam, kad *Apollo 15* apkalpes sirds aritmijas iemesls izrādījās mazs kālija daudzums pārtikā.

Sirds un asinsvadu sistēmas atrofēšanās joprojām ir aktuāla problēma, un aritmijas var būt visai bīstamas ilgā lidojumā. Pētījumi šajā bezsvara medicīnas virzienā turpināsies.

Psiholoģiskā nomāktība un stress. Oficiāli noklusētas psiholoģiskās problēmas ilgstošos kosmiskajos lidojumos tomēr nav nekas neparasts. Piemēram, 84 dienas ilgajā *Skylab 4* misijā pārmērīgā darba slodze un tās radītais bezmiegs izraisīja apkalpes dumpi, un trīs astronauti pavādīja vienu diennakti, tikai gulot un skatoties ārā pa iluminatoru. Jāpiebilst, ka viņu karjera ar to bija beigusies, un pēc atgriešanās uz Zemes neviens no šiem astronautiem vairs citos lidojumos nepiedalījās. *Salyut* un *Mir* staciju apkalpēm ir bijuši līdzīgi konflikti ar misijas kontroli, it īpaši ilgu lidojumu vidusposmā.

Pat bez psiholoģiskās letarģijas un apātijas kosmiskajās misijās netrūkst kaitinošu un nomācošu sīkumu. Vienkārša saaukstēšanās, ko sarežģīja apgrūtinātā deguna šņaukšana bezsvarā, sabojāja *Apollo 7* ap-

kalpes garstāvokli un radija strīdus un nesa-prašanos ar misijas vadību. Zīmīgi, ka *NASA* viņus pēc tam otrreiz kosmosā nesūtīja. Re-ciklētais gaiss un saspīestība *Space Shuttle* kabinē rada lietotai veļai līdzīgu smaku. Sviedru pilieni no obligātā divu stundu ik-dienas fiziskā treniņa bezsvārā peld apkār-t, traucējot gan apkalpei, gan aparatūrai. Gal-vassāpes ir parasta parādība.

Interesanti, ka krievu kosmonautiem viens no psiholoģiskajiem "testiem" ietver vairāku tūkstošu kilometru ceļojumu zaporozecā pa Krievijas vidieni. Šķietami anekdotisks, šis paņēmiens tomēr ļoti tāpīgi imitē kosmiskā lidojuma psiholoģiskos aspektus.

Pateicoties vairāku gadu desmitu pieredzei, Krievijas kosmonautu ārsti labi izprot ar kosmiskajiem lidojumiem saistīto stresu un nomāktību. Amerikāņu astronauta Normana Tagarda uzturēšanās laikā *Mir* stacijā Krievijas misijas vadība bija norūpējusies par viņa nepietiekamo darba slodzi, jo ASV sagādātie eksperimenti neizdevās un Tagardam pārējo misijas laiku nebija ko darīt. Džerijs Linindžers, pēc krievu psihologu domām, nebija ideāls kandidāts ilgtermiņa misijai, kā to vēlāk pierādīja viņa noslēgtība un atsvešināšanās no komandas biedriem un misijas vadības komandas.

Kosmisko staciju iemītniekiem tiek nodrošināti privāti iknedēļas sakaru seansi ar ģime-nes locekļiem un arī ar personīgajiem ārstiem. Kosmonautiem un astronautiem ir iespēja ņemt līdzi grāmatas, kompaktdiskus un videofilmas, kā arī amatieru radio neoficiāliem sa-kariem ar radioamatieriem uz Zemes. Par lielām šausmām *NASA* misijas kontrolei, krievu kosmonauti parasti ņem līdzi arī nelielus degvīna daudzumus.

Neraugoties uz skaidru zinātnisku datu trūkumu un oficiālo noklusēšanu, psiholoģis-kie apsvērumi spēlē svarīgu lomu kosmisko lidojumu apkalpi nodrošināšanā, un sagai-dāms, ka starptautiskā orbitalā stacija *Alpha*

mums iemācīs, kā nodrošināt pilnīgāku fizisko un psiholoģisko komfortu ilgās kosmiskās eks-pedicijās.

Kosmiskās medicīnas centrālā tēma vien-mēr ir bijusi cīņa ar ķermeņa pārmaiņām lidojuma laikā. Panākumi līdz šim ir bijuši nepilnīgi un metodes – neveiklas, nepatika-mas un reizēm pat aplamas. Pastāv diezgan pamatots uzskats, ka vairākums, ja ne visas, organisma izmaiņas bezsvārā ir vērstas uz trauslā veselības līdzsvara saglabāšanu. Šķid-ruma tilpums samazinās līdz tam, kāds vaja-dzīgs jaunajos apstākļos. Eritrocītu (sarkano asins šūnu) daudzums samazinās atbilstoši nepieciešamībai un tad saglabājas konstantā līmenī. Smadzenes ātri iemācās iztikt bez iekšējās auss vestibulārā aparāta ievadda-tiem. Kauli un muskuļi zaudē lieko masu, sasniedzot jaunu līdzsvaru. Citiem vārdiem, ķermenis pielāgojas jaunajiem, neparastajiem apstākļiem un paliek jaunajā līdzsvārā tik ilgi, cik nepieciešams.

Kosmiskajā medicīnā tāpēc sāk iezīmēties jauns virziens, kas necenšas novērst organis-ma reakciju uz bezsvaru, bet gan atvieglot pāreju no Zemes fizioloģiskā līdzsvara uz bezsvara fizioloģiju un atpakaļ. Lai gan tas ne vienmēr ir iespējams, šāda pieeja mazi-nātu astronautiem diskomfortu un viņiem būtu jātērē mazāk laika pārmērīgiem fizis-kajiem treniņiem kosmiskajā stacijā. Kos-miskā medicīna tad pievērstu galveno uzma-nību organisma sagatavošanai gravitācijai dažas nedēļas pirms atgriešanās uz Zemes vai nolaišanās uz Marsa.

Veselība un komforts dziļā kosmosa eks-pedicijās vai uz Marsa tāpat varētu būt atkarīgs ne tik daudz no mūsu spējas mainīt organisma procesus, cik no spējas mainīt uzskatus kos-miskās medicīnas laukā. Pielāgošanās, nevis pretošanās bezsvara efektiem būs tā atslēga, kas ļaus cilvēkiem komfortabli dzīvot un strādāt izplatījumā.

Tulkojis Jānis Jaunbergs

KOSMISKIE LIDOJUMI. LIELO SASNIEGUMU LAIKS (1961–1973)

(Nobeigums, sākumu sk. "ZvD", 2001. g. pavasaris)

Pirmie lidojumi uz planētām. Pirmais mēģinājums veikt lidojumu uz citu planētu notika 1961. gada februārī, kad PSRS palaida Venēras virzienā zondi *Venera – 1*, taču tas nebija sevišķi veiksmīgs, jo zonde pagāja garām Venērai 100 000 km attālumā. Pirmos reālos mērījumus citas planētas tuvumā veica ASV zonde *Mariner – 2*, kas 1962. gada 14. decembrī palidoja garām Venērai aptuveni 35 000 km attālumā un konstatēja, ka Venē-



Kosmiskais aparāts *Venera – 4*.

rai nav magnētiskā lauka, toties tai ir ļoti karsta virsma. Līdz 1973. gadam Venēras pētījumus no pārlidojuma trajektorijas veica arī ASV zondes *Mariner – 5* un *Mariner – 10*, taču labākie sasniegumi Venēras izpētē šajā laikā bija PSRS, kuras mērķis bija realizēt lēnu nolaišanos uz planētas.

1966. gada martā zonde *Venera – 3* sasniedza Venēru, taču nolaižamais aparāts nenobremzējās un ietriecās planētas virsmā. Panākumus guva *Venera – 4*, kuras nolaižamais aparāts 1967. gada oktobrī 1,5 stundas ilgi laidās ar izpletni lejup blīvajā planētas atmosfērā un raidīja ziņas par to. Pirmā zonde, kas sekmīgi sasniedza Venēras virsmu un pārraidīja ziņas par temperatūru un spiedienu uz tās, bija *Venera – 7* 1970. gada 15. decembrī. Šo panākumu atkārtoja *Venera – 8* 1972. gadā. Turpmāk uz Venēru devās jaunas paaudzes kosmiskie aparāti.

Pirmie lidojumi notika tikai uz Zemei tuvākajām planētām – Venēru un Marsu. Nosūtīt kosmisko aparātu Marsa virzienā pirmā pastīdzās PSRS, kas 1962. gada novembrī palaida zondi *Mars – 1*, taču sakari ar to pārtrūka pusceļā. Pirmos datus no Marsa apkāmes pārraidīja ASV zonde *Mariner – 4*, kas 1965. gada 14. jūlijā aizlidoja garām Marsam 1000 km attālumā un konstatēja, ka planētai nav vēra ņemama magnētiskā lauka, bet atmosfēra ir ļoti retināta. Tika iegūti arī pirmie tuvplāna attēli. Arī *Mariner – 6* un *Mariner – 7*, kas lidoja garām Marsam 1969. gadā, pārraidīja planētas attēlus, taču vislielākos sasniegumus Marsa izpētes agrīnajā posmā guva ASV zonde *Mariner – 9*, kas 1971. gada 13. novembrī kļuva par pirmo citas planētas mākslīgo pavadoni. Pēc putekļu vētras izbeigšanās, kas kavēja uzsākt planētas izpēti, deviņu mēnešu laikā zonde noraidīja uz Zemi vairāk nekā 7000

5. tabula. Pirmās planētu zondes (1961–1973)

Nosaukums	Starta datums	Paveiktais
Venēras zondes		
<i>Venera – 1</i>	12.02.1961.	Aizlidoja tālu garām Venērai
<i>Mariner – 1</i>	22.07.1962.	Neveiksmīgs starts
<i>Mariner – 2</i>	27.08.1962.	Palidoja garām Venērai 35 000 km attālumā un veica mērījumus
<i>Zond – 1</i>	02.04.1964.	Neveiksmīgs lidojums Venēras virzienā
<i>Venera – 2</i>	12.11.1965.	Palidoja garām Venērai 24 000 km attālumā
<i>Venera – 3</i>	16.11.1965.	Sasniedza Venēru, lēnā nolaišanās neizdevās
<i>Venera – 4</i>	12.06.1967.	Veica lēnu nolaišanos Venēras atmosfērā
<i>Mariner – 5</i>	14.06.1967.	Pārlidoja Venēru 4000 km attālumā un veica mērījumus
<i>Venera – 5</i>	5.01.1969.	Veica lēnu nolaišanos Venēras atmosfērā
<i>Venera – 6</i>	10.01.1969.	Veica lēnu nolaišanos Venēras atmosfērā
<i>Venera – 7</i>	17.08.1970.	Veica lēnu nolaišanos uz Venēras virsmas
<i>Venera – 8</i>	27.03.1972.	Veica lēnu nolaišanos un planētas virsmas pētījumus
<i>Mariner – 10</i>	3.11.1973.	Venēras pētījumi pa ceļam uz Merkuru
Marsa zondes		
<i>Mars – 1</i>	1.11.1962.	Pusceļā pārtrūka sakari
<i>Mariner – 3</i>	5.11.1964.	Neveiksmīgs starts
<i>Mariner – 4</i>	28.11.1964.	Palidoja garām Marsam 10 000 km attālumā un veica mērījumus
<i>Zond – 2</i>	30.11.1964.	Palaista Marsa virzienā
<i>Mariner – 6</i>	24.02.1969.	Marsa pētījumi no pārlidojuma trajektorijas
<i>Mariner – 7</i>	27.03.1969.	Marsa pētījumi no pārlidojuma trajektorijas
<i>Mariner – 8</i>	8.05.1971.	Neveiksmīgs starts
<i>Mars – 2</i>	19.05.1971.	Iegāja orbitā ap Marsu. Nolaižamais aparāts informāciju nenoraidīja
<i>Mars – 3</i>	28.05.1971.	Iegāja orbitā ap Marsu. Datu pārraide no virsmas pārtrūka
<i>Mariner – 9</i>	30.05.1971.	Iegāja orbitā ap Marsu, ieguva daudz fotogrāfiju
<i>Mars – 4</i>	21.07.1973.	Aizlidoja garām planētai un nekļuva par tās pavadoni
<i>Mars – 5</i>	25.07.1973.	Iegāja orbitā ap planētu, pārraidīja attēlus
<i>Mars – 6</i>	5.08.1973.	Nolaižoties uz virsmas, pārtrūka sakari
<i>Mars – 7</i>	9.08.1973.	Nolaižamais aparāts aizlidoja garām planētai



Veiksmīgais Marsa pētnieks *Mariner – 9*.

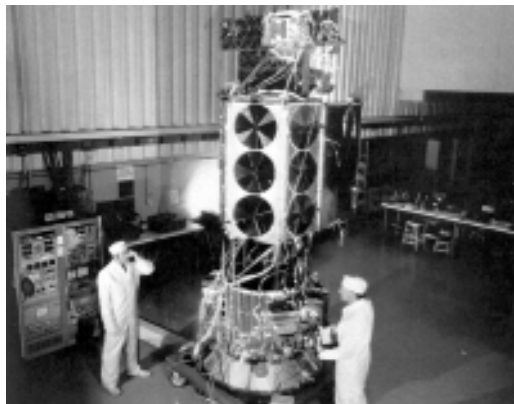
Marsa attēlu, kā arī pirmo reizi tuvumā aplūkoja Marsa pavadoņus Fobosu un Deimosu.

PSRS sūtīja uz Marsu vairākas zondes, taču to lidojumi bija samērā neveiksmīgi. 1971. gadā uz Marsu devās *Mars – 2* un *Mars – 3*, kuru sastāvā bija gan orbitālais bloks, gan nolaižamais aparāts. Aparātu orbitālie bloki kļuva par mākslīgajiem pavadoņiem, taču neieguva kvalitatīvus attēlus putekļu vētras dēļ. *Mars – 2* nolaižamais aparāts nekādu informāciju nepārraidīja. *Mars – 3* nolaižamais aparāts lēni nolaidās uz planētas virsmas, taču

pēc 20 sekundēm datu pārraide pārtrūka. 1974. gadā Marsu sasniedza veselas četras zondes. *Mars – 4* palidoja garām planētai un nekļuva par tās pavadoni. *Mars – 5* iegāja orbitā ap planētu un sekmīgi pārraidīja tās attēlus. *Mars – 6* laidās lejup uz Marsu un pārraidīja datus par planētas atmosfēru, taču tiešā virsmas tuvumā sakari ar to pārtrūka. *Mars – 7* nolaižamais aparāts “netrāpīja” planētai un aizlidoja tai garām. Neraugoties uz neveiksmēm, Venēras un Marsa kosmiskie pētījumi deva ļoti daudz jaunas informācijas un lielā mērā lika pārskatīt pastāvošos priekšstatus par šīm planētām.

Pavadoņi uzsāk darbu. Pirmais pavadoņu veikto novērojumu mērķis bija izpētīt Zemei tuvo kosmisko telpu, lai noskaidrotu, kādi apstākļi tur sagaida kosmiskos aparātus – vai nedraud briesmas automātisko un pilotējamo lidaparātu drošībai. Tāpēc daudzi ASV *Explorer* un citu sēriju pavadoņi pētīja atmosfēras augšējos slāņus, radiācijas joslas, mikro-meteorītus, Saules radiāciju, kosmisko starojumu u. c. PSRS analogiskus pētījumus veica ar sēriju *Kosmos*, *Elektron*, *Proton* un *Prognoz* pavadoņiem. To pašu darīja arī pirmais Lielbritānijas pavadonis *Ariel – 1*, kurš tika palaists ar ASV nesējraķeti 1962. gada aprīlī. Tāpat daudzas planētu zondes pa ceļam uz galamērķi pētīja starpplanētu telpu un Saules vēju. Taču par pirmo specializēto orbitālo observatoriju kļuva ASV pavadonis *OSO – 1*, kurš tika palaists 1962. gada 7. martā un pētīja Saules aktivitātes izpausmes. Tika uzsākti arī zvaigžņu un galaktiku novērojumi no kosmosa. Sīkākas ziņas par orbitālajām observatorijām sniegsim nākamajā rakstā.

Pavadoņi raudzījās arī uz Zemi. Zinātnieki pavisam drīz saprata, ka Zemes uzņēmumus no kosmosa, kas iegūti redzamajā un infrasarkanajā spektra diapazonā, var sekmīgi izmantot laikapstākļu paredzēšanai. Par pirmo eksperimentālo meteoroloģisko pavadoni kļuva *Tiros – 1*, kuru ASV palaida 1960. gada 1. aprīlī. Sākot ar 1966. gadu, *Tiros* pavadoņi veica regulārus Zemes virsmas novērojumus.



Meteoroloģiskā pavadoņa *Tiros – N* pārbaude pirms starta.

Uz šo pavadoņu bāzes tika izveidoti arī citi meteoroloģiskie pavadoņi, tai skaitā pavadoņi *NOAA*, kas sekmīgi darbojas arī šobrīd. PSRS savus pirmos meteoroloģiskos pavadoņus izmēģināja sērijas *Kosmos* ietvaros, bet regulārus Zemes novērojumus uzsāka pavadonis *Meteor – 1* 1969. gadā. Savukārt pirmais Eiropas valstu kopīgais meteoroloģiskais pavadonis *Meteosat – 1* sāka darboties 1977. gadā.

Interesi izraisīja ne tikai mākoņi. Uzņēmumi no kosmosa, kas iegūti dažādos spektra diapazonos, sniedz plašu informāciju par mežiem un lauksaimniecības sējumiem, derīgajiem izrakteņiem, ledājiem, okeānu un jūru piesāņojumu u. tml. Tos var izmantot arī karšu sastādīšanai. Sākumā atsevišķas, bet nesistemātiskas fotogrāfijas ieguva kosmisko kuģu apkalpes. Pirmo specializēto dabas resursu izpētes pavadoni *Landsat – 1* palaida ASV 1972. gada 23. jūlijā. Šobrīd Zemes izpēte no kosmosa ir izvērsusies ļoti plaši. Arī daļa Latvijas karšu sastādīta pēc kosmiskajām fotogrāfijām.

Uzņēmumus no kosmosa var izmantot arī militārajai izlūkošanai, piemēram, daudzi PSRS sērijas *Kosmos* pavadoņi, kas lidoja zemes orbitās, nodarbojas ar izlūkošanu. Taču pirmais izlūkpavadonis kosmonautikas vēsturē bija *Midas – 2*, kuru 1961. gada 22. maijā palaida ASV. Militārajā izlūkošanā ietilpst ne

tikai attēlu iegūšana, bet arī radiosakaru pār-
tveršana, sekošana raķešu startiem un kodol-
izmēģinājumiem, militāro sakaru un navigā-
cijas nodrošināšana.

Visplašāko lietojumu pavadoņi guva saka-
ru sfērā. Par pirmo sakaru pavadoni kļuva
Telstar-1, kuru ASV palaida 1962. gada 10. jū-
lijā. Šis pavadonis nodrošināja televīzijas sa-
karus starp trim punktiem ASV, Lielbritānijā
un Francijā un tur atrodošos cilvēku sarunas
varēja vērot miljoniem cilvēku visā pasaulē.
Zīmīgi, ka jau paša pirmā pavadoņa izstrādi
finansēja nevis valdība, bet komercfirma. Pir-
mos sakaru pavadoņus palaida samērā zemās
orbitās. Tie pārvietojās attiecībā pret uztvē-
rējstaciju, tāpēc sekošana tiem bija apgrū-
tināta. Daudz ērtāk bija novietot pavadoni
ģeostacionārajā orbitā, kurā tas ir nekustīgs

attiecībā pret Zemes virsmu, turklāt var pār-
raidīt informāciju plašākā Zemes virsmas ap-
gabalā. Par pirmo ģeostacionāro pavadoni
kļuva ASV sakaru pavadonis *Syncom-3*,
kuru palaida 1964. gada 19. augustā un kurš
pārraidīja olimpisko spēļu atklāšanas cere-
moniju no Japānas. Tajā pašā gadā tika izvei-
dota starptautiska pavadoņu sakaru organi-
zācija *Intelsat*. PSRS sāka veidot savu kos-
misko sakaru sistēmu, 1965. gadā palaižot
pavadoni *Molnija*. Vēlāk gan nacionālas, gan
starptautiskas sakaru sistēmas izveidoja arī
citas valstis. Šobrīd ap Zemi riņķo vairāki
desmiti satelīttelevīzijas pavadoņu un vairāk
nekā simt sakaru pavadoņu.

Tādējādi nepilnu 15 gadu laikā kopš pirmā
pavadoņa starta kosmoss stabili ienāca mūsu
ikdienā un kļuva par dzīves būtisku sastāvdaļu.

Par rakstā aplūkotajām tēmām žurnāla "*Zvaigžņotā Debess*" nodaļā "*Kosmosa pētniecība un apgū-
šana*" laikā no 1980. līdz 2000. gadam ir publicēti šādi raksti:

Kosmosa kuģi Vostok un Vosход

Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados. *E. Mūkins*. 1986./1987. gada ziema (114)

Kā gatavojās pirmā kosmonauta startam. *J. Golovanovs*. 1987. gada rudens (117)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, I (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada pavasaris (127)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, II (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada rudens (129)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, VI (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991./1992. gada ziema (134)

Kosmosa kuģi Mercury un Gemini

Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados. *E. Mūkins*. 1986./1987. gada ziema (114)

Kosmosa kuģi Sojuz

Uzlabota kosmosa kuģa *Sojuz* izmēģinājums (*pēc padomju preses materiāliem*). 1980. gada rudens (89)

Ar trīsvietīgu *Sojuz* – uz *Salūtu-6* (*pēc TASS ziņojumiem*). 1981. gada vasara (92)

Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados. *E. Mūkins*. 1986./1987. gada ziema (114)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, I (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada pavasaris (127)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, VII (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada pavasaris (135)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, IX (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada rudens (137)

Pilotējamās ekspedīcijas uz Mēnesi

Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados. *E. Mūkins*. 1986./1987. gada ziema (114)

Uz Mēness ekspedīcijām atskatoties. *E. Mūkins*. 1989. gada rudens (125)

Notikusi PSRS Mēness ekspedīcija

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, I (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada pavasaris (127)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, III (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990./1991. gada ziema (130)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, IV (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991. gada pavasaris (131)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, V (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991. gada rudens (133)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, VII (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada pavasaris (135)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, IX (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada rudens (137)

Mēness zondes

Lunar Prospector pie Mēness. *M. Gills*. 1998. gada pavasaris (159)

Agrinās planētu zondes

Lidojumi uz Marsu. *E. Mūkins*. 1988. gada vasara (120)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, I (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada pavasaris (127)

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, IV (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991. gada pavasaris (131)

Lietišķie pavadoņi

ASV militārās izlūkošanas pavadoņi. *E. Mūkins*. 1985. gada rudens (109)

Televīzija no kosmosa. *Dz. Blūms*. 1989. gada rudens (125)

Kosmiskā ātruma zudums. *K. Grīngauzs*. 1989./1990. gada ziema (126)

Kosmonautika 1992. gadā. *E. Mūkins*. 1993. gada vasara (140)

Militarizētā un partijiskā kosmonautika. *E. Mūkins*. 1993./1994. gada ziema (142)

NASA un Holivuda sadarbojas (*pēc NASA materiāliem sagatavojis M. Gills*). 1996. gada pavasaris (151)

Troses mudžeklis orbitā ap Zemi. *M. Gills*. 1996. gada rudens (153)

Latvija Eiropā – skats no kosmosa. *V. Lapoška*. 1999./2000. gada ziema (166)

Iridium bēdīgais gals. *J. Jaunbergs*. 2000. gada vasara (168) D

ILGONIS VILKS

KOSMISKIE LIDOJUMI. GANDRĪZ KĀ IKDIENA (1973–2000)

20. gadsimta 80. gados paziņojumi par kosmisko aparātu palaišanu sāka pazust no avižu pirmajām lappusēm. Tas nozīmēja, ka cilvēki jau sāka pierast pie kosmosa izmantošanas un tā pārvērtās gandrīz par ikdienu. Bet tikai gandrīz.

Orbitālās stacijas. 1973. gada 14. maijā ASV palaida savu vienīgo orbitālo staciju *Skylab*. Tā tika izvietota nesējraķetes trešajā pakāpē un bija pats masīvākais kosmosā nogādātais objekts (77 tonnas), tāpēc tās palaišanai nācās izmantot jaudīgo nesējraķeti *Saturn – 5*. Lidz 1974. gada februārim stacijā ļoti sekmīgi strādāja trīs apkalpes, katrā no tām bija trīs cilvēki. Lidojumam uz staciju un atpakaļ viņi izmantoja kosmosa kuģus *Apollo*. Visas trīs apkalpes uzstādīja jaunus kosmiskā lidojuma ilguma rekordus. Astronauti veica daudzveidīgus Zemes novērojumus, plašus Saules pētījumus ar speciālu Saules teleskopu bloku, kā arī tehnoloģiskus, bioloģiskus un medicīniskus eksperimentus. Vienīgā neveiksme gadījās stacijas startā, kad stacijai tika norauta

viena Saules baterija un daļa pretmeteorītu ekrāna, bet otra Saules baterija ieķīlējās. Šo iemeslu dēļ stacija sāka sakarst un tajā trūka elektroenerģijas. Pirmā apkalpe sāka savu darbu ar remontu. Viņi uzstādīja pagaidu ekrānu un atbrīvoja ieķīlējušos Saules bateriju. Pēc pilotējamo lidojumu beigām stacija vēl piecus



Vienīgā ASV orbitālā stacija *Skylab*.

NASA foto

1. tabula. Orbitālās stacijas *Skylab* apkalpes

Apkalpe	Starta datums	Uzturēšanās ilgums stacijā, dienas	Iegūtie Saules un Zemes attēli
Č. Konrads, Dž. Kervins, P. Veics	25.05.1973.	27	39 000
A. Bins, Dž. Lūsma, O. Heriots	28.07.1973.	58	92 000
Dž. Kars, V. Pougs, E. Gibsons	16.11.1973.	83	92 000

gādus lidoja bezpilota režīmā, tad nogāja no orbītas un sadega Zemes atmosfērā. Atsevišķi stacijas fragmenti nokrita Austrālijas piekrastē.

Kā pret svaru ASV pilotējamo Mēness lidojumu programmai PSRS izvirzīja orbitālo staciju programmu, kas nodrošinātu ilgstošu cilvēka darbību kosmosā. Taču sākumā programmas realizācija gāja “kā pa celmiem”. Vispirms tika projektēta militāra orbitālā stacija, kas veiktu izlūkošanu no kosmosa. To bija paredzēts pat aprikt ar aviācijas ātršāvēju lielgabalu “nelūgtu viesu” atvairīšanai. Politiskās propagandas nolūkos uz šīs stacijas bāzes triecientempā tika izveidota civilā stacija *Saļut*, kas startēja 1971. gada 19. aprīlī. Par transportkuģi, kas nogādā stacijā apkalpes, izmantoja kosmosa kuģi *Sojuz*. Stacija atradās orbītā 175 dienas, un otrā apkalpe tajā pavadīja 22 dienas (pirmā apkalpe sakabināšanās mezglā kļūdas dēļ stacijā neiekļuva). Šajā lidojumā galvenokārt tika veikti stacijas sistēmu izmēģinājumi. Traģisks negadījums notika, stacijas apkalpei kosmosa kuģi *Sojuz-11* atgriežoties uz Zemes. Nolašanās posmā negadīti atvērās kāds vārstulis, un kabines gaiss izplūda vakuumā. Visi trīs kosmonauti – Georgijs Dobrovoļskis, Viktors Pacajevs un Vladislavs Volkovs – gāja bojā. Kopš tā laika lidojuma svarīgākajos posmos kosmonauti ir tērpti skafandros.

Saļut-2 bija militāra tipa stacija, taču dehermetizēšanās dēļ tā drīz pārtrauca darboties. *Saļut-3*, kuru palaida 1974. gada jūnijā, atradās lidojumā 212 dienas, bet apkalpe tajā uzturējās tikai 14 dienas. Kā iespējams apkalpes priekšlaicīgās atgriešanās cēlonis tiek minēts neliels ugunsgrēks, kas padarīja nelietojamu stacijas atmosfēru. Pašas 1974. gada beigās tika palaists *Saļut-4*, kas beidzot funkcionēja normāli. Tajā uzturējās divas apkalpes, kas

kopumā pavadīja stacijā 89 dienas, veica tehniskus un bioloģiskus eksperimentus, novēroja Zemi un astronomiskus objektus.

Saļut-5, kuru palaida 1976. gadā, atkal bija militārā stacija. Šoreiz tā funkcionēja normāli un tajā strādāja divas apkalpes, kas, saskaņā ar oficiāliem ziņojumiem, veica galvenokārt tehnoloģiskus un bioloģiskus eksperimentus. *Saļut-6*, kas darbojās orbītā no 1977. līdz 1982. gadam, bija pati ražīgākā šīs sērijas orbitālā stacija. Stacijā uzturējās piecas pamatapkalpes, kosmonauti Vladimirs Ļahovs un Valērijs Rjumins pavadīja tajā veselu pusgadu. Pirms atgriešanās uz Zemes viņiem bija jātreņējas speciālos vakuuntērpos, lai pierastu pie apstākļiem, kas gaidāmi uz Zemes. Īsāku laiku stacijā uzturējās 11 viesapkalpes, kuru sastāvā ietilpa ne tikai PSRS, bet arī citu sociālistisko valstu kosmonauti.

Atšķirībā no iepriekšējām stacijām *Saļut-6* bija apriktots ar diviem sakabināšanas mezglēm, tāpēc bija iespējams veikt stacijas apgādi ar degvielu, pārtiku un papildu aparātūru, izmantojot automātiskos kravas kuģus *Progres*. Stacijā kosmonauti veica materiālu ražošanu bezsvara stāvokļos, bioloģiskos eksperimentus, Zemes novērojumus ar daudzonālu spektrālo aparātūru, regulāri kontrolēja savu veselības stāvokli. Kosmonautiem bija divpusēji televīzijas sakari ar Zemi, tāpēc viņi varēja skatīties televīzijas pārraides, “tikties” ar tuviniekiem, vadīt televīzijas reportāžas. Astronomisko pētījumu programma bija samērā pieticīga – notika Saules un rentgenstarojuma avotu novērojumi, tika izmēģināts atvāžams radioteleskops ar 10 m diametru, kas veica kopīgus novērojumus ar virszemes teleskopiem. Kad stacija pārgāja automātiskajā lidojuma režīmā, pie tās piekabinājās par *Sojuz* ievērojami lielāks transportkuģis *TKS* ar “segvārdu” *Kosmos-1267*, kurš bija izveidots militāro staciju programmas ietvaros, bet tā arī nekad nelidoja

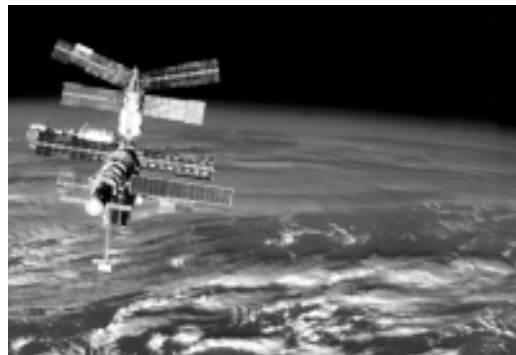
pilotējamā variantā. Šis kuģis korigēja stacijas orbitu un vēlāk nobremzēja to. (Visas *Saļut* stacijas funkcionēšanas beigās tika ievadītas blīvajos atmosfēras slāņos virs Klusā okeāna, kur tās sadega.)

Pēdējā šā tipa stacija bija *Saļut*– 7, kas lidoja 1982.–1986. gadā. Tajā strādāja piecas pamatapkalpes, viena remontapkalpe un četras viesapkalpes. Kosmonauti Leonids Kizims, Vladimirs Solovjovs un Oļegs Atjkovs uzstādīja jaunu kosmiskā lidojuma ilguma rekordu – 237 diennaktis. Šajā stacijā lidojumā devās otrā Krievijas kosmonaute – Svetlana Savicka. Stacijā viesojās arī Francijas un Indijas kosmonauts. 1983. un 1985. gadā ar staciju sakabinājās un kādu laiku ar to kopā lidoja kuģis *TKS* ar nosaukumu *Kosmos*– 1443, kurš divkārtēja orbitālā kompleksa masu un ievērojami paplašināja stacijas iespējas. 1985. gada februārī sakari ar staciju pārtrūka, tā zaudēja orientāciju un sāka kūleņot. Apkalpei, kas 1985. gada jūnijā veica stacijas glābšanas darbus, nācās saskarties ar ievērojamām grūtībām – nedarbojās stacijas elektroapgāde un gaisa attīrīšanas sistēma, dzeramā ūdens caurules bija aizsalušas. Tomēr divu nedēļu laikā stacijas darbaspējas izdevās atjaunot.

1986. gada 20. februārī Krievija palaida jaunas paaudzes orbitālo staciju *Mir*. Atšķirībā no *Saļut* tai bija 6 sakabināšanās mezgli, pie kuriem var piekabināties transportkuģi un specializēti moduļi. Stacijas apgādei sāka izmantot modernizētos *Sojuz TM* un *Progres M* transportkuģus. Zinātniskā aparatūra tika iz-

vietota moduļos, tāpēc bāzes bloka dzīvojamās un darba telpas kļuva plašākas. Stacijā vienlaikus varēja uzturēties 5 līdz 6 cilvēku apkalpe. Veselas 437 dienas stacijā pavadīja Valērijs Poļakovs, uzstādot jaunu, līdz šim nepārspētu nepārtraukta kosmiskā lidojuma rekordu. Divpusējus sakarus ar Zemi no jebkura orbītas punkta nodrošināja retranslācijas pavadoņi *Luč*. 1990. gadā kosmonauti izmēģināja individuālo reaktīvo lidiekārtu *SPK*, ar kuru attālinājās no stacijas līdz 45 m, tiesa, paliekot saistīti ar staciju trosē.

1987. gadā stacijai pievienoja pirmo specializēto moduli *Kvant*, bet ar moduļa *Priroda* palaišanu (1996) stacijas komplektācija beidzās. Neskaitot bāzes moduli, stacijas sastāvā



Krievijas orbitālā stacija *Mir* riņķo ap Zemi.

NASA foto



PSRS orbitālā stacija *Saļut* – 7.



Mir iekšienē. Šajā vadu mudžekli kosmonauti reizēm pavadīja veselu gadu.

NASA foto

bija 5 specializētie moduļi un tās kopējā masa bez transportkuģiem sasniedza 109 tonnas, tādējādi pārspējot ASV orbitālo staciju *Skylab*. Uz staciju tās ekspluatācijas laikā veica lidojumu 39 pilotējamie kosmosa kuģi, to skaitā 9 ASV kosmoplāni. Šie kuģi nogādāja stacijā pamatapkalpes un viesapkalpes. Staciju zināmā mērā varēja saukt par starptautisku, jo tajā gan īsāku laiku viesojušies, gan ilgāku laiku strādājuši daudzu valstu (Afganistāna, ASV, Austrija, Francija, Japāna, Lielbritānija, Kazahija, Sirija, Vācija) kosmonauti, to skaitā 4 sievietes,



Krievu kosmonautam Valērijam Poļakovam pieder kosmiskā lidojuma ilguma rekords.

No žurnāla "Ciel & espace"

arī trešā un pagaidām pēdējā Krievijas kosmonaute Jeļena Kondakova.

Sākotnēji plānotais stacijas ekspluatācijas ilgums bija 5 gadi, tāpēc nav brīnums, ka pēdējos gados pieauga remontdarbu apjoms. Īpaši neveiksmīgs stacijas darbībā bija 1997. gads, kad stacija piedzīvoja vairākus nopietnus energoapgādes, skābekļa ražošanas sistēmas un datorvadības sistēmas traucējumus, arī nelielu ugunsgrēku. 25. jūnijā notika pirmā kosmiskā "autoavārija". Kravas kuģis *Progres*, manevrējot stacijas tuvumā, ietriecās modulī *Spektr* un radija tajā plaisu. Lai novērstu gaisa noplūdi, apkalpei nācās noslēgt pieeju uz šo modulī. Šo tehnisko problēmu dēļ 1999. gadā regulāra stacijas ekspluatācija tika pārtraukta. *Mir* pēdējās darba apkalpes loceklis Sergejs Avdejevs uzstādīja jaunu kosmisko lidojumu rekordu – viņš vairāku lidojumu laikā pavadīja kosmosā 742 dienas.

2000. gada pirmajā pusē pēdējā apkalpe veica stacijas pārbaudi un remontdarbus. Rūpes par staciju pārņēma starptautiska korporācija *MirCorp*, kas meklēja līdzekļus stacijas turpmākai izmantošanai. Kā viens no iespējamajiem stacijas izmantošanas veidiem tika minēts kosmiskais tūrisms – 59 gadus vecais amerikāņu biznesmenis Deniss Tito par 20 miljoniem ASV dolāru iegādājās "biļeti" uz lidojumu stacijā *Mir*. Taču 2000. gada beigās Krievijas valdība nolēma stacijas ekspluatāciju pārtraukt un 2001. gada 23. martā stacija tika nogremdēta Klusajā okeānā. Deniss Tito kā kompensāciju saņēma lidojumu uz topošo Starptautisko orbitālo staciju.

(Turpinājums sekos)

2. tabula. Stacijas *Mir* moduļi

Nosaukums	Palaišanas datums	Masa, t	Funkcijas
<i>Mir</i>	20.02.1986.	20,9	Dzīvojamās un darba telpas, vadības sistēmas, sakabināšanās mezgli
<i>Kvant</i>	06.02.1987.	11,1	Astronomiskie, biotehnoloģiskie eksperimenti
<i>Kvant – 2</i>	26.11.1989.	18,5	Energoapgāde, kompleksa orientācija, Zemes novērojumi, slūžu kamera
<i>Kristal</i>	31.05.1990.	19,6	Materiālu ražošana bezsvara apstākļos
<i>Spektr</i>	20.03.1995.	19,6	Ģeofizikālie eksperimenti, ASV eksperimentu iekārtas
<i>Priroda</i>	23.04.1996.	19,7	Zemes novērojumi

VINETA STRAUPE

PAR ASTRONOMIJU VIENĀ NO PASAULES LIELĀKAJIEM DABASZINĀTŅU MUZEJIEM

Viens no pasaulē lielākajiem dabaszinātnēm un tehnikas attīstībai veltītajiem muzejiem atrodas Minhenē (Vācijā) – tas ir Vācu muzejs (*Deutsches Museum*). Vasarā muzejs ir tūristu pārpildīts, gan paši vācieši, gan interešenti no visām pasaules malām, esot Minhenē, labprāt šeit iegriežas. Te iespējams gūt ieskatu visās dabaszinātņu un tehnikas nozarēs, kuru attīstība no pirmsākumiem līdz mūsdienām atspoguļota aptuveni 17 000 eksponātos 50 000 m² platībā.

Muzeju 1903. gadā radīja elektroinženieris Oskars fon Millers (*Oskar von Miller*, 1855–1934) un firmas “*Carl Zeiss*” konstruktors Valters Bauersfelds (*Walter Bauersfeld*, 1879–1934). Kopš 1925. gada muzejs atrodas skaistā vietā pašā Minhenes centrā – uz salas Izāras upē.

Starp visām citām zinātnēm Vācu muzejā aplūkojama arīdžan plaša astronomijai veltīta ekspozīcija, kas jau 9 gadus tiek uzskatīta par lielāko pasaulē pēc informācijas apjoma un eksponātu skaita. Vairākās telpās piecos muzeja stāvos, izmantojot 85 standus, 150 oriģinālus priekšmetus, 30 modeļus, 20 monitorus un ap 400 attēlu un tekstuālu komentāru, tiek skaidroti astronomijas un astrofizikas svarīgākie aspekti. Apmeklētājs var uzzināt par šo zinātņu nozaru attīstību, kā arī tiek skaidroti aktuālie pētniecības virzieni un panākumi mūsdienās. Plaši un uzskatāmi parādīts astronomu “tehniskais nodrošinājums”: instrumenti, visdažādākie priekšmeti, skafandri, modeļi – piemēram, Saules sistēma, Ptolemaja un Kopernika pasaules skatījums, dažas kosmiskās stacijas, pasaulē ievērojamākas observatorijas.



Mariner II modelis.

Saturiski astronomijas ekspozīcija ataino šādus tematus:

- “*Debess izskats (ko cilvēks novēro pie debess)*”;
- “*Visuma uzbūve; zvaigznes, to uzbūve un sadalījums Visumā*”;
- “*Saule un tās sistēma*”;
- “*Kā astronomi to visu zina?*”;
- “*Amatierastronomija*”;
- “*Laika mērīšana*”.

Lai ekspozīcijas apskate nekļūtu vienmuļa un nogurdinoša, gandrīz ik uz soļa apmeklētājam piedāvā kādu praktisku nodarbi – viņš, piemēram, var apsēsties pie kāda no monitoriem un ļaut sev pastāstīt un parādīt materiālu par kādu interesējošu jautājumu (piemēram, apskatīties Saules vai Mēness aptumsuma demonstrāciju); pie cita monitora iespējams pārbaudīt savas zināšanas astronomijā, proti – apmeklētājam tiek uzdots jautājums ar dažiem atbilžu variantiem, no ku-



Pie šā monitora var atrast izsmejošu informāciju par komētām, Oriona miglāju, gravitācijas lēcām, novām un pārnovām.

riem jāizvēlas pareizais. Atbildes tiek novērtētas ar attiecīgu punktu skaitu. Spēli jebkurā brīdī var pārtraukt.

Muzeja sestajā stāvā ierīkots planetārijs ar 156 sēdvietām. Katru dienu tajā notiek 30 minūšu garas lekcijas, kurās tiek izskaidrotas svarīgākās parādības, kas novērojamas uz Zemes un pie debess – meteori un to plūsmas, polārblāzmas, gadalaiku maiņa, aptumsumi, zvaigžņu kustība (Zemes rotācija) u. c. Tiek dots arī neliels ieskats koordinātu sistēmā un tās jēdzienos: “zenīts”, “debess ekvators”, “debess pols”, “ekliptika” u. c. Planetārijā iespējams parādīt zvaigžņu stāvokli jebkurai novērojumu vietai uz Zemes jebkurā laika momentā pagātnē vai nākotnē. Kosmiskie notikumi, kas patiesībā ilgst dienas vai gadus, gadsimtus vai pat gadu tūkstošus, šeit norit dažās minūtēs. Pateicoties lektora viegli uztve-

ramajam stāstījumam, saskatīt šis likumsakarības kļūst pavisam vienkārši pat bez īpašām priekšzināšanām astronomijā.

Planetārija vērtīgākā ierīce ir 1988. gadā uzstādītais un ar datoru vadāmais projektorš “Zeiss M1015”, ar kuru iespējams attēlot ap 5000 zvaigžņu, galaktikas, miglājus, zvaigžņu kopas līdz 6. zvaigžņlielumam, Sauli (arī sarkanīgu neilgi pēc lēkta un pirms rieta), Mēnesi ar tā fāzēm un virsmas detaļām, planētas – Merkuru, Venēru, Marsu, Jupiteru un Saturnu. Tāpat ir iespējams noregulēt jebkuru pola augstumu, attēlot spīdekļu diennakts kustību, spīdekļu gada kustību, parādot Sauli, Mēnesi un planētas (maksimālais ātrums: 2 gadi 1 minūtē), precesiju. Projektoram ir vairākas papildu iespējas, kas seansa norisi padara emocionāli pilnīgāku – dažādas ainavas pie horizonta (Mīnhenes panorāma, mākoņi), Zemes izskats no kosmosa, Saules un Mēness aptumsumi, ZMP vai meteoru plūsmas. Izmantojot amerikāņu *Voyager* iegūtos attēlus, iespējams nodemonstrēt ceļojumu cauri Saules sistēmai, Saules sistēmas rašanos, rotējošus debess ķermeņus un pat pārnovas sprādzienu.

Uz muzeja jumta, līdzās planetārijam, ierīkots Saules pulksteņu dārzs – šeit novietots 21 dažāda veida Saules pulkstenis, kas sakārtoti to radišanas secībā – vecākie izgudroti pirms vairākiem gadu tūkstošiem, jaunākie – pavisam nesen pēdējos gados. Pulksteņi izgatavoti ar modernām metodēm pēc seniem paraugiem, cenšoties sasniegt to maksimālu precizitāti. Izņemot divus pulksteņus, pārējos aprēķinājuši un izveidojuši gnomoniķis Ivs Opico (*Yves Opizzo*) un tēlnieks Kristians Tobins (*Christian Tobin*).

Jaunākais muzeja rīcībā esošais pulkstenis ir digitāls Saules pulkstenis. To patentējuši V. Krocs (*W. Krotz*) un D. Šaršteins (*D. Scharstein*). Tas sastāv no diviem paralēliem blīviem režģiem, kuriem cauri ejot, Saules gaisma tiek tā lauza, ka pareizo vietas laiku ar 5 minūšu precizitāti var nolasīt pēc izgaismotajiem cipariem uz priekšējā režģa. Saulei pārvietojoties pa debessjumu,



Saules pulksteņu dārzs.

mainās tās staru krišanas leņķis uz pulksteņa un atbilstoši tam arī nolasāmie cipari.

Muzejā ir arī observatorija, tai ir divi kupoli: Rietumu kupolā atrodas 1923./1924. gadā Jēnā būvētais “Zeiss” refraktors ar 30 cm objektīva diametru un 5 m fokusa attālumu. Apmeklētājiem kupols apskatei pieejams katru dienu rīta stundās – skaidrā laikā teleskopā iespējams novērot Sauli, Mēnesi vai kādu planētu; mākoņainos apstākļos observatoriju var apskatīt tāpat vien. Austrumu kupolā atrodas Kasegrēna sistēmas reflektors, būvēts 1913. gadā Berlinē. Tā spoguļa diametrs ir 40 cm un fokusa attālums 7,2 m. Muzeja darbinieki piedāvā ekskursijas (gan tikai skaidrā laikā) no oktobra līdz aprīlim katru piektdienas vakaru.

No 1995. gada oktobra minheniešiem un pilsētas viesiem tiek piedāvāta vēl viena atrakcija – Planētu ceļš, kas ved no Vācu muzeja



Digitalais Saules pulkstenis.

Visi att. – autores foto

uz 4 km attālo, savdabīgi ierīkoto Hellabrunnas zooloģisko dārzu. Planētu ceļš atspoguļo cilvēka prātam grūti aptveramos attālumus mūsu pašu Saules sistēmā. Ceļa kopgarums ir 4,57 km, un tas sākas ar Saules modeli (diametrs 1,08 m) muzeja pagalmā. 45 m tālāk atrodams Merkurs, kura diametrs savukārt ir tikai 3,8 mm, un atbilstoši mērogam arī visas pārējās planētas. Modeļi novietoti uz 2 m augstiem postamentiem, kur atrodama informācija par katru planētu. Planētu ceļa mērogs ir 1:1,29 mljrd., tas nozīmē, ka 1 km uz Zemes atbilst 1,29 miljardiem kilometru Visumā.

Kaut šajā Vācijas lielākajā muzejā attālumam ir daudzkārt niecīgāki, tomēr, izstaigājot visas astronomijai veltītās ekspozīcijas, kam nepieciešama vismaz viena diena, kājas jūtas tik nogurušas, ka nepieciešams mierīgs atpūtas brīdis. Lai apskatītu vēl kādu citu muzeja daļu, noteikti jāatnāk citu reizi. D

IMANTS VILKS

MŪSDIENU ZINĀTNE PAR MŪŽĪGU DZĪVĪBU

“Filosofija ir ierakstīta lielajā grāmatā, kas atvērta guļ mūsu priekšā. Mēs nevaram saprast Universu, ja visupirms neizpētām simbolus un neiemācāmies valodu, kurā tas ir izteikts un aprakstīts. Šī grāmata ir uzrakstīta matemātikas valodā, tās simboli ir trīsstūri, aploces un citas ģeometriskās figūras, bez kuru apgūšanas cilvēkam ir neiespējami saprast tajā pat vienu vārdu.” Galilejs, 1623. (John D. Barrow. “The Universe that Discovered Itself” – Oxford University Press, 2000, p. 270)

Cilvēce ir kā klejotājcilts tuksnesī, kas nemitīgi gadu tūkstošiem ir spiesta iet uz priekšu. Kad šis cilts bērni ierauga paši sevi, sāk sevi apzināties un meklēt atbildes uz jautājumiem: *“Kas mēs esam, no kurienes mēs nākam, uz kuriem mēs ejam un kāda tam visam ir jēga”*, tad viņiem nav redzams nekas cits kā tikai ceļš priekšā un gabals no paveiktā. Un vienīgais, kas viņiem atliek, lai mēģinātu atrast, izveidot atbildes uz lielajiem jautājumiem, ir sākt pētīt apkārtni, augus un dzīvniekus, kas iedoti ceļā līdz, un pašiem sevi. Protams, vēl var atbildes izdomāt, bet tām būs maz sakara ar īstenību.

Viena no stiprākajām evolūcijas veidotajām cilvēka vajadzībām ir izdzīvošana. Domājošais un sevi apzinošais cilvēks šo vajadzību ir pārvērtis par ilgām pēc mūžīgas jeb neierobežotas dzīvības. Vai tā ir iespējama? Pirms mēģināt atbildēt uz šo jautājumu, mums jāvienojas par jēdzienu definīcijām.

Amerikāņu zinātnieks, Tulanas Universitātes matemātiskās fizikas profesors Frenks Tiplers grāmatā *“Nemirstības fizika”* (Frank

J. Tipler. “The Physics of Immortality” – New York, Anchor Books, 1995) 124. lpp. dod šādu dzīvības definīciju: *“Dzīvība ir informācijas uzkrāšanas un apstrādes veids. Dzīva būtne ir informāciju kodējoša vienība, kuras savāktās informācijas pastāvēšana pakļauta dabiskajai izlasei.”*

Ir arī izsmeļošākas dzīvības definīcijas: *“Dzīvība ir pašorganizējoša nelīdzsvara sistēma, kurā procesus vada ar simbolu palīdzību aprakstāma programma, kas var reproducēt sistēmu un sevi. Pašorganizējoša nelīdzsvara sistēma ir no apkārtējās vides norobežots matērijas sakopojums, kas, izmantojot tam cauri plūstošu enerģiju un, iespējams, arī matēriju, relatīvi ilgi, t. i., laika posmā, kas daudz lielāks par sistēmas iekšienē notiekošo atkārtoto procesu laiku, saglabā tālu no termodinamiskā līdzsvara esošu stabili konfigurāciju. Konfigurācijas saglabāšanu nodrošina matērijas un enerģijas transportēšanas cikli sistēmas iekšienē un arī starp sistēmu un tās apkārtējo vidi. Sistēmu stabilizē atgriezeniskās saites, kas regulē ciklu norises ātrumu.”* (Lee Smolin. “The Life of the Cosmos” – Weidenfeld & Nicolson, London, p. 155.)

Kā redzam no šīm definīcijām, pašlaik uz novērojumiem balstītais priekšstats par dzīvību satur divas svarīgas tēzes:

1) mēs zinām tikai tādas dzīvības formas, kas realizētas matērijā;

2) dzīvības pastāvēšanai nepieciešama informācija, kas ierakstīta matērijas stāvokļos.

Informācijas ierakstīšanai jārada, jāizveido noteikti, atpazīstami, nolasāmi matērijas stāvokļi, kuru izveidošanai nepieciešams kaut

kāds enerģijas minimums, ko var viegli aprēķināt¹. Cilvēka atmiņas apjoms ir 10^{13} – 10^{17} bitu, mūsdienu datora atmiņas apjoms ir ap 10^9 – 10^{15} bitu, to ierobežo atmiņas ierices pieļaujamie izmēri un barošanas jauda. Standarta datora ātrums ir 10^8 b/s, bet labākie strādā ar ātrumu 10^{10} b/s. Cilvēka smadzeņu ātrdarbība ir ap 10^{13} b/s. Kā redzam, mūsdienu datoru ātrums jau pietuvojies cilvēka smadzeņu ātrdarbībai. Ievērojot to, ka pēdējos 40 gados datoru ātrdarbība palielinās 1000 reizi 20 gados (t. i., aptuveni 2 reizes 2 gados), redzam, ka cilvēka smadzeņu atmiņas apjoms un ātrdarbība tiks pārspēta dažu desmitu gadu laikā. Ja pašreizējā attīstības tendence saglabāsies, personālais dators cilvēka smadzeņu ātrdarbību sasniegs 2030. gadā, turklāt tā cena būs ap 1000\$. (*John D. Barrow. "Impossibility" – Vintage, 1999, 88. lpp.*)

Tagad, kad esam izveidojuši, neformulējuši mums pazīstamo, bet, jādūmā, ne vienīgo iespējamo dzīvības jēdzienu, varam pievērsties virsrakstā minētā jautājuma otrai daļai –

mūžīgai, neierobežotai dzīvībai. Matemātikā ar neierobežotu jeb bezgalīgu saprot tādu skaitli, kas vienmēr ir lielāks par jebkuru patvaļīgi izvēlētu pēc patikas lielu skaitli. Šis bezgalības jēdziens ir matemātiska abstrakcija, jo reālajā pasaulē jeb mūsu novērošanai pieejamā Visuma daļā mēs nevaram novērot nedz bezgalīgu laiku, nedz bezgalīgu telpu – mēs tos tikai varam iedomāties, postulēt. Tāpat kā bezgalīgi mazos lielumus diferēnciālajos un integrālrēķinos, tie ir matemātiskas abstrakcijas, kas praksē tīri labi strādā (tas nozīmē, ka, lietojot šos integrālrēķinus ikdienas dzīves uzdevumu atrisināšanai, mēs iegūstam pilnīgi pietiekamu precizitāti), bet kvantu fizikas pēdējo gadu rezultāti rāda, ka bezgalīgi mazu lielumu Dabā nav, bet ir elementārdaļiņas ar ļoti maziem, bet galīgiem izmēriem un masām². Līdzīgi ir ar laiku, mazākais Dabā novērotais laika intervāls jeb Planka laiks ir 10^{-43} sekundes.

Tagad atgriezīsimies no iedomātas pasaules reālajā. Universa līdzšinējais mūžs, kura niecīgā apgabalā mums gadījies atrasties un

¹ Viena informācijas bita apstrādei nepieciešamā enerģija iegūstama no Bolcmaņa formulas $P = kTB$, kur $P = E/t$ [J/s] – jauda, $B = I/t$ [bit/s] – informācijas apstrādes ātrums, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ [J/K] – Bolcmaņa konstante, T – absolūtā temperatūra [K]. Šī formula izteic vielas atomu termisko fluktuāciju jaudu, kas ir proporcionāla absolūtajai temperatūrai un frekvenču joslas platumam, kurā mēra šo jaudu. Radiotehniskās ierīcēs to sauc par trokšņu jaudu, un to var izmērīt. Šī termisko trokšņu jauda ir tā, kas nosaka minimālo signāla jaudu, kura nepieciešama signāla ierakstam vai pārraidei. Ja derīgā signāla jauda ir mazāka par trokšņu jaudu, to no trokšņa nevar atšķirt, atdalīt. Ja abas jaudas vienādas, tad varbūtība, ka, piemēram, ierakstīta '1' vietā nolasīsim '0' vai '1', ir viena puse, un šādas sistēmas entropija iegūstama no Šenona informācijas formulas $S = -\sum P_i \ln P_i$ tajā ievietojot $P_i = 1/2$. Tad $S_0 = 1/2 P_1 \cdot \ln 2 + 1/2 P_0 \cdot \ln 2 = \ln 2$. Lai trokšņu izveidoto nedrošību samazinātu līdz nullei, nepareiza nolasījuma varbūtība jāsamazina līdz nullei, tad sistēmas entropija samazināsies par $\Delta S = S_0 - S_1 = \ln 2 - P_1 \cdot \ln 1 = \ln 2$. Ja Bolcmaņa formulas abas puses pareizinām ar laiku t , tad iegūstam enerģiju: $Pt = kTBt$ jeb $E = kTI$. Viena bita apstrādei nepieciešamā enerģija $\Delta E = kT \ln 2$ (kā redzam, patiesībā tā ir enerģijas izmaiņa, t. i., tā ir enerģija, kas jāpievada fizikālajai sistēmai, lai tajā ierakstītu informāciju). Ja datora darba temperatūra $T = 293$ K, tad viena bita ierakstīšanai nepieciešamā minimālā enerģija ir $\Delta E_{\text{bit}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot \ln 2 = 2,8 \cdot 10^{-21}$ J. Ja informācijas daudzuma izmaiņu attiecinām pret tai atbilstošo nepieciešamo enerģijas izmaiņu un abas atvasinām pēc laika, tad iegūstam maksimāli iespējamo informācijas apstrādes ātrumu: $\Delta E = \Delta I \cdot kT \ln 2$, nodalot abas puses ar $\Delta t \rightarrow 0$, iegūst $(dE/dt)/(dI/dt) = kT \ln 2$; $(dI/dt)/(dE/dt) = 1,05 \cdot 10^{23}$ (b/s)/(W/K).

Ja šajā izteiksmē ievieto $T = 300$ K, tad iegūstam skaitļošanas ātruma termodinamisko robežu $3 \cdot 10^{20}$ (b/s)/W. Kā redzam, kaut gan cilvēka smadzeņu ātrdarbība tikai kādas "nieka" 10^7 reizes atpaliek no teorētiski iespējamās, tā pašlaik ir ātrākā Universā zināmā skaitļošanas mašina. Un ne tikai. Tas ir viskomplicētākais mums zināmais veidojums visā Universā.

dzīvot, ir 10–15 miljardi gadu. Universa atlikušais mūža garums ir ne mazāks kā līdzšinējais, un tas ir atkarīgs no tā, vai tas turpinās neierobežoti izplesties vai pēc kāda (nezināma) laika sāks sarauties, vai arī turpinās atrasties tuvu *kritiskajam* stāvoklim, kura turpinājumā iespējama sekojoša saraušanās vai arī neierobežota izplešanās. Pašlaik Universs ir tik tuvu kritiskajam, ka mēs nevaram pateikt, kāds būs turpinājums. Bet tik liela mēroga spriedelējumi ir mazliet bezsatūriģi tādā nozīmē, ka mūsu nākotni un likteni noteiks daudz tuvāki, “mazāka mēroga” notikumi un mūsu pašu *izvēle*. Viens “mazāka mēroga” notikums ir Saules mūžs. Kā mēs redzējam no dzīvības definīcijas un informācijas apstrādes fizikas, dzīvības un cilvēka apziņas pastāvēšanai un darbībai nepieciešama enerģijas apmaiņa, t. i., tās saņemšana no apkārtējās vides (no Saules) un tās izkliedēšana apkārtējā vidē. Atlikušais Saules mūžs, kas mūs var nodrošināt ar nepieciešamo enerģiju, ir ap 5 miljardi gadu. Ja mēs to salīdzinām ar *Homo sapiens* izcelsmei “patērētājiem” dažiem gadu simttūkstošiem, tad redzam, ka priekš mūsu apzinātās evolūcijas laika vēl atlicis ļoti daudz – daudz vairāk, nekā jau pagājis līdzšinējā attīstībā. Citiem vārdiem varam sacīt, ka cilvēces izdzīvošanai nepieciešamie fizikālie apstākļi, no kosmiskā viedokļa, ir nodrošināti vēl ļoti ilgam laikam. Salīdzinot ar pašreizējo cilvēces procesu tempu un notikumiem, kurus nosaka mūsu *izvēle*³, tie ir gandrīz neierobežoti jeb “mūžīgi”.

Bet kas tad nosaka cilvēces un atsevišķa indivīda mūžīgas (ne matemātiskās bezgali-

bas, bet šaurākā, fizikālai realitātei atbilstošā nozīmē) dzīvības iespēju? Kā redzam no jautājuma, varam runāt par divām lietām – par cilvēces un par indivīda nemirstību.

Cilvēces nemirstība. No kosmiskā viedokļa, tā izskatās iespējama arī pēc tam, kad ūdeņraža un hēlija kodolu sintēzes intensitāte Saules dzilēs samazināsies līdz tādām līmenim, kad tās izstarotā enerģija kļūs nepietiekama Zemes bioloģisko dzīvības formu uzturēšanai. Frenks Tiplers grāmatā “*Nemirstības fizika*” apraksta hipotētiskus Visuma tālākās nākotnes un apziņas neierobežotas eksistences modeļus, kuru galvenā doma ir tā, ka ir iespējams cilvēka apziņu pārnest uz citām fizikālām vidēm, un apziņas eksistencei (tādā informācijas apstrādei) nepieciešamai enerģija būs neierobežota, ja cilvēks iemācīsies iespaidot, vadīt kosmoloģiskus procesus. Palūkojoties uz sevi mazākā mērogā, jāsecina, ka cilvēces nemirstība mums jau ir šodien. Ja cilvēce nepamanīsies piegādāt dabiskajai izlasei pārāk lielas, globālas savas populācijas daļas un iemācīsies ieraudzīt, saprast un izmantot objektīvos savas evolūcijas likumus, tad arī *izvēles* arguments neapdraud tās mūžīgo dzīvību.

Indivīda nemirstība. Daļēji tā mums jau ir. Katrs cilvēks var sevi ieraudzīt, atpazīt un iepriekšējo paaudžu indivīdiem mantotus “piedzīvojumus” – emocijas, vajadzības, gandarījumu un piepildījumu, kas nenoliedzami ir iepriekšējās pieredzes rezultāts. Katrs no mums, izkliedēts citās būtēs, jau ir dzīvojis un pieredzējis, un šodien mēs šo pieredzi atpazīstam un lietojam. Bet tas nav galvenais.

² Pēdējo gadu pētījumi rāda, ka arī elementārdaļiņas sastāv no t. s. stīgām – vibrējošiem viendimensijas fizikālu lauku veidojumiem, vibrējošām cilpām, kuru garums, svārstību veids un frekvence nosaka elementārdaļiņas masu, lādiņu u. c. parametrus. Šīs cilpas neviens nav redzējis un nekad neredzēs. Stīgu teorija ir abstraktu jēdzienu kopa, sakarības tajā var aprēķināt pēc formulām, kas savukārt ļauj izprast, skaidrot un, iespējams, ļaus paredzēt elementārdaļiņu īpašības. Tas ir līdzīgi kā siltuma starojums – tas ir elektromagnētisks starojums, kuru cilvēks neredz, bet tas nenozīmē, ka tā nav.

³ Zemes materiālās vides resursu iztērēšana, apkārtējās vides piesārņošana un tās objektu iznīcināšana, progresam un izdzīvošanai derīgas vai kaitīgas informācijas jaunrade un izplatīšana un, visbeidzot, pagaidām vēl maz apzināta, bet visā drīzumā samērā pilnīgi apzināta sevis – bioloģiskā ķermeņa un apziņas – pārveidošana.

Evolūcija mūsos ir ielikusi un katrā individuā ievēdojusi milzīgu vajadzību pēc neierobežotas dzīves, pēc nemirstības. Vai tā ir iespējama? Viens no galvenajiem ierobežojošajiem faktoriem ir katra individa apziņas sakārtotība jeb tāda harmonija, kas nepieļauj destruktīvu domu, noskaņojumu, izjūtu un rīcības rašanos, izveidošanos. Attīstības laikā izdarītās kļūdas un piedzīvotās neveiksmes cilvēka apziņu un emocionālo pasauli brīžiem iežņaudz tādās šķietamas bezizejas spīlēs, ka viņi saslimst, izdara pašnāvību vai citādā veidā sāk ģenerēt izdzīvošanai kaitīgu informāciju (piemēram, kļūst pesimisti, ļauni un naidīgi pret visiem. Šādi cilvēki daļēji neapzināti uzskata, ka citi ir vainīgi viņu nelaimē, ka tie citi ir pelnījuši, ka pret viņiem tā izturas). Šeit vienīgais atrisinājums ir dabiskā izlase, kuras nesaudzīgā roka pagaidām varbūt ir neatņemama evolūcijas sastāvdaļa un progresa virzītāja. Iespējams, ka pagaidām dabiskās izlases (cilvēku apziņas veidošanas) “darbarīks” – nāve – ir nepieciešama. Šeit vietā dažas esejas.

1. *“Nāve ir visaptverošs princips, kas strādā Visumā. Nomainīta, daļēja nederīgā izdzēšana un jauna radīšana notiek ar nāves palīdzību. Vār būt, ka cilvēka dvēsele – programma – bija jāsasaista kopā ar bioloģisko ķermeni, lai tiem abiem iemācītu sāpēt un ciest, lai tie iepazītu dzīves vienreizību un bojāeju. Jo, ja dvēsele – programma – apzinātos sevi un dzīvotu un attīstītos bez ķermeņa, kā tad tā varētu zināt, kas ir bojāeja, kas ir eksistences, esības izbeigšanās, kas ir Nāve, ja tā ne reizi nebūtu to ieraudzījusi, sajūtusi, apzinājusies un iepazīsusi? Dvēsele – programma – tik cieši saistīta ar bioloģisko ķermeni, ka daudzi cilvēki šodien neapzinās un nezina starpību starp savu dvēseli un ķermeni un domā, ka tas ir viens un tas pats, tātad identificē sevi ar ķermeni, patiesībā ar māju, kurā tie dzīvo!*

Cilvēkam tādām, kādu mēs to pazīstam šodien, Nāve ir nepieciešama. Lai mums būtu šis jēdziens un bailes, un bijāšana. Un cerība un vienreizīgums. Un sāpes par laimes izzišanu un zaudējuma diženumus.” (I. Vilks)

Indivīda nāve ir vienīgā mums zināmā iespēja izdzēst katra indivīda apziņā visus viņa izdarītos pārkāpumus, atbrīvot viņu no iepriekšējo pārkāpumu un kļūdu nastas, jo tā izslēdz, iznīcina iepriekšējo individu dzīvju pieredzi, katra jaunveidotā cilvēka apziņā atstājot tikai derīgo senču pieredzi, dziļi zem apziņā ģenētiski mantoto instinktu spēju un vajadzību veidā. Citiem vārdiem, evolūcija ir radījusi iespēju katra indivīda dvēselē izveidot pilnīgas tīrības un svētuma sajūtu, jo to neaizēno nekādi viņa (iepriekšējās attīstības laikā) izdarītie pārkāpumi⁴.

2. *“Nāvei nav pievilcīgas sejas. Tā ir baiga un biedējoša. Tā nes sāpes un izmisumu. Taču tā, iespējams, ir vienīgais notikums, kas mūsos pamodina kaut ko istu. Nevar nepamanīt, ka, ar šo pieredzi saskaroties, daudzi cilvēki pārvēršas, tie sāk savādāk izturēties, savādāk runāt. Citā tonkārtā, citā noskaņā. Piepeši viņos kaut kas pamodies.*

Sastapšanās ar nāvi bieži pamodina mūsos patiesāko, lielāko, svētāko. Nāves klātbūtne

⁴ Ja aplūkojam evolūcijas procesu lielā laika mērogā, varam ieraudzīt vēl vienu indivīdu nāves derīguma aspektu vai arī, citiem vārdiem, evolūcijas informācijas dalīšanu divās plūsmās: lēni mainīgajā, ģēnos ieliktajā, ilgstošajā atmiņā un ātri mainīgajā, islaicīgajā atmiņā – kultūrā ielikta informācija. Ir zināms, ka cilvēka ģēnu struktūra pēdējos gadu tūkstošos mainījusies maz vai tik pat kā nemaz. Zināms, ka otra cilvēka apziņu veidojošā struktūra – lokālā populācijas un visas cilvēces kultūra – mainās daudz ātrāk. Ja kādas populācijas pārstāvji gadījuma (tātad neapzinātas!) izveles gaitā izveļas izdzīvošanai kaitīgus attīstības ceļus, dabiskā izlase uz to iedarbojas masveidīgi, vienlaikus iznīcinot šīs populācijas kultūru, kas satur neveiksmīgās izveles. Dzīvi palikušie vai arī, ja tādu nav, tad citu populāciju pārstāvji turpina attīstību, izmantojot savu ģenētisko materiālu un iepriekšēju, senāku kultūru sasniegumus vai arī tās kultūras sasniegumus, kuras nesēji ir izdzīvojuši. Tātad evolūcija neveiksmīgo attīstības zaru novāc, bet iepriekšējie, pirms tam notikušie, derīgie sasniegumi bojā neiet.

mūs atbrīvo. Atbrīvo no nebūtiskā. Dara brīvas attiecības. Atklāj, kas ir paliekošais un kas zīdošais.” (Juris Rubenis. Diena, 25.10.2000.)

Bet ar to individa apziņas jeb dvēseles nemirstības jautājums nav izsmelts. Frenks Tiplers grāmatas “*Nemirstības fizika*” ievadā raksta: “*Ir būtiski svarīgi pārtulkot galvenās bioloģiskās koncepcijas fizikas valodā. Jāpieņem, ka visas dzīvības formas, ieskaitot cilvēkus, tāpat kā elektroni un atomi ir pakļautas vieniem un tiem pašiem fizikas likumiem. Tādējādi es uzskatu, ka cilvēks nav nekas vairāk kā noteikta, specifiska mašīna, cilvēka smadzenes nav nekas cits kā informācijas apstrādes mašīna, un cilvēka dvēsele nav nekas cits kā programma, kura strādā datorā, ko sauc par smadzenēm. Visas dzīvās būtnes, kā inteliģentās, tā neinteliģentās, ir pakļautas vieniem un tiem pašiem fizikas likumiem, kuri nosaka informācijas apstrādes mašīnu darbību.”*

Aplūkosim dažus šīs “*informācijas apstrādes mašīnas*” neierobežotas esības jautājumus. Daudzi no mums ir pieredzējuši tādu apziņas stāvokli, kad šķiet, ka *kaut kas tāds man jau kādreiz ir bijis, es kaut ko tādu vai līdzīgu jau esmu piedzīvojis*. Šādas izjūtas nav nepamatotas. Zinātnieki un filosofi izsenis nodarbojušies ar t. s. mūžīgās atgriešanās problēmu. Dabas procesu cikliskums jeb periodiska atkārtošana (dienas un nakts maiņa, gadalaiku maiņa, augu un dzīvnieku paaudžu maiņa, cilvēka dzīvju secība, vēsturisku un ģeoloģisku laikmetu maiņa un visbeidzot civilizāciju rašanās un bojāeja, iespējama novērotās pasaules bojāeja un jaunas rašanās vai radišana) pamatoti radījusi priekšstatu par visas pasaules notikumu iespējamu vai neizbēgamu atkārtošanos jeb cikliskumu. Tāpēc zinātnieki līdz ar dažādu datorprogrammu radišanu uzdeva jautājumu: “*Vai šī programma, šī informācijas apstrādes mašīna nav pakļauta neizbēgamai iepriekšējo stāvokļu atkārtošana jeb rekurencei?*” Atbildes uz šiem jautājumiem deva galīgo automātu teorija. Galīgā stāvokļa mašīnas raksturojas ar: 1) tām ir galīgs stāvokļu skaits; 2) laiks ir diskrets,

jā viss notiek pa soļiem. Izrādījās, ka jebkurš galīgais automāts bez ārējās iedarbības sasniedz stāvokli, kad tas sāk neierobežoti atkārtot iepriekšējos stāvokļus periodiskā secībā. Tā ir Mūžīgās Atgriešanās jeb rekurences teorēma.

Arī cilvēka saprāts ir galīgais automāts. Vai cilvēka apziņa ir pakļauta rekurencei, t. i., vai tā ir nolemta nemitīgai iepriekšējo stāvokļu, tātad domu, atziņu, izpratņu, lēmumu un jūtu, atkārtošana? Atbildi uz šo jautājumu dod galīgo automātu teorija: galīgais automāts nav pakļauts rekurencei, ja tas ir atvērts, t. i., tā ieejā vienmēr tiek pievadīta jauna informācija.

Jaunas informācijas pievade no apkārtējās vides mums šķiet zināma un pazīstama. Bet no kurienes tad rodas šī jaunā informācija? Apkārtējās vides iepazīšana, Dabas pētīšana cilvēka apziņai dod jaunu informāciju tikai tik ilgi, kamēr viss nav izpētīts. Bet ko pēc tam? Turklāt daudzus cilvēkus nemaz neinteresē dažādu dabas procesu nianšes un fakti. Pašiem sevis pētīšana? Šķiet, ka tas ir tik sarežģīti, ka visu izpētīt un saprast nemaz nebūs iespējams. Informācija no Visuma, no transcendences, atklāsmes? Zinātnei šodien nav zināmi kaut kādi specifiski fizikāli lauki⁵ vai nemateriāli telpas apgabali, kas satur informāciju. Kā mēs redzējam, informācijas ierakstīšanai materiālā vidē nepieciešama enerģija. Bet, protams, tas nenozīmē, ka zinātne apgalvo, ka neeksistē tas, ko zinātne vēl nav atklājusi.

Bet kā ir ar jaunradi? Vai informācijas saņemšana dod iespēju izveidot, radīt kaut ko pilnīgi jaunu, nebijušu? Izrādās, ka informācijas jaunradei vajadzīgi vēl divi procesi, kas cilvēka smadzenēs arī notiek. Tie ir kvantu fluktuācijas, kas ģenerē dažādas jaunas iespējamās izpratnes, atziņas, lēmumus un rīcības

⁵ Daudzi šodien raksta par kaut kādām enerģijām un laukiem, bet viņi nevienam nesaka, kas tie ir, t. i., nedod definīcijas un nesaka, kur un kādos apstākļos šos laukus var novērot un mērit. Jāpiebilst, ka Frenks Tiplers grāmatā “*Nemirstības fizika*” raksta, ka *Universālā Viļņa Funkcija* identificējama ar Svēto Garu (183.–185. lpp.).

veidus. Nobela prēmijas laureāts neirofiziologs sers Džons Ekls (*John Eccles*) grāmatā “*Smadzeņu evolūcija*” (“*Evolution of the Brain: Creation of the Self*” – London, Routledge, 1989; kā arī Frank Tipler. “*The Physics of Immortality*” – Anchor Books, 1995, p. 197) parāda, ka sinaptiskā nerva ierosināšanu var panākt 10^{-18} gramu masas pārvietojums, un šāds pārvietojums varētu atbilst smadzeņu neironu kvantu fluktuācijām. Otrs process ir līdzīgs dabiskajai izlasei, kuru cilvēka apziņa izpilda, atlasot, “izmetot ārā” nederīgās, realitātei neatbilstošās vai vienkārši mazvērtīgās izpratnes un domas un saglabājot izteikšanai, izpildei derīgās un vērtīgās, t. i., tādas, kurām ir pietiekami liela saglabāšanās, pielietošanas jeb izdzīvošanas varbūtība. Izņemot samērā vienkāršas informācijas teorijas formulas, var parādīt, ka šie divi procesi – gadījuma notikumi, kas ģenerē entropijas telpu, un dabiskā izlase, kura saglabā derīgos, izdzīvotspējīgos risinājumus, veic informācijas jaunradi. Citiem vārdiem, tas nozīmē, ka tikai šādā režīmā galīgais automāts spēj radīt kaut ko no jauna, spēj veikt *jaunradi*. Vēl var sacīt, ka tikai šādā režīmā domājošais cilvēks spēj sevi mainīt un pārveidot, spēj *progresēt*.

Ja mēs atzīstam, ka cilvēka apziņa spēj veikt jaunradi, tad mums jāsecina, ka: 1) katram individam no citiem cilvēkiem saņemtā informācija daļēji ir jaunrades rezultāts⁶; 2) cilvēka apziņa nav pakļauta rekurenci, tātad tai šādā nozīmē pieejama, iespējama mūžīga, neierobežota eksistence. Tas nozīmē, ka neatkarīgi no tā, cik ilgi apziņa dzīvo, darbojas kādā fizikālā vidē, tai ir iespējams neierobežots progress, t. i., tai vienmēr būs iespējams veidot jaunas, aizvien dažādākas, komplicētākas domas, izpratnes, vēlmes un izvēlēties atbilstošus rīcības veidus.

Tā kā katra indivīda atmiņas apjoms ir galīgs, apziņā darbojas vēl viens derīgs un vajadzīgs mehānisms, kas samazina rekuren-

⁶Šāda abpusēja un kopēja jaunrade ir istā draudzībā un veiksmīgā laulībā, kurā abi informācijas saņēmēji nepārtraukti mainās, progresē.

ces apzinātas parādīšanās varbūtību pat pie niecīgas jaunrades aktivitātes – tā ir pakāpeniska senāk ierakstītās informācijas dzēšana jeb aizmiršana. Interesanti, ka gadījumos, kad jaunrades aktivitāte niecīga, kad cilvēks norobežots no ārējās informācijas saņemšanas, subjektīvas līdzīgu notikumu un apstākļu atkārtosānās sajūtas sastopamas visai bieži.

Tagad varam atgriezties vēlreiz pie indivīda fiziskās nemirstības jautājuma. Ir iespējams, ka tad, kad indivīdu apziņa būs attīstījusies tiktāl, ka tie būs iemācījušies savu rīcību pirms izpildes kritiski apdomāt, apsvērt, novērtēt *apziņā* un atmet nederīgos, progresam un tālākai izdzīvošanai kaitīgos risinājumus, tos *neizpildot* realitātē, fiziskās būtnes un tās apziņas iznīcināšana jeb nāve vairs nebūs vajadzīga. Ir iespējams, ka tuvākajos gadu desmitos vai simtos tiks atrisinātas daudzas ģenētikas miklas, kas ļaus būtiski palēnināt novecošanu un pagarināt cilvēka mūžu. Vienlaikus tiks risināti mākslīgas apziņas izveidošanas uzdevumi citās fizikālās vidēs. Kaut gan pašlaik zinātnieki apgalvo, ka mēs nezinām, kas ir apziņa, un tādēļ nevaram izveidot, radīt tai atbilstošu programmu datorā, vairākums tomēr uzskata, ka tas būs iespējams nākotnē.

Kā redzam, jautājums par indivīda nemirstību nav atbildams pavisam vienkārši un viennozīmīgi. Bet ir skaidrs, ka, ja cilvēces zināšanu pieaugums saglabās līdzšinējo eksponenciālo jeb sprādzienveida tempu, cilvēces rīcībā esošais kosmoloģiskais laiks ir vairāk nekā pietiekams grandiozu pārmaiņu un šodien pat grūti iedomājama progresa sasniegšanai. Vēl vairāk, pat ievērojot to, ka evolūcijas process nav vienmērīga, gluda augšupeja, bet tajā sastopami kritumi un katastrofas, mums nav pamata domāt, ka Universa un Dabas likumi nav augstāki par mūsu nepilnīgo domāšanu.

Piemēram, pēdējo gadu desmitu pieredze rāda, ka tehnoloģiski attīstītajās valstīs vidējais cilvēka mūžs pagarinās. Iespējams, ka mēs jau tagad pieredzam nākotnes evolūcijas likumu izpausmi: cilvēka mūžs pagarināsies at-

bilstoši tam, kā attīstīsies viņa spēja šo mūžu nodzīvot kopējā progresa labā. Mēs zinām, ka jau tagad ilgāk dzīvo tie cilvēki, kas nepārtraukti steigjas pēc iespējas vairāk padarīt, kas dzīvo ar priekšastāvošās nāves apziņu, kam dzīve papildīta ar vienreizīguma, nozīmīguma un jēgas apzināšanos, un mēs zinām, ka nereti ātri nomirst tie, kas aiziet pensijā, neko nedara un sāk "beidzot atpūsties". Bioloģijas sasniegumi iedzīmo ģenētisko slimību ārstēšanā un nomaīnai nepieciešamo orgānu izaudzēšanā šo vidējo cilvēka mūža ilgumu palielinās vēl vairāk. Citiem vārdiem, šķiet, ka mēs pamazām tuvojāmies tādām stāvoklim, kad bioloģiskā nemirstība nebūs noteicošais ilgmūžības faktors, bet noteicošais būs katra indivīda sagatavotība, piemērotība šādai ilgstošai dzīvei. Protams, šādām pavērsienam nepieciešamās ģenētiskās izmaiņas prasīs vēl dažus simtus vai vairāk paaudžu. Jo jau šodien ir zināms, ka cilvēka gēnos nav paslēpts novecošanās slēdzītis, kuru izslēdzot, dzīvosim "mūžīgi".

Ar nemirstības jautājumu cieši saistīts arī priekšstats par augstākas, visus matērijas procesus aptverošas apziņas vai cita veida mums nezināmas, novērojumiem nepieejamas iepriekšējās attīstības pastāvēšanu. Visuma vielas jeb matērijas īpašībās ielikts milzīgs informācijas daudzums, kas neizbēgami un viennozīmīgi noved (vai arī – pieļauj) pie tādu procesu notikšanas, kuru skaidrošanai dažu labu reizi tiek pieminēti brīnumi vai kaut kas līdzīgs – antropie principi⁷. Iespējams, ka šodien daudzus novē-

rotus procesus varam skaidrot ar matērijas īpašībām un Dabas likumiem, piemēram, visu novēroto vielas atomu sintēzi viennozīmīgi nosaka to veidojošo elementārdaļiņu īpašības, visu mums zināmo ķīmisko elementu molekulu sintēzi tāpat viennozīmīgi nosaka to veidojošo atomu īpašības un Dabas likumi. Tas nozīmē, ka, piemēram, udeņradim savienojoties ar skābekli, vienmēr veidojas mums pazīstamais ūdens ar vienām un tām pašām īpašībām, no kurām daudzas nepieciešamas dzīvības radīšanai un uzturēšanai. Šajos procesos nenotiek kaut kādi brīnumi vai informācijas jaunrade (kaut gan tiek sintezētas jaunas, līdz tam nebijušas vielas), bet jauno vielu īpašības viennozīmīgi nosaka to veidojošo sastāvdaļu īpašības un Dabas likumi. Informācijas teorijas terminoloģijā mēs varam sacīt, ka jauno vielu radīšana nav informācijas jaunrade, bet gan elementārdaļiņās un atomos ielikto īpašību izpausme tādā veidā, kādā mēs šīs īpašības protam nolasīt, izteikt mums saprotamā matemātikas un fizikas valodā. Matērijā dziļi ielikto informāciju mēs protam nolasīt tikai tad, kad to varam novērot, piemēram, jaunradītas vielas īpašību veidā.

Atšķirība starp aprakstītajiem atomu un molekulu sintēzes procesiem un informācijas jaunradi ir tā, ka pirmajā gadījumā rezultāti ir viennozīmīgi zināmi (ja mēs izdarām atkārtotu eksperimentu) un, galvenais, vienmēr vieni un tie paši, determinēti, bet otrajā gadījumā jaunrades rezultāts *nav zināms, nav iepriekš paredzams*⁸.

⁷ Antropie principi tiek lietoti daudzu mazvarbūtīgo Visuma procesu skaidrošanai, piemēram, oglekļa savienojumu sintēze. Zvaigznēm eksplodējot, tie tika izmesti starpzvaigžņu telpā, un pēc kāda laika gravitācijas spēku iespaidā no starpzvaigžņu putekļiem izveidojās planēta Zeme, uz kuras šie oglekļa savienojumi tika izmantoti dzīvo būtņu radīšanai. Vājš antropais princips saka, ka tas nav nekāds brīnumš, jo, ja mazvarbūtīgie procesi nebūtu notikuši, tad arī nebūtu mūsu, kas uzdod jautājumus.

Stiprais antropais princips saka, ka mazvarbūtīgie notikumi notikuši tādēļ, ka tie nepieciešami mūsu eksistencei.

⁸ Šeit gan jāpiebilst, ka, ja mēs visu Universu uzskatām par galīgu stāvokļu mašīnu, kam ir ļoti liels, bet galīgs kvantu stāvokļu skaits, tad arī augstāk minēto jaunradei nepieciešamo kvantu fluktuāciju stāvokļu skaits ir galīgs. Bet galvenā jaunrades īpašība – nedeterminētība – tomēr paliek.

Kas ir šis matērija ieliktais informācijas avots jeb autors? Iepriekšējā evolūcija, iepriekšējās attīstības pieredze. Mēs varam tai dot arī citus nosaukumus – Visuma Saprāts, Visuma Apziņa, Radītājs. Bet pagaidām šie jēdzieni atrodas ārpus eksakto zinātņu pieredzes.

Grāmatā “*Neiespējamība*” (131. lpp.) Džons Barouzs raksta: “*Mēs zinām, ka Universa Dabas konstantes daudzējādā ziņā ir mīklainas. Mēs nezinām, kāpēc to vērtības ir tieši tādas, kādas tās ir; bet mēs zinām, ka, ja tās būtu pavisam nedaudz citādākas, tad nekāda organizēta komplicētība, mūs pašus ieskaitot, nebūtu iespējama. Ir zināmas daudzas slavenas sakritības un procesi, kas iespējami tikai pie pašreizējām konstanšu vērtībām, ja nebūtu šo sakritību, tad nebūtu arī mūsu. Bet mēs nezinām, vai šīs sakritības ir visu iespējamo stāvokļu un procesu laimīgas*

sagādīšanās rezultāts vai arī tās ir loģisks vienīgās konstanšu vērtību kopas likumsakarīgs rezultāts. Ja iespējamas arī citas konstanšu vērtības, un jaunākie pētījumi superstīgu teorijā rāda, ka tā tas ir, tad ir iespējams, ka konstanšu vērtības var “pieskaņot” un universus radīt no vakuuma fluktuācijām. Jebkura tehnoloģiski pietiekami attīstīta civilizācija varētu tā pieskaņot konstantes, lai tās labāk veicinātu dzīvības rašanos un attīstību nekā viņu pašreizējā. Fakts, ka mūsu Universam piemīt tas, ko daudzi uzskata par aizdomīgi labu sakrišanu, varētu tikt uzskatīts par pierādījumu, ka šāda atkārtota pieskaņošana jau daudzkārt notikusi.”

Protams, mums vienmēr jāpatur prātā, ka pašreiz tie ir tikai spriedelējumi jeb “spekulācijas” (131. lpp.), kurām nav apstiprinājuma novērojumos. D

KĀ ABONĒT “ZVAIGŽŅOTO DEBESI”?

To var veikt trīs veidos:

- ☛ abonēšanas centrā “*Diena*” Rīgā un tā filiālēs;
- ☛ apgādā “*Mācību grāmata*” Rīgā, Zeļļu ielā 8, personīgi vai arī
- ☛ Latvijas Pasta nodaļās, ieskaitot naudu “*Mācību grāmatai*”, reģ. Nr. LV 50003107501, kontā PNS 1000096214 ar norādi “Par žurnālu “*Zvaigžņotā Debess*””, atzīmējot piegādes periodu, pasūtāmo eksemplāru skaitu, kā arī uzrādot precīzu un salasāmu piegādes adresi.

Abonēšanas cena 2001. gadam **Ls 4** (pielikumā – **Astronomiskais kalendārs 2002. gadam**), vienam numuram – **Ls 1**. Neko vēl neesat nokavējuši: žurnālu visam 2001. gadam var abonēt jebkurā 2001. gada mēnesī! Uzziņas pa tālruni **7 615695**.

Zvaigznāji vasaras pusnaktī (sk. 64. lpp.)

1. Vega. 2. Liras gredzenveida. 3. Radiants. 4. Gulbis. 5. Denebs. 6. Ziemeļamerikas miglājs. 7. Altairs. 8. Cefeida. 9. Vairogs. 10. Bulta. 11. Lapsiņa. 12. Hanteles miglāju. 13. Delfina. 14. Čusknesi. 15. Zodiaka. 16. Bārnarda. 17. Supernova. 18. Čuska. 19. Skorpions. 20. Antares. 21. Strēlnieks. 22. Galaktikas. 23. Mežāzis.

AGNIS ANDŽĀNS

MATEMĀTIKAS KOMANDU OLIMPIĀDES

“BALTIJAS CEĻŠ ‘2000’ UZDEVUMU ATRISINĀJUMI*

1. Apzīmēsim $\angle MAB = \angle MBA = \dots = \alpha$. Tad $\angle MAK = \alpha + (\angle BAC - \alpha) = \angle BAC$, $AM:AB = 1:2\cos\alpha = AK:AC$. Tāpēc $\triangle MAK \sim \triangle BAC$. No šejienes $MK = BC:2\cos\alpha = BN$. Līdzīgi iegūstam $BM = NK$. No tā seko vajadzīgais.

2. Papildinām $\triangle ABC$ līdz kvadrātam $ABKC$. Taisnes AP krustpunktu ar BK apzīmējam ar N . Pakāpeniski iegūstam $\triangle AMC = \triangle BNA$, $\angle AMC = \angle BNA$; $\triangle BMP = \triangle BNP$, $\angle BMP = \angle BNP$. No tā seko vajadzīgais.

3. Apzīmējam BC un punktā A vilktās pieskares krustpunktu ar S . No ievilkta un hordas–pieskares leņķu īpašībām seko $\angle SAC = \angle ABC = \angle EDC$. Tāpēc $\angle SAD = \angle SDA$, tātad $\triangle ASD$ – vienādsānu un S atrodas uz AD vidusperpendikula, t. i., uz EF , k.b.j.

4. No dotā seko, ka $BP \parallel CQ$. Attālums starp šīm paralēlajām taisnēm ir $AB \cdot \sin 60^\circ + AC \cdot \sin 60^\circ$. Atliek ievērot, ka šis attālums nav lielāks par PQ .

5. Doto vienādību pārveidojam par $c:(a+b) = a:c$. Uz stara BC atliekam tādu punktu D , ka $BD = b+a$. Tad $\triangle CBA \sim \triangle ABD$, tāpēc $\angle CAB = \angle ADB$. Tā kā $CD = b$, tad $\angle DAC = \angle ADC$. Tāpēc no ārējā leņķa formulas $\angle ACB = \angle ADB + \angle CAD = 2\angle CAB$ un $\angle BAC:\angle ACB = 1:2$.

6. Pie $n = 4$ Fredekam nav taisnība (sk. 1. zīm.).



1. zīm.

Pie $n \geq 5$ pieņemsim, ka Fredekam nav taisnība. No Dirihlē principa seko, ka diviem

viesiem A un B ir vienāds paziņu skaits. No pieņēmuma seko: atkarībā no tā, vai A un B ir vai nav paziņas, tiem katram ir vai nu $\frac{1}{2}n$, vai $\frac{1}{2}n - 1$ paziņas. Pie nepāra n tas uzreiz dod pretrunu. Apskatām pāra n , $n \geq 6$. Viesu kopā bez A un B var atrast tādus divus (C un D), kam šajā samazinātajā kopā ir vienāds paziņu skaits. Katrs no viņiem pazīst tieši vienu no A un B . Tāpēc arī C un D katram ir vai nu $\frac{1}{2}n$, vai $\frac{1}{2}n - 1$ paziņas. Līdzīgi pētīt viesu kopu bez A ; B ; C ; D , kas satur vismaz 2 viesus, atrodam tādus E un F , kam katram ir vai nu $\frac{1}{2}n$, vai $\frac{1}{2}n - 1$ paziņas. No A ; B ; C ; D ; E ; F var atrast trīs ar vienādu paziņu skaitu; no šiem trim noteikti var atrast divus mums vajadzīgos, pārbaudot visus viņu pazišanās variantus savā starpā.

7. I. Pārslēdzot katru slēdzi tieši vienu reizi, visu slēdžu stāvokļi būs mainījušies uz pretējo sākotnējam.

Pierādīsim to.

Apskatām patvaļīgu slēdzi X . Šā slēdža stāvoklis aprakstītajā procesā ir mainījies tieši 89 reizes:

- a) pārslēdzot pašu slēdzi X ,
- b) pārslēdzot jebkuru no 39 slēdžiem, kas ar X ir vienā kolonnā,
- c) pārslēdzot jebkuru no 49 slēdžiem, kas ar X ir vienā rindā.

Tā kā $1 + 39 + 49 = 89$ ir nepāra skaitlis, tad gala rezultātā slēdzis X ir mainījis savu stāvokli uz pretējo sākotnējam.

* Uzdevumus sk. “ZvD” iepriekšējā numura 54.–55. lpp.

Acīmredzot, šādā ceļā rikojoties, mēs veicam $40 \cdot 50 = 2000$ pārslēgšanas.

II. Tagad parādisim, ka ar mazāk nekā 2000 pārslēgšanām uzdevumā prasītais nav sasniedzams.

Pieņemsim no pretējā, ka kāds slēdzis X vispār netiek pārslēgts nevienu reizi, bet visi slēdži savu stāvokli ir mainījuši no izslēgta uz ieslēgtu. Sadalīsim pārējos slēdžus trīs grupās:

A: tie 49 slēdži, kas ar X ir vienā rindā,

B: tie 39 slēdži, kas ar X ir vienā kolonnā,

C: tie slēdži, kas nav ne vienā rindā, ne vienā kolonnā ar X.

Pieņemsim, ka šo grupu slēdži kopumā tiek pārslēgti attiecīgi α , β un γ reizes. Tad slēdzis X maina savu stāvokli $\alpha + \beta$ reizes. Tā kā X jāklūst no izslēgta par ieslēgtu, tad

(1) $\alpha + \beta$ ir nepāra skaitlis.

Grupas A slēdžus ietekmē α pārslēgšanas (katra no tām rada 49 slēdžu stāvokļu maiņas šajā grupā) un γ pārslēgšanas (katra no tām rada vienu slēdža stāvokļa maiņu šajā grupā). Kopā grupā A notikušas $49\alpha + \gamma$ slēdžu stāvokļu maiņas. Tā kā katrs no 49 (nepāra daudzums!) slēdžiem grupā A mainījis savu stāvokli nepāra skaitu reizu (citādi tas nebūtu kļuvis no izslēgta par ieslēgtu), tad

(2) $49\alpha + \gamma$ ir nepāra skaitlis.

Līdzīgi spriežot par grupu B, iegūstam, ka

(3) $39\beta + \gamma$ ir nepāra skaitlis.

No (1), (2) un (3) iegūstam, ka $(\alpha + \beta) + (49\alpha + \gamma) + (39\beta + \gamma) = 50\alpha + 40\beta + 2\gamma = 2(25\alpha + 20\beta + \gamma)$ ir nepāra skaitlis kā trīs nepāra skaitļu summa. Bet tā ir pretruna. Tātad sākotnējais pieņēmums ir nepareizs un katrs slēdzis jāpārslēdz vismaz 1 reizi; tātad nepieciešamas vismaz $40 \cdot 50 = 2000$ pārslēgšanas.

8. Pieņemsim, ka Fredeks atgriezās atpakaļ n reizes, tātad atvadījās no draugiem $n + 1$ "sērijās". Saskaņā ar doto eksistē draugs, no kura viņš atvadījās tikai pēdējā sērijā; no tā Fredeks aizmirs atvadīties n reizes. Tā kā no visiem citiem draugiem Fredeks aizmirs atvadīties dažādu skaitu reizu, tad aizmiršanu bija

vismaz $0 + 1 + \dots + 11 + n = 66 + n$. No šejienes $3(n + 1) \geq 66 + n$ un $n \geq 32$ (n – naturāls skaitlis).

Piemērs, kurā draugi apzīmēti ar skaitļiem, parāda, kā Fredekam "aizmirst" savus draugus, lai vērtība $n = 32$ realizētos.

13	11	10	}	10 reizes
	...			
13	11	10	}	8 reizes
13	11	9		
13	8	9	}	6 reizes
	...			
13	8	9	}	4 reizes
13	7	6		
	...		}	4 reizes
13	7	6		
13	7	5	}	4 reizes
13	4	5		
	...		}	4 reizes
13	4	5		
13	3	2	}	4 reizes
13	3	2		
11	3	1	}	4 reizes
	...			

9. Jau 2. zīm. redzamais rūtiņu apvienojums pa pāriem parāda, ka no m rūtiņām var aizlēkt kopā uz vismaz m dažādām rūtiņām (zīmējumā $k = 3$).

1	4	7	10	13	16
2	5	8	11	14	17
3	6	9	12	15	18
4	1	10	7	16	13
5	2	11	8	17	14
6	3	12	9	18	15

2. zīm.

10. Izdarot gājienu, uz tāfeles esošo skaitļu starpība samazinās divreiz. Tā vienmēr ir naturāls skaitlis un sākumā ir mazāka par $2^{11} = 2048$. Tāpēc gājienu nevar izdarīt vairāk nekā 10 reizes. Ja sākumā uz tāfeles ir skaitļi 2000 un 976, var izdarīt tieši 10 gājienu ($2000 - 976 = 1024 = 2^{10}$).

11. Tā kā $1 < 2 < 4 < 8 < 16 < 80 < 400 < 2000$ un $a_n \geq 2a_m$, ja $n > m$ un n dalās ar m , tad $a_{2000} \geq 2^7 = 128$. Virkne $a_1 = 1$; $a_n = 2^{K_1 + K_2 + \dots + K_m}$, ja $n = p_1^{K_1} \cdot p_2^{K_2} \cdot \dots \cdot p_m^{K_m}$ (p_1, \dots, p_m – dažādi pirmskaitļi), apmierina uzdevuma nosacījumus, un tai $a_{2000} = 2^7$, jo $2000 = 2^4 \cdot 5^3$. Tāpēc 128 ir mazākā iespējamā a_{2000} vērtība.

12. Ja x_1, x_2, \dots, x_k atšķiras viens no otra tikai ar pēdējo ciparu, tad (apzīmējot to kopējo ciparu virkni ar y):

$$\frac{1}{x_1} + \dots + \frac{1}{x_k} \leq \frac{1}{y0} + \frac{1}{y1} + \dots + \frac{1}{y9} < 10 \cdot \frac{1}{y0} = \frac{1}{y}$$

Tāpēc, aizstājot $x_1; x_2; \dots; x_k$ ar vienu vienīgu y , apskatāmā summa palielināsies. Viegli redzēt, ka jaunajai skaitļu sistēmai saglabājas uzdevumā minētā īpašība. Tāpēc, turpinot līdzīgas aizstāšanas, iegūstam:

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n} \leq \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{9} < 3.$$

13. Apzīmēsim $a_i = k + di$, $i = 1; 2; \dots; n$. Tad k dalās ar $1; 2; \dots; n - 1$, bet nedalās ar n . Ja $n = a \cdot b$, kur $a > 1; b > 1$; LKD(a, b) = 1, tas acīmredzami nav iespējams.

14. Atbilde: $n = 2000$. Pārbaudi veic tieši. To, ka citu atbilžu nav, pierāda, ar pilnās pārslātes metodi risinot vienādojumu

$$p_1^{K_1} p_2^{K_2} \dots p_m^{K_m} = 100(K_1 + 1)(K_2 + 1) \dots (K_m + 1).$$

Galvenais risinājumā lietotais paņēmieni ir abu pušu salīdzināšana pēc lieluma.

15. Apgalvojumu pierāda ar matemātisko indukciju pēc k atsevišķi vērtībām $n = 6k + 1$ un $n = 6k + 5$.

16. Novelkam nogriežņus $OA = a$, $OB = b$, $OC = c$ tā, ka $\angle AOB = \angle BOC = 60^\circ$, $\angle AOC =$

$= 120^\circ$. Pierādāmā nevienādība izsaka acīmredzamu faktu $AB + BC \geq AC$.

17. Apzīmējam $x + z = A$, $y + t = B$. Tad vienādojumu sistēma pieņem formu $A + B = 5$, $AB = 4$, $Bxz + Ayt = 3$, $Bxz \cdot Ayt = -4$. Atrisinājumi redzami tabulā:

A	B	Bxz	Ayt	x, z	y, t
1	4	-1	4	$\frac{1 \pm \sqrt{2}}{2}$	2
1	4	4	-1	-	-
4	1	-1	4	-	-
4	1	4	-1	2	$\frac{1 \pm \sqrt{2}}{2}$

18. Vienādojumu pārraksta formā:

$$\frac{1}{x} (x - \sqrt{2x+1})^2 + \frac{1}{y} (y - \sqrt{2y+1})^2 = 0.$$

Tā kā $x > 0$ un $y > 0$, tad $x - \sqrt{2x+1} = y - \sqrt{2y+1} = 0$, no kurienes $x = y = 1 + \sqrt{2}$.

19. Nevienādību var pierādīt standartceļā ar matemātisko indukciju. Cita iespēja – pārakstīt to formā:

$$(t^2)^n \geq (t^2 - (2t - 1))^2 + (2t - 1)^2$$

un izmantot Ņūtona binoma formulu.

20. Aplūkojam lielumu x_n^2 . Katram skaitītājā esošajam kvadrātam a^2 izmantojot nevienādību $a(a+2) < (a+1)^2$, pēc saisināšanas

iegūstam $x_n^2 < 2 + \frac{4}{n}$. Līdzīgi pārveidojot sau-

cēju, iegūstam $x_n^2 > 2 + \frac{1}{n}$. Tāpēc

$$\frac{1}{n} < x_n^2 - 2 < \frac{4}{n}, \text{ no kurienes:}$$

$$\frac{1}{n(x_n + \sqrt{2})} < x_n^2 - 2 < \frac{4}{n(x_n + \sqrt{2})}.$$

No iepriekšpierādītā $\sqrt{3} < x_n < \sqrt{6}$, kas dod vajadzīgo. D

JANIS JAUNBERGS

MARSA VĒJU UN PUTEKĻU DEJA

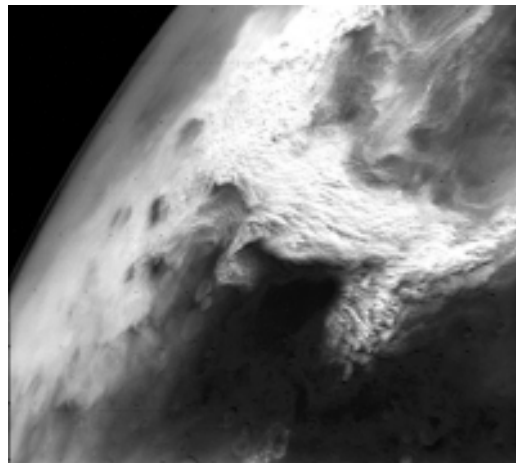
Marsam pietrūkst ārējās Saules sistēmas grandiozā skaistuma vai Zemes dabas sarežģīto, stabilizējošo ciklu. Marss daudzējādā ziņā ir necila pasaule, kuras savdabīgais valdzinājums slēpjas primitīvu, vējainu tuksnešu plašumos. Marsa plānās atmosfēras kaprīzes sagādā arvien jaunus pārsteigumus un miklas, izaicinot pastāvošos meteoroloģiskos modeļus un dodot jaunu izpratni par dažādu atmosfēru dinamiku.

Marsa rotācijas ass $25,2^\circ$ slīpums pret ekliptiku ir tik līdzīgs Zemes ass $23,4^\circ$ slīpumam, ka Marsa gadalaikiem pirmajā tuvinājumā vajadzētu atgādināt Zemes mierīgās, paredzamās sezonālās pārmaiņas. Kosmiskie cikli Marsa retināto atmosfēru tomēr ietekmē daudz radikālāk, nekā varētu gaidīt.

Marsa atmosfērai ir grūti izkļiedēt nevienmērīgā Saules apgaismojuma radītās krāsas temperatūras atšķirības starp gadalaikiem Ziemeļu un Dienvidu puslodēs. Gadalaiku temperatūras svārstības sevišķi dramatiski izpaužas Dienvidu puslodē, jo Dienvidu vasara sakrīt ar Marsa tuvošanos tā eliptiskās orbītas perihēlijam. Saules spožumam pieaugot par 40% salīdzinājumā ar afēliju, Dienvidu isā perihēlija vasara ir līdz pat 30°C siltāka nekā ilgākā Ziemeļu puslodes afēlija vasara. Dienvidu puslodes ziema attiecīgi ir bargāka nekā Ziemeļu puslodes ziema, tāpēc Dienvidu polārā cepure gada gaitā uzkrāj un atbrīvo vairāk ogļskābās gāzes nekā Ziemeļu polārā cepure, kura sastāv galvenokārt no ūdens ledus. Ilgās, aukstās Dienvidu puslodes ziemas laikā Marsa atmosfēras viena ceturtdaļa sasalst Dienvidpola cepures sausajā ledū, tāpēc Ziemeļu

vasarās novērojama samērā mierīga, retināta atmosfēra.

Ar Dienvidu pavasara saulgriežiem Marsa meteoroloģija sāk aktivizēties un kļūst daudz interesantāka, jo ziemā uzkrātais Dienvidpola sausais ledus Saules siltumā sāk sublimēties. Atmosfēras apjomam pieaugot, Dienvidu polārās cepures un tropisko apgabalu temperatūras starpība izraisa spēcīgus vējus. Stratosfēras cirkulācija piegādā polārajai cepurei tropisko siltumu un vēl vairāk paātrina sausā ledus iztvaikošanu. Pretējā virzienā no pola uz ekvatoriālajiem rajoniem pūš vēji ar pieaugošu ātrumu, kas pie 15 m/s sāk celt gaisā putekļus. Tāds ir sākums iespaidīgai Marsa meteoroloģiskajai parādībai – liela mēroga putekļu vētrai.



1977. gada globālās putekļu vētras sākums (Viking 2). *JPL/NASA attēls*

Iežu erozijā uzkrāto rūsas krāsas putekļu sega klāj plašus Marsa apgabalus. No tālienes vērojot, gaišie, puteklainie apgabali kontrastē ar tumšāku, pelēcīgu akmeņu laukiem. Jau 19. gadsimtā tumšākie rajoni ieguva specifiskus nosaukumus – *Syrts*, *Tyrrbenum*, *Cimmerium*, *Erythraeum* “jūras” un *Solis* (“Saules”) “ezers”, kamēr teleskopā saskatāmie gaišie plankumi tika nosaukti par *Elysium*, *Arabia*, *Tharsis*, *Amazonis*, *Hellas* un *Argyre* “kontinentiem”. Albedo atšķirībā īstenībā ir gadījuma raksturs, un tās nekādi nenorāda apvidus augstumu vai iežu tipu. Tumšākie apgabali gluži vienkārši ir vējaināki, un gaiši rūsanie putekļi uzkrājas vietās, kur atmosfēra parasti ir mierīgāka. Putekļu vētras tātad lielā mērā nosaka Marsa ārējo izskatu.

Marsa putekļi spēlē negaidīti svarīgu lomu putekļu vētru attīstībā (*sk. krāsu ielīkuma 3. lpp.*). Bridī, kad vējš sāk celt gaisā putekļus, Saules gaisma vairs nesilda Marsa virsmu, bet gan atmosfērā suspendētos putekļus. Gaisms atmosfēras zemākajos slāņos tāpēc atdziest, bet lielā augstumā – sasilst. Aukstais, puteklainais gaisms plūst pa Marsa virsmu, izspiežot skaidro, silto un mazāk blīvo gaisu. Putekļu radītās temperatūras atšķirības ir jaudīgs dzinējspēks, kas paātrina vēju līdz 200 km/h un sākotnēji nelielai putekļu vētrai nereti ļauj sasniegt globālus apjomus.

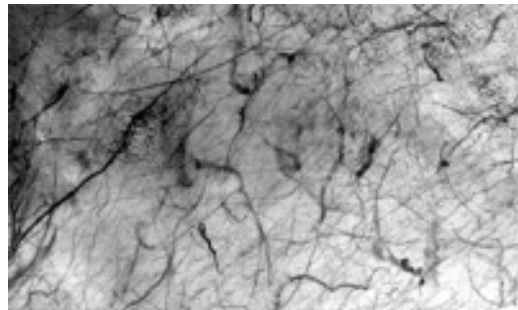
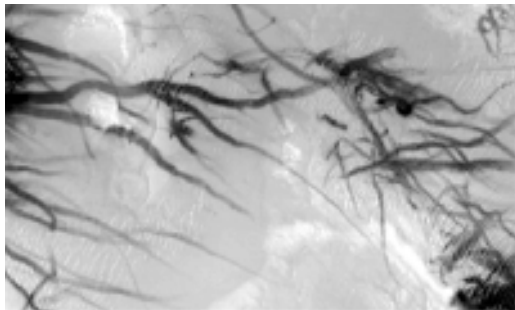
Globālas putekļu vētras laikā atmosfēra it kā “pārslēdzas” citādā temperatūras un cirkulācijas režīmā, lai gan joprojām nav skaidrs,

kāpēc putekļu vētras reizēm ilgst vairākas nedēļas. Vētrai norimstot, putekļi lēnām nosēžas, un vienīgi vissīkākās daļiņas, kas mazākas par mikronu, paliek atmosfērā un dod Marsa debesīm gaiši brūnganu krāsu.

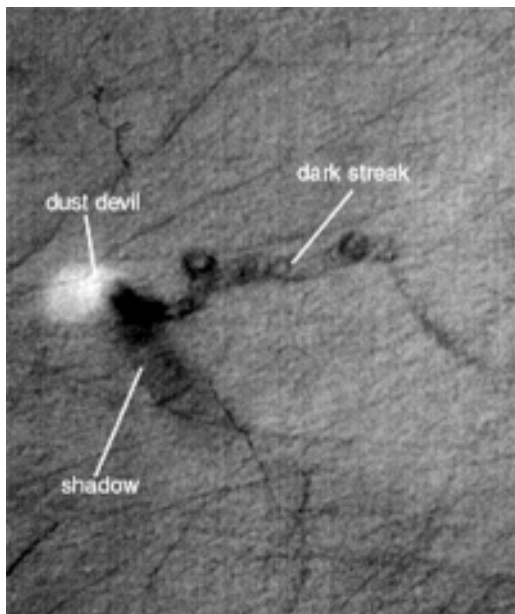
Dramatiskās liela mēroga putekļu vētras ir interesanta Marsa dabas nestabilitātes izpausme, un to rašanos pagaidām neviens neprot droši paredzēt. Varbūt tā ir pazīme, ka Dienvidu puslodes gadalaiki ir pārāk ekstrēmi, lai Marsa atmosfēra spētu izkļiedēt temperatūras svārstības un radīt stabilu klimatu.

Globālas putekļu vētras nenotiek katru gadu, un par to ietekmi uz Marsa ilgtermiņa klimatu tiek diskutēts. Putekļu vētras gaisā paceltie putekļi absorbē daļu Saules gaismas vēl ilgi pēc vētras norimšanas. Putekļi kalpo par kondensācijas centriem ledus kristālu mākoņu atstarotā Saules gaisma samazina Marsa saņemto siltumu. Daļa putekļu nosēžas uz polu cepurēm, un to salīdzinoši tumšākā krāsa paātrina sasalušās ogļskābās gāzes iztvaikošanu. Visi šie faktori ietekmē Marsa laika apstākļus, bet to precīza mijiedarbība joprojām ir mīkla.

Marsa atmosfēras putekļu daudzums acimredzot ir viens no laika apstākļus regulējošiem faktoriem, pat ja trūkst dziļākas izpratnes par tā saistību ar citām atmosfēras norisēm. Īpašu interesi tāpēc izraisīja *Mars Global Surveyor* novērotie putekļu viesuļi, kas uztur atmosfēras puteklainību neatkarīgi no lielajām vētrām.



Putekļu viesuļu atstātās pēdas.



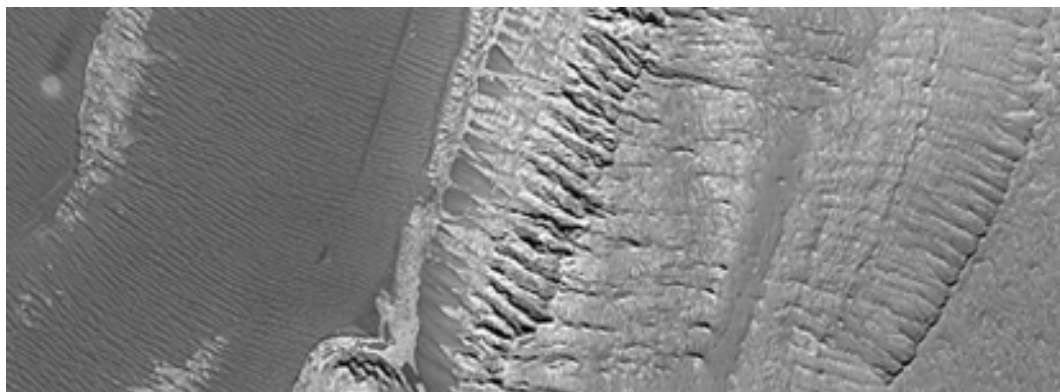
Putekļu viesulis darbībā. *MSSS/JPL/NASA attēls*

Putekļu viesuļi izmēros pārsniedz Zemes tornado, taču tie ir pilnīgi nekaitīga parādība, ko izraisa temperatūras atšķirības starp Marsa virsmu un atmosfēru. Siltais, virsmai pieguļošais gaisa slānis veido augšupejoša silta gaisa strāvas, kas reizēm iegūst virpuļveida kustību. Daudzos Marsa rajonos šī parādība ir tik ikdienišķa, ka *MGS* reiz laimējās vienā kadra

nofotografēt vairākus dažāda lieluma putekļu viesuļus. Putekļu viesuļi klaiņo pa Marsa ekvatoriālajiem tuksnešiem kā milzīgi “putekļu-sūcēji” un atstāj aiz sevis tumšas, no putekļiem brīvas pēdas. Pat Olimpa vulkāna virsotnē, kur gaisa spiediens ir tikai viena tūkstošdaļa atmosfēras, uzmanīgs vērotājs var atrast daudzas, jo daudzas putekļu viesuļu atstātas tumšas joslas. Atmosfēras putekļi, protams, lēnām nosēžas atpakaļ un apmēram gada laikā izdzēš putekļu viesuļu pēdas.

Saules siltums tātad izraisa dinamisku līdzsvaru starp virsmas un gaisa putekļiem. Jo vairāk siltuma saņem Marsa virsma, jo biežāk rodas putekļu viesuļi, kas paceļ atmosfērā vairāk putekļu un tādejādi uz laiku daļēji aptumšo Sauli. Šis interesantais Marsa termoregulācijas cikls varētu būt iemesls, kāpēc lielās putekļu vētras tikai retumis sasniedz globālus mērogus. Putekļu viesuļi, tāpat kā globālās putekļu vētras, rodas no tās pašas nestabilitātes, un ir vilinoši domāt, ka tās ir divas dažādas Marsa retinātās atmosfēras atbildes reakcijas uz Marsa virsmas krasajiem temperatūras kontrastiem. Putekļu viesuļi, iespējams, ir normālais Marsa troposfēras putekļu regulēšanas mehānisms, un vienīgi tā nepietiekamības gadījumā veidojas apstākļi, kuros var rasties lielās vētras.

Marsa meteoroloģija ir daudz vairāk nekā tikai planetologu teoretisku pētījumu lauks.



Putekļu viesulis šķērso kāpu lauku.

MSSS/JPL/NASA attēls

Nav gan pamata baidīties no vētru mehāniskajiem postījumiem – 200 km/h vējš Marsa retinātajā atmosfērā cilvēkam būtu jūtams, bet ne pārāk bīstams. Marsa laika apstākļi tomēr vistiešākajā veidā ietekmē Saules bateriju efektivitāti uz Marsa virsmas. Putekļu vētra uz Marsa apgaismojuma ziņā ir ekvivalenta mākoņainai dienai uz Zemes, tāpēc Saules baterijas šādā situācijā ir praktiski nelietojamas. Putekļu lēnā, bet nepārtrauktā nosēšanās uz horizontāliem Saules bateriju paneļiem var radīt energoapgādes efektivitātes krišanos, un *Mars Pathfinder* misijas laikā šī problēma bija visai jūtama. Turpmāko Marsa robotmisiju Saules baterijas varētu apgādāt ar putekļu slaucīšanas mehānismiem. Ne mazāk nopietnas rūpes putekļi sagādā pilotējamu

misiju plānotājiem, kam jādomā par putekļu higiēnu Marsa bāzē un par skafandru tīrīšanas metodēm. Nav zināms, kā putekļi ietekmēs apdzīvotas bāzes gaisa slūžu gumijas blīves. Putekļu problēmas, visticamāk, vairākumā gadījumu tiks atrisinātas, taču tās var arī prasīt ne mazumu pūļu un galvassāpju.

Jācer, ka marsiešu “ciņa ar putekļiem” nebūs tik izmisīga, kā to attēloja Kims Stenlijs Robinsons romānā “*Sarkanais Marss*”. Īsti marsieši droši vien pratis novērtēt Marsa dabu tādu, kāda tā ir, un putekļi ir tās neatņemama sastāvdaļa. Rūpīgs vērotājs Marsa vēju un putekļu dejā varbūt saskatīs vairāk skaistuma, nekā iespējams iztēloties, dzīvojot zem Zemes biežās, slapjās atmosfēras (*sk. krāsu ielikuma 3. lpp.*).

Adreses:

<http://seds.lpl.arizona.edu/billa/tnp/mars.html>

<http://barsoom.msss.com/http/ps/seasons/seasons.html>

<http://nova.stanford.edu/projects/mgs/late.html>

<http://bumbabe.arc.nasa.gov/MarsToday.html>

<http://bumbabe.arc.nasa.gov/mgcm/faq/dust.html>

http://www.explorezone.com/archives/99_09/08_dust_devils.htm

<http://www.anu.edu.au/Physics/courses/A03/Marsclimate.html> D

JĀNIS JAUNBERGS

MARSA ODISEJA 2001

Laikā, kad NASA līdzekļu lauvas tiesa pazūd *Space Shuttle* un starptautiskās orbitālās stacijas *Alpha* “melnajā caurumā”, Marsa robotmisiju programmu glābj vienīgi tās salīdzinoši nenozīmīgais budžets. *Pluto Express* un *Solar Probe* misiju atcelšana 2001. gada sākumā kārtējo reizi parādīja, ka ambiciozām un tehniski izaicinošām Saules sistēmas misijām šodienas politiskajā vidē ir grūti izdzīvot. Marsa robotmisijas, par laimi, neprasa tik lielas investīcijas tehnoloģijā vai tik ilgus starpplanētu ceļojumus kā ārējās Saules sistēmas izpēte. Marsa misiju plāni tāpēc izskatās samērā optimistiski, it sevišķi salīdzinājumā ar no-

mācošo situāciju Plutonam un Jupitera pavadoņiem Eiropai veltītajos projektos.

Marsa lidojumiem nepieciešamais Zemes un Marsa savstarpējais stāvoklis atkarojas ik 26 mēnešus, kas ir pietiekami bieži sistematiskai lidojumu programmai, bet tajā pašā laikā pietiekami reti, lai katras misijas dotās mācībstundas varētu pagūt izmantot nākamās misijas veidošanā. Marsa misiju organizēšana vienotā programmā ir gan ar saviem plusiem, gan mīnusiem. Misiju veidošanu ļoti atvieglo iepriekšējām misijām būvētu standartizētu komponentu izmantošana un kvalificētu inženieru komandas saglabāšana. Tajā pašā laikā

JPL (Jet Propulsion Laboratory – Reaktīvās kustības laboratorija) monopols neveicina jaunu tehnisku ideju un risinājumu attīstību un nomāc privātu kosmisko tehnoloģiju firmu iespējas iespēsties NASA sponsorēto misiju sfērā.

NASA Marsa misiju plānotāji pagaidām tikai spēlējas ar ideju organizēt atklātu konkursu turpmāko projektu atlasei, līdzīgi kā tas tiek darīts ļoti produktīvajā un interesantajā *Discovery* misiju programmā. Visas ASV līdzšinējās un tuvākajā laikā plānotās Marsa misijas ir organizētas *JPL* virsvadībā un tāpēc ir tehniski visai līdzīgas jeb, citiem vārdiem, pieder pie vienota “evolūcijas atzara”. Izņēmums nav arī 2001. gada starta logā palaistais *Mars Odyssey 2001* pavadonis (sk. vāku 2. lpp.), kas ieradīsies Marsa orbītā 2001. gada 24. oktobrī.

Mars Odyssey uzbūve (sk. krāsu ielikuma 3. lpp.) un lidojuma plāns ir gandrīz identiski *MGS (Mars Global Surveyor)*, kā arī 1999. gadā zaudētajam *MCO (Mars Climate Orbiter)* pavadonim, atšķirīgi ir tikai zinātniskie instrumenti. *Mars Odyssey* konstrukcijas pamatā ir raķešbloks ar vienu 640 N dzinēju, kas nepieciešams apmēram 1,3 km/s bremzēšanas manevram un ieešanai sākotnējā, ļoti izstieptā orbītā ap Marsu ar 25 stundu periodu. Degvielas pietiks tikai šim pirmajam, kritiskajam bremzēšanas posmam, tālāk orbīta tiks samazināta ar Marsa atmosfēras augšējo slāņu pretestības palīdzību.

Aerodinamisko bremzēšanos Marsa ārējā atmosfērā ļoti sekmīgi izmantoja *MGS*, un šis paņēmieni figurē arī turpmāko misiju plānos. Aerobremzēšanai kopumā vajadzēs veikt ap 270 orbītu, kuru zemākais punkts ir 100 km virs Marsa virsmas. Ieejot Marsa retinātajā augšējā atmosfērā, *Mars Odyssey* Saules bateriju paneļi darbosies kā savdabīgs “izpletņis”, katru reizi samazinot pavadona ātrumu par vairākiem m/s. Lidojums cauri atmosfērai ar 4 km/s var likties dramatisks un nervus kutošs, taču 100 km augstumā Marsa gaiss ir tik retināts, ka tā pretestības radītās mehāniskās slodzes ir niecīgas, un pavadona virsma

sasils ne vairāk kā par 10 grādiem. Reālais risks aerobremzēšanas manevru beigu posmā ir pavadona borta datora niķošanās, kas reizi pa reizei atgadās katrā kosmiskajā misijā. Ja aerobremzēšanu neizdodas pārtraukt precīzi plānotajā brīdī, pavadonis nobremzēsies par daudz un sadegs Marsa atmosfērā. Aerobremzēšanas noslēgums tāpēc ir ne mazāk satraucošs kā sākotnējais raķešmanevrs, kas nepieciešams ieešanai Marsa orbītā.

Nonācis paredzētajā, 400 km augstajā Saules sinhronajā polārajā orbītā, *Mars Odyssey* pavadonis tiks konfigurēts zinātniskajiem pētījumiem, izbidot lieljaudas sakaru antenu un 6 metrus garo gamma staru spektrometra mastu. Antenas un Saules bateriju savstarpēji neatkarīgie grozišanas mehānismi ļaus saglabāt optimālu elektroapgādi un sakarus ar Zemi, kamēr pavadona trīs instrumenti būs tēmēti lejup uz Marsa virsmu.

Gamma staru spektrometrs ir *Mars Odyssey* galvenais instruments. Kosmisko staru ietekmē Marsa virsmas iežos (tāpat kā Zemes atmosfērā) notiek kodolreakcijas, kurās radušos gamma kvantu enerģijas raksturo iežus veidojošo ķīmisko elementu koncentrācijas. Silīcija, magnija, skābekļa, hlora, dzelzs un citu elementu gamma staru spektrālās joslas tiks reģistrētas gamma staru spektrometra datoratmiņā, pārraidītas uz Zemi un izmantotas, lai kartētu Marsa virsmas minerālu sastāvu ar apmēram 300 km izšķirtspēju. Dabiski radioaktīvie elementi kālijs, torijs un urāns arī izstaro gamma starus, ļaujot izmērīt to koncentrāciju dažādos Marsa apgabalos.

Gamma staru spektrometra interesants papildinājums ir lēno un ātro neitronu spektrometri, kas mēris kosmisko staru radīto, ļoti niecīgo neitronu plūsmu no Marsa virsmas. Neitronu starojums vāji mijiedarbojas ar silīciju un tamlīdzīgiem iežos sastopamiem ķīmiskajiem elementiem, taču neitronus izteikti bremzē ūdeņradi saturošas vielas. Līdzīgi kā *Lunar Prospector* neitronu spektrometrs, *Mars Odyssey* neitronu spektrometri diezgan precīzi novērtēs ledus daudzumu Marsa augsnē līdz

viena metra dziļumam un novēros mūžīgā sasaluma izplatību dažādos Marsa rajonos atkarībā no gadalaikiem.

Infrasarkanā kamera ir vienīgais *Mars Odyssey* instruments, kas iegūs attēlus, un tāpēc varētu būt daudz interesantāks par gamma staru spektrometru. Turklāt attēli solās būt ļoti divaini un pat spokaini. Katram, kam gadījies siltā vasaras novakarē basām kājām iet pa asfaltu, būs palicis atmiņā asfalta dienā uzkrātais Saules siltums. Vērojot no kosmosa, tas pats asfaltētais ceļš infrasarkanajos staros būtu redzams kā kvēlojoša stidziņa. Irdena augsne siltumu vada daudz sliktāk, tāpēc tās virskārta atdziest ātri, un uzarts lauks pēc saulrieta infrasarkanajos staros izskatītos visai tumšs.

Mars Odyssey infrasarkanās kameras 80 metru izšķirtspēja ir pietiekami augsta, lai iegūtu visai nelielu ģeoloģisku veidojumu, piemēram, smilšu kāpu infrasarkanos attēlus. Precīzi temperatūras mērījumi ļaus noteikt virsmas porainumu un smilšu graudu vai putekļu smalkumu. Dažādiem minerāliem raksturīgās infrasarkanās “krāsas” jeb spektri dos iespēju identificēt nogulumiežus, varbūt pat kaļķakmeni. Tomēr pats iespaidīgākais infrasarkanās kameras atklājums būtu vulkāniskā siltuma tieši novērojumi. Ne viens vien Marsa



Mars Odyssey infrasarkanās kameras izmēģinājuma attēls.

pētnieks klusībā cer, ka Marsa “ģeotermiskais” (istenībā aerotermiskais) siltums varētu kādā Marsa nostūrī izlauzties līdz virsmai vulkānisku tvaika avotu veidā. Kamēr Marss vēl nav kartēts ar augstas izšķirtspējas siltumstarojuma kameru, šo sensacionālo iespēju nevar pilnībā ignorēt. *Mars Odyssey* infrasarkanā kamera kādu dienu varētu pilnīgi satricināt mūsu priekšstatus par Marsu kā tektoniski gandrīz mirušu planētu.

Marsa jonizējošās radiācijas dozimetrs ir trešais *Mars Odyssey* instruments, ko ir sarūpējusi NASA pilotējamo lidojumu programma. Radiācijas detektors ir neliela un ārēji necila ierīce, kas sistemātiski reģistrēs jonizējošās radiācijas intensitāti un enerģētisko spektru starpplanētu trajektorijā uz Marsu un Marsa orbitā. Zīmīgi, ka tas ir pirmais ar pilotējamo Marsa ekspedīciju plānošanu tieši saistītais instruments, un vienīgi jācer, ka nebūs pēdējais. Lai gan maz ticams, ka radiācijas detektors atklās kaut ko negaidītu, Marsa apkaime ir savādāka nekā kosmiskā telpa ap Zemi. Marsam nav izteikta magnētiskā lauka, tāpēc Saules vējš tieši mijiedarbojas ar atmosfēru. Plānā atmosfēra nepilnīgi aiztur kosmiskos starus, un tāpēc ir vēlams noskaidrot, cik spēcīgs ir sekundārais starojums no kosmisko staru bombardētajiem Marsa iežiem.

Mars Odyssey misija iezīmē NASA atgūšanos no MCO un MPL avāriju radītās emocionālās krīzes. Šķiet, ka NASA spēs atrast pareizo līdzsvaru starp lozungiem “*Ātrāk, labāk, lētāk!*” un “*Kļūme ir nepiedodama!*”. Šobrīd jau ir samērā skaidri izkristalizējušies plāni 2003. gadam, kad līdz ar Eiropas Kosmiskās aģentūras *Mars Express/Beagle* un japāņu *Nozomi* uz Marsa ieradīsies divi NASA sponsorēti un JPL būvēti *Mars Pathfinder* radniecīgi nolaižamie aparāti ar lieliem, 150 kg smagiem mobiljiem. 2005. gadā Marsa orbitā paredzēts ievadīt pavadoni ar jaudīgu teleskopu, kas ļautu uz Marsa virsmas izšķirt 20–30 cm lielus objektus. Izskatās, ka Marss drīz varētu kļūt par robotu visvairāk apmeklēto vietu ārpus Zemes.

Adreses:

Mars Odyssey 2001

<http://mars.jpl.nasa.gov/2001/index.html>

JPL 2003. gada Marsa mobīli

ESA Mars Express

Japānas Nozomi

<http://athena.cornell.edu/enter.html>

<http://sci.esa.int/home/marsexpress/index.cfm>

<http://www.planet-b.isas.ac.jp/index-e.html> D

KONKURSS LASĪTĀJIEM

Jautājumi

1. “Marsa lidmašīna Zemes atmosfērā”. Marsa atmosfēras spiediens (tātad arī blīvums) ir eksponenciāli atkarīgs no augstuma. Paceļoties par apmēram 10 km, spiediens samazinās e reizes. Interesanti, ka Zemes atmosfēras spiediens arī samazinās e reizes, ja augstumu starpība ir aptuveni 10 km.

Kādā augstumā virs Zemes varētu izmēģināt attēlā redzamo Marsa lidmašīnu, lai pārlicinātos, ka tā spēj lidot Marsa retinātajā atmosfērā, kuras vidējais spiediens ir tikai 0,6% no Zemes atmosfēras spiediena? Atcerieties,

ka Marsa gravitācija ir tikai 38% no Zemes gravitācijas, tāpēc lidmašīna uz Marsu sver mazāk.

2. “Dzinēji Marsa lidmašīnai”. Aviācijas dzinēji parasti izmanto Zemes atmosfēras skābekli, kas nepieciešams degvielas sadegšanai. Kādus dzinējus varētu izmantot Marsa lidmašīna lidojumam ogļskābās gāzes atmosfērā?



Atbildes ar norādi “Marsa konkursam” gaidīsim līdz **1. augustam**. “ZvD” redakcijas kolēģijas adrese: Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586. Labāko atbilžu autori saņems Marsa biedrības gādātās balvas (grāmatas par Marsu un kosmosa apgūšanu).

Jānis Jaunbergs

MARSA KONKURSA REZULTĀTI

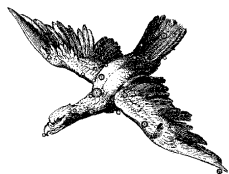
“Zvaigžņotās Debess” 2001. gada pavasara numurā publicētie Marsa konkursa jautājumi saistījās ar balonu izmantošanu Marsa apgūvē. Konkrētā piemērā bija attēlots relatīvi neliels balons, kas piestiprināts pie Marsa apvidus automašīnas. Pirmajā jautājumā bija vaicāts, kādēļ marsiešu komandai būtu izdevīgi izmantot šādu konstrukciju. Ja netiek veikti detalizēti aprēķini par to, kāda ir balona celtspēja, var domāt, ka tas ir apvidus mašīnas svara samazināšanas nolūkos. Bet īstenībā uz Marsa gravitācija ir mazāka nekā uz Zemes, tādēļ šis iemesls nebūs pareizais.

Arī šoreiz konkursā piedalījās lasītājiem labi pazīstamie iepriekšējo konkursu dalībnieki. Visi bija pareizi uztvēruši balona lietošanas pamatideju – tas var kalpot kā orientieris, ja komanda ir devusies tālāk no apvidus mašīnas. Gan **Egils Baļčunas**, gan **Kārlis Skrastiņš** ierosina piestiprināt nelielu videokameru apkārtnes novērošanai. Papildus tam K. Skrastiņš ierosina uz antenas novietot sakaru antenu, kā arī piemeklēt interesantu krāsu, lai veidotu tīkamāku ainavu. E. Baļčunas kā papildu iespēju min balona izmantošanu par rezervuāru degvielas uzglabāšanai. Savukārt **Jānis Blūms** ierosina to izmantot kā paceļamu un nolaižamu konstrukciju, lai dažādos augstumos varētu darbināt mērinstrumentus.

Balons būtu izmantojams daudzos veidos, ja vien nebūtu kāds ierobežojošais faktors – celtspēja. Uz Zemes tā šādam balonam vidēji ir ap 1 kg/m^3 , bet Marsa gadījumā šis rādītājs ir ap 100 reīzu mazāks. Tātad uzdevumā minētais 23 kubikmetru balons spētu pacelt visai nelielu kravu – pāris simtu gramu. Viss ir atkarīgs gan no apvalka masas, gan spiediena un temperatūras. Pēc autoru aprēķiniem, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā un 7 milibāru lielā spiedienā celtspēja ir robežās no 100 līdz 300 gramiem. Tas tiešām nav daudz, bet pietiekami, lai novietotu nelielu elektronisku aparatūru – videokameru, radioantenu vai ko citu. Atbildot uz jautājumu par to, kā temperatūras izmaiņas ietekmēs balona celtspēju, jāteic, ka tā paaugstināsies, ja pazemināsies temperatūra (un attiecīgi paaugstināsies spiediens).

Visi trīs konkursa dalībnieki bija snieguši pareizas atbildes un saņēms balvas – diapozitīvu sēriju par *Mars Pathfinder* misiju.

Mārtiņš Gills



ĒRĢĻA LAMBDA

13. vasaras astronomijas novērošanas nometne Ļaudona, 2001. gada 10.–13. augusts

No 10. līdz 13. augustam Ļaudonā, Madonas rajonā, Latvijas Astronomijas biedrība organizē ikgadējo vasaras astronomisko novērošanas nometni. Dalībnieki – skolēni, studenti, skolotāji un astronomijas amatieri. Šogad pirmo reizi nometnē piedalās liela lietuviešu amatieru grupa.

Programmā:

- Perseīdu meteoru novērojumi;
- citu debess objektu novērojumi ar dažādiem teleskopiem;
- dienas un nakts novērojumu projekti, labāko grupu apbalvošana;
- lekcijas un konkursi;
- ekskursija uz Teiču rezervātu un Gaiziņkalnu.

Apmēšanās Ļaudonas vidusskolas internātā. Līdzī jāņem guļampiederumi, pārtika, silts apģērbs, zvaigžņu karte un novērojumu instrumenti (ja tādi ir). Nokļūšana uz Ļaudonu ar sabiedrisko transportu: autobusiem vai vilcienu. **Reģistrācijas maksa** aptuveni **Ls 5** (par izdales materiāliem, dzīvošanu, pusdienām un ekskursijām) jāiemaksā LU Astronomijas institūtā Rīgā, Raiņa bulv. 19, 501. telpā **no 2. līdz 27. jūlijam**. Reģistrētie dalībnieki saņems precīzāku informāciju par transportu, izmaksām un nometnes norisi. Vietu skaits internātā ierobežots (60)! Tiem, kas pieteiksies vēlāk, tiks piedāvātas tikai teltsvietas. Jauniešiem līdz 18 gadiem nepieciešama vecāku rakstiska piekrišana. **Uzziņām:** e-pasts: *vilks@latnet.lv*, tālrunis 7034587.

Ilgonis Vilks

MARTIŅŠ GILLS

ASTRONOMIJAS NOMETNE VABOLĒ

Daudziem istenā interese par astronomiju ir radusies tieši šeit – “*Ērgļa*” nometnē. Un ir vismaz dažas lietas, kas tās vairāk nekā desmit gadu pastāvēšanas laikā īpaši nav mainījušās: dalībnieku vecuma spektrs, norises ilgums, norises laiks un – pats galvenais – motivācija izzināt astronomijas noslēpumus. “*Ērgļa Kapa*” bija jau pēc kārtas divpadsmitā (*par iepriekšējām astronomijas nometnēm sk. galvenokārt ZvD pavasara numurus*). Gandrīz ik reizi tā ir notikusi ģeogrāfiski citā vietā. Bet līdz šim tā vēl ne reizi nebija atradusies Latgalē. Šī reize bija izņēmums – organizatori, Saules aptumsma iespaidu pārņemti, jau Ungārijas brauciena laikā (nometnē “*Ērgļa Jota*”, 2000. gada augustā) izlēma, ka tai jānotiek tieši šajā novadā, un tā arī bija. No 10. līdz 13. augustam apdzīvotā vietā ar visai interesantu nosaukumu – Vabolē – pulcējās ap astoņdesmit dalībnieku. Papildus tam sest-



Nometnes “*Ērgļa Kapa*” dalībnieki ekskursijas laikā uz lielā Nigales akmeņa.



Jauno astronomu grupa.

dien, 12. augustā, Vabolē notika astronomisks dubultpasākums – nometnē uz neilgu brīdi viesojās žurnāla “*Zvaigžņotā Debess*” lasītāju brauciena dalībnieki (*par to sīkāk sk. I. Pundures rakstu “Pie Andrupenes akmeņu astronoma” šajā pašā ZvD numurā, 81.–84. lpp.*).

Ko tad mēs isti darījām šajā trīs diennaktis ilgajā pasākumā? Taisnības labad uzreiz jāpiebilst, ka šoreiz minimāli izdevās veikt to, kā dēļ aizsākās šī astronomijas pasākumu tradīcija – mēs praktiski nenovērojām Perseīdu meteoru plūsmu. Jā, daudzi no mums redzēja kritošas zvaigznes, bija dzirdams ne viens vien sajūsmas pilns sauciens, bet tas pārsvarā bija starplaikos starp mākoņainajiem periodiem, nevis zinātniskas statistikas uzkrāšanai. Pārējā laikā dalībniekiem nebija neviena brīva brīža. Bija jāpagūst veikt visu – jānoklausās lekcijas, jāpiedalās diskusijās, jāveic nakts projekts, dienas projekts, datorprojekts un



Viktors Ustimenko regulē teleskopu planētu novērojumiem.

jāpiedalās visdažādākajos konkursos. Un tas viss, protams, tikai gados jauniem pa spēkam – noslēguma dienā tomēr tikai retajam nogurums nebija redzams vaigā.

Nometne parasti notiek tieši trīs diennaktis. Pamatu veido lekcijas, praktiskie darbi, novērojumi, apkārtnes iepazīšana un aktīva atpūta.

Ar Latgales novadu mūs iepazīstināja Daugavpils Pedagoģijas universitātes (DPU) docents Henriks Soms. Klausītāji īsumā uzzināja, kas ir Latgale, ar ko atšķiras latgaļi no latgaliešiem un kādas ir latgaliešu valodas sak-



Mārtiņš Eihvalds izmēģina okulāru, kurā var lūkoties ar abām acīm vienlaikus.

nes. DPU Dabaszinātņu fakultātes dekāns Antonijs Salītis, kurš jau ilgi pirms šīm augusta dienām bija devis ļoti lielu ieguldījumu nometnes organizēšanā, pastāstīja par Saules sistēmas mazajiem ķermeņiem, asteroidiem un komētām.

Gados visvecākais mūsu nometnes dalībnieks bija daugavpilietis, ilggadējais Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) biedrs radioelektronikas Longins Garkulis. Savulaik viņš bija piedalījies arī nometnē “*Ērgļa Beta ‘92*”, kas toreiz notika Siguldā, LAB observatorijā, nolasot lekciju. Garkuļa kungs ilgus gadus ir veltījis Saules aktivitātes un Zemes atmosfēras īpašību pētījumiem. Lekcija kopumā bija ļoti interesanta, jo tajā bija daudz oriģināla vizuāla un, kas ir vēl interesantāk, arī akustiskā jeb klausāmā materiāla. Šķiet, ka ne viens vien pirmo reizi izdzirdēja, kā ar ipaša radiouztvērēja palīdzību var sadzirdēt meteoru krišanu, kad tie mijiedarbojas ar jonosfēras slāņiem. No klausītāju puses bija vērojama neveltota atsaucība.

Notika arī neliels atklājums. Nē, neviens no mums neatklāja jaunu komētu vai ārpuszemes civilizācijas radiosignālu avotu. Daļa uzzināja, kādi interesanti cilvēki ir mums blakus. Daugavpilietis Jevgēņijs Kolomažņikovs pēc profesijas nav zinātnieks, bet gan mākslinieks, un pirms četriem gadiem bija sācis nopietni interesēties par astronomiju. Turklāt



Jevgēņijs Kolomažņikovs (*attēlā centrā*) pārrunā teleskopu būves jautājumus ar Māri Ābeli (*pa labi*).

nevis tā vienkārši, bet uzreiz būvējot arī teleskopus. Līdz pat šim laikam Jevgēņijs nebija zinājis par mūsu valstī esošajām astronomijas organizācijām un tajās strādājošajiem astronomiem un arī otrādi. Apbrina vērti ir Jevgēņija iegūtie fotoattēli. Lieliski redzamas miglāju nianses. Ir laba izšķirtspēja un krāsas. Daļa attēlu bija apstrādāti digitālā formā ar grafisko redaktoru programmatūru. Tas bija ļāvis līdzsvarot kontrastainību un toņu gammu, padarot vieglāk uztveramas citādi blāvās detaļas. Aizsākās labs lietišķs dialogs ar pazīstamajiem teleskopu meistariem Juri Kārklīņu, Viktoru Ustimenko un Mārtiņu Eihvaldu. Katrs no viņiem prezentēja savus veidotos instrumentus. Ļoti saistoša bija Latvijas Universitātes Astronomijas institūta astronoma Māra Ābeles lekcija par teleskopu dažādajām konstrukcijām. Astronoms iepazīstināja ar dažādiem klasiskiem un oriģināliem risinājumiem, kas ļauj iegūt vai nu minimālus instrumenta iz-



DPU Dabaszinātņu fakultātes dekāns Antonijs Salītis lekcijas laikā.

mērus, vai arī minimālus attēla kropļojumus. M. Ābele prezentēja arī nelielās sērijās izgatavojamu teleskopu – tālskati, kas dod labu palielinājumu – 60x – un ir izmantojams ne tikai astronomiskiem novērojumiem.

Kā tas jau ir bijis iepriekšējās nometnēs, arī šajā mēs neiztikām bez datoriem. Pats interesantākais, ka bija nevis viena, bet veselas divas datorklases. Vienu no tām tradicionāli nodrošināja Jānis Kauliņš. Savukārt otra, kas tika piegādāta nedaudz vēlāk, bija nometnes vislielākās un visatraktīvākās grupas, “*Intelektuāļi*”, lolojums. “*Intelektuāļi*” būtībā ir nevis parasta grupa, bet gan domubiedru kopa, kura pirmo reizi izveidojās jau 1997. gadā Rucavas nometnes laikā. Faktiski visi tās dalībnieki ir Rīgas 1. Valsts ģimnāzijas absolventi (līderis – Gatis Šķīla). Šai grupai ir arī sava *web* lappuse (<http://www.intellectuals.net>) un simbolika.

Līdzīgi kā iepriekšējos gados, arī šoreiz dalībnieki veidoja grupas, lai veiktu dienas un nakts uzdevumus. Ikviens varēja piedalīties visdažādākajos pasākumos. Papildus jau tradicionālās formas konkursiem un viktorinām brīvā dabā lieliski iederējās mēmais šovs ar astronomisku ievirzi. Citu uzdevumu ietvaros bija jāsastāda krustvārdu miklas vai arī



Mēmā šova laikā.



“Zvaigžņotās Debess” atbildīgā sekretāre Irena Pundure lasītāju brauciena isās vizītes laikā.

jārisina milzīga apjoma krustvārdu tipa mikla. Vislielāko darbu konkursu organizēšanā ieguldīja Jauniešu astronomijas kluba prezidente Inga Začeste. Ar lielu entuziasmu ikviens piedalījās debatēs par kādiem iepriekš meklētiem stridīgiem viedokļiem. Šīs diskusijas bija sagatavojis un vadīja Atis Kaksis. Ikvienai grupai noslēgumā bija arī jāprezentē savi iegūtie rezultāti. Visu aktivitāšu vērtējums noteica komandas iegūto vietu. Apkopojot rezultātus, visvairāk punktus ieguva grupa “Saulēs vējš”, otrā bija “Intelektuāļu” komanda. Tālāk sekoja “Skaitītāji”, “Iezemieši”, “Jaunie astronomi”. Sarakstu noslēdza komandas “Zvaigžņu kari” un “Krirebavila”.

Aktīva bija nometnes organizatoriskā dzīve. Ik pa stundai pie informācijas sienas bija lasāms kaut kas jauns. Viens no interesantākajiem bija “Top 10” par katru pavadīto dienu un nakti. Vienkopus parādījās nopietnais un nenopietnais – spilgti izteicieni vai notikumi. Kaut vai komentējot lietaino vasaru, par “zvaigžņotu” kļuva izteiktā frāze, ka “tāpēc, ka atceļa vasaras laiku, mums nav arī vasaras”. Vai, piemēram, uz jautājumu: “Kā pava-

donis ir Ariels?” sniegtā atbilde: “Veļasmašīnas.” Šķiet, ka tikai retais nometnes dalībnieks sevi uztvēra vienīgi kā novērotāju. Katra līdzdalība bija jūtama, un ikviens rezultāts bija būtisks.

Lielu ieguldījumu nometnes organizēšanā bija veikusi Vaboles vidusskolas direktore Elita Skrupska un astronomijas skolotāja Iveta Meškovska. Mums bija sagādāta iespēja darboties Vaboles vidusskolas telpās. Bet tas laikam nebūtu pietiekami precīzi teikts – mūsu pasākumi noritēja divās ēkās, kuras atdalīja vecs muižas parks ar dažādu koku kolekciju un dīķi.

Vabole atrodas Latgales vienā malā. Šeit nav milzums ezeru (lai arī bija neliels pārgājiena līdz vienam ezeram), tomēr te ir kaut kas tāds, kas izceļ vietējo apkārtni, arī astronomiskā ziņā. Netālu esošās Kalupes apkār-



Vaboles vidusskolas fizikas un astronomijas skolotāja Iveta Meškovska.



Netālu no Vaboles sastapām svētcēlniekus, kuri devās uz Aglonu.



Dažiem bija nepieciešams braucamrīka operatīvs remonts.

Vīsi attēli – M. Gilla foto

nē pagājušā gadsimtā nokrita slavenais Liksnas meteorīts. Lielākā daļa gabalu esot iekrituši Kalupes ezerā, bet pārējie esot savākti un vēlāk izvesti no Latvijas. Viens no interesantākajiem apskates objektiem bija Latvijas lielākā laukakmeņa – Nicgales akmeņa – apskate. Savdabīgi ir tas, ka jau ilgu neviens



Ekskursijas laikā pie Liksnas baznīcas.

nav varējis precīzi noteikt šā akmeņa izmērus un tilpumu. Esot veidotas dažādas komisijas, atrakta daļa no pamatnes, bet tā arī precīzs rezultāts nav iegūts. Ekskursijas laikā bija iespējams arī apskatīt Liksnas, Nicgales un Kalupes baznīcas.

Tāda isumā bija nometnes “*Ērgļa Kaņa*” norise. Lasītāji šajā *ZvD* numurā var jau iepazīties ar informāciju par jauno organizējamo nometni – “*Ērgļa Lambda*”. Esiet entuziasma un astronomiskas intereses pilni un droši rodiet iespēju piedalīties šajā pasākumā! D

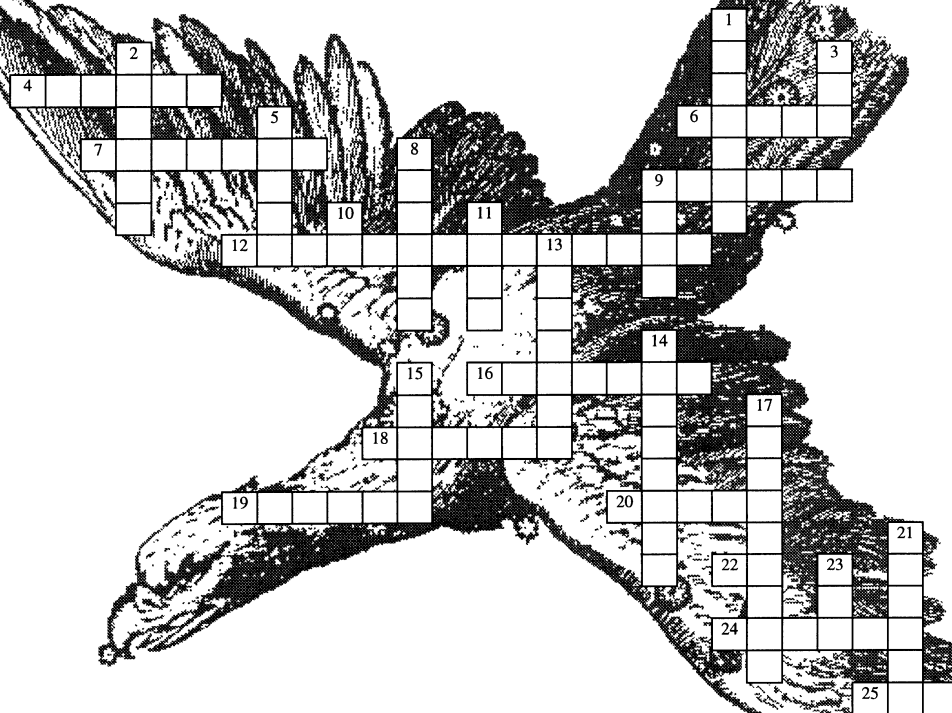
KONKURSS ✂ KONKURSS ✂ KONKURSS ✂ KONKURSS ✂ KONKURSS

1. Kad nokrita Liksnas meteorīts un kur pašlaik atrodas tā gabali?
2. Lūdzu, pamēģiniet uzminēt, cik dalībnieku piedalīsies nometnē “*Ērgļa Lambda*”.

Precīzāko atbilžu autori saņems balvas (atbildes ar norādi “*Ērgļa nometnes konkurss*” gaidīsim līdz 1. augustam pēc “*ZvD*” adreses: Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586).

M. G.

KRUSTVĀRDU MĪKLA PAR ĒRĢĻA NOMETNI



Līmeniski: 4. Vieta, kur ir redzami astronomiski objekti. 6. Nosaukums nometnei, kas notika 1994. gadā. 7. Īpašvārds meteorītam, kura gabali nokrita Kalupes apkaimē. 9. Nometnes dibinātājs, meteoru un kosmoloģijas speciālists. 12. Lielākais astronomu instruments, kas aplūkots *Ērģļa* notmetņu laikā. 16. Vieta, no kuras netālu notika nometne un bija iespējams apskatīt pilskalnus. 18. Vieta netālu no Baltijas jūras, kur nometne notika otrreiz. 19. 2000. gada nometnes norises vieta. 20. Ilggadējs nometnes vadītājs, arī zvaigznājs. 22. Nometnes, kas notiks 2006. gadā, nosaukums. 24. Nometne, kas ir aiznākošā aiz Saules aptumsuma novērošanas pasākuma. 25. Organizācija, kas pēdējos gados aktīvi piedalās nometnes darbā.

Stateniski: 1. Objekti, kurus visvairāk vēlas novērot *Ērģļa* nometnes dalībnieki. 2. Punkts, kurā parasti skatās, kad novēro meteorus. 3. Nometne, kas notika netālu no Lietuvas. 5. Trešās ar vārdu esošās *Ērģļa* nometnes nosaukums. 8. Nometnes norises laika posmi, kas padara nometni ilgstošāku. 9. 2000. gada nometnes nosaukums. 10. Iestāde, kurā strādā lielākā daļa Latvijas astronomu (*saišināts nosaukums*). 11. Nosaukums nometnei, kas otro reizi notika netālu no Ērģļiem. 13. Vieta, kur trīs gadus pēc kārtas pulcējās jaunie astronomi. 14. Vieta, kur vienīgo reizi notika nometne izbraukuma režīmā. 15. Galvenais astronomu novērojamais objekts dienā. 17. Novērojamā plūsma, kas saista ērgļeniešus. 21. Gadalaiks, kad notiek nometne. 23. Organizācija, kas ik gadu atbalsta nometni (*saišinājums*).

Sastādījis **Mārtiņš Gills**

SAULES PULKSTENI VISAI LATVIJAI

(2. turpinājums)

PULKSTENĀ UZSTĀDĪŠANA

Kad pulkstenis ir gatavs, tas ir pareizi jāuzstāda. Vispirms **jāizvēlas vieta**, kuru Saule apspīd diennakts gaišā laika lielāko daļu. Parasti tas ir nenoēnots apgabals, kas pavērsts uz dienvidiem. Jebkura ēka vai koks uz austrumiem vai rietumiem no izvēlētas vietas saīsina pulksteņa darba laiku no rīta un vakarā.

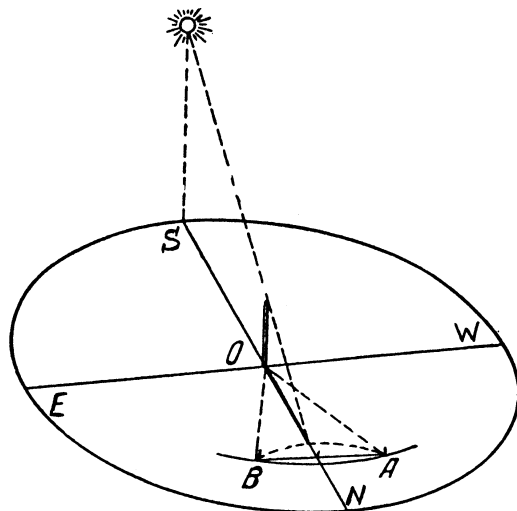
Pulkstenim vēlams uzbūvēt nelielu paliktni – galdiņu uz stingras kājas. Galdiņš pulksteņa ciparnīcai jānovieto pēc iespējas horizontāli. Pārbaudiet to ar namdara līmeņrādi!

Pulkstenim ir jābūt precīzi uzstādītam **ziemeļu–dienvidu virzienā** (pa meridiānu). Kompasam šim mērķim tieši lietot nevar magnētiskās deklinācijas – magnētiskā un ģeogrāfiskā meridiāna nesakrīšanas – dēļ. Šī nesakrīšana dažādiem ģeogrāfiskiem punktiem arī ir dažāda. Pat ja nobīde ir tikai 5 grādi, pulkstenis rādīs laiku ar apmēram pusstundu lielu kļūdu!

Pusdienlaika līnijas noteikšana. Pusdienlaika līnija iet caur **ziemeļu** punktu, doto punktu un **dienvidu** punktu. Tā sakrīt ar novērotāja meridiānu (*sk. att.*).

Pusdienlaika līnijas (meridiāna) novilkšanai jāizmanto **gnomons** – vertikāls stienis, kas met asu ēnu uz gludu **horizontālu** virsmu. Nāksies vēltīt dažas stundas, atzīmējot gnomona mestās ēnas galapunktus.

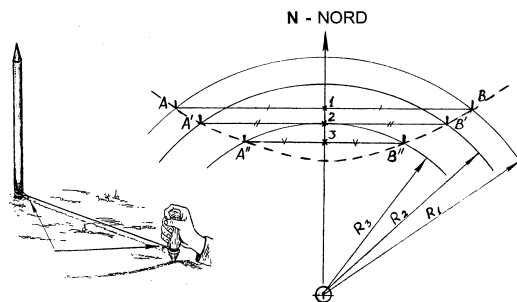
Vispirms piestipriniet stingru (!) auklu gnomona pamatnei un novelciet divus trīs dažāda rādiusa riņķa līniju lokus tā, lai gnomona ēnas gals saisinoties (līdz pusdienlaikam) un pagarinoties (pēc pusdienlaika) šķērsotu šos lokus (*sk. att.*). Iepriekšējā dienā atzīmējiet (aptuveni) ēnas stāvokli pusdienlaikā, kā arī apmēram 3 stundas pirms un pēc tā, lai zinātu, kur jāzīmē loki.



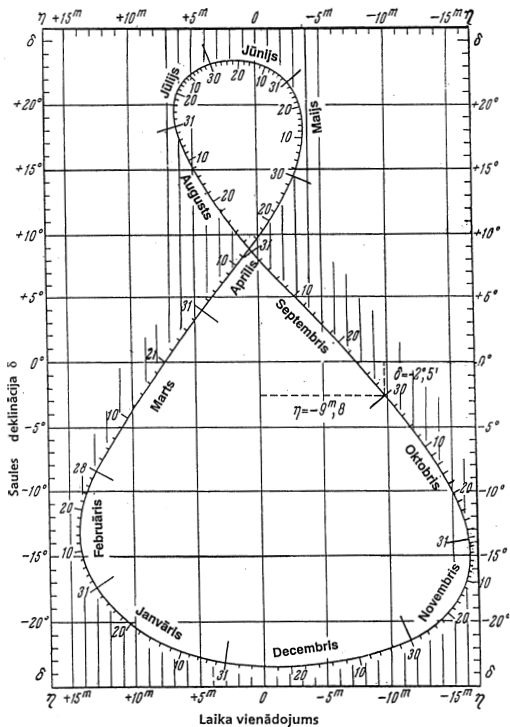
Pusdienlaika līnijas noteikšana.

Riņķa līniju loku novilkšanai vislabāk ir izmantot metāla ķēdi.

Iesītiem nelieliem mietīņus punktos, kuros ēnas gals šķērsu lokus. Savienojiet viena loka divus punktus ar taisnu līniju un nosakiet šā nogriežņa viduspunktu. Novelciet taisni no atrastā viduspunkta caur gnomonu – tā arī būs pusdienlaika līnija. Neuzticieties pirmajam rezultātam! *Pre-*



Pusdienlaika līnijas novilkšana.



Nomogramma laika vienādojuma un Saules deklinācijas noteikšanai.

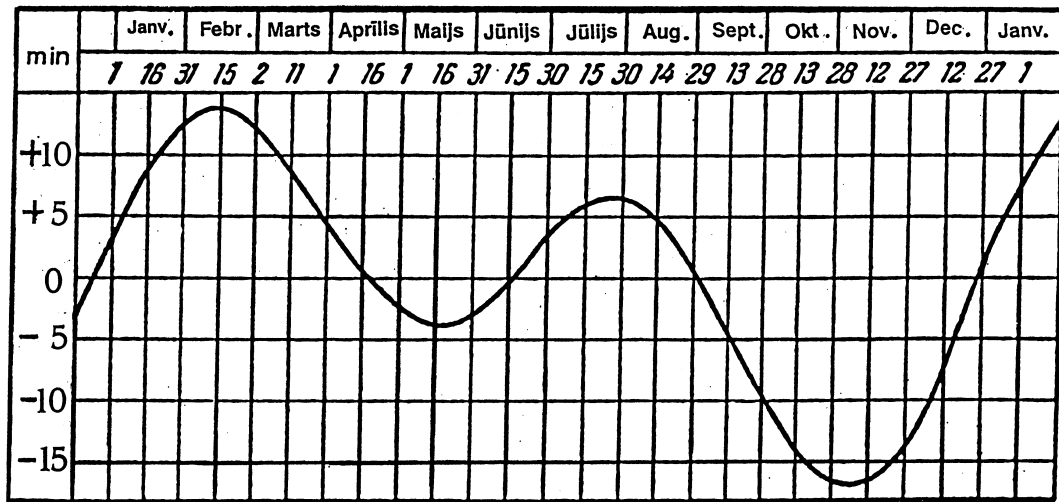
cizitātes paaugstināšanai ir jāizdara 2–3 neatkarīgi pusdienlaika līnijas konstruējumi ar dažāda diametra lokiem.

Jūs visu esat paveikuši godam: pulkstenis ir izgatavots, pusdienlaika līnija ir atrasta, pulksteņa paliktņš arī ir gatavs. Atliek tikai uzstādīt pulksteni vietā un priecāties, skatoties, kā tas darbojas – ēna “skries” pa ciparnīcu, atzīmējot katru pusstundu. Bet tomēr Saules un rokas pulksteņu rādījumi nesakrīt! Kur kļūda?

Izrādās, ka **Saule gada laikā pārvietojas pa debess sfēru nevienmērīgi**. Tā reizēm atpaliek un reizēm apsteidz **vidējo Saules laiku** (kura gaita ir vienmērīga – tā pieņemts ērtībai). Lai labotu Saules pulksteņa rādījumus, tika sastādīti speciāli grafiki – **nomogrammas** (sk. att.). Vienu no to veidiem, kas attēlo reālo Saules kustību pa debess jumu, sauc par **analemmu**.

KĀ IZMANTOT NOMOGRAMMU?

Zinot datumu, nomogrammas labojumu pieskaita Saules pulksteņa rādījumam. Piemēram: 30. septembrī (sk. nomogrammu) labojums sasniedz gandrīz 10 minūtes ar zīmi “–”. Tātad, ja ēna, ko met pulksteņa ēnas rādītājs,



Laika vienādojums.

JAUNIEŠU ASTRONOMIJAS KLUBĀ

ZVAIGZNĀJI VASARAS PUSNAKTĪ

Pie debesīm vasarā visvairāk izceļas Lira, kuras α jeb (1) veido vienu no vasaras trijstūra virsotnēm. Tā ir pirmā zvaigzne, kura parādās satumsušajās debesīs. Pa kreisi no tās ir novērojama interesanta zvaigzne Liras ϵ – tā sastāv no četrām zvaigznēm, tiesa gan, tās var izšķirt tikai spēcīgā teleskopā. Liras β ir redzama kā zvaigžņu pāris, tā spožākā komponente ir maiņzvaigzne, kura sastāv no divām zvaigznēm, kas atrodas tik cieši kopā, ka to savstarpējie pievilksanas spēki tām piešķirūši ovālu formu. Turpat netālu starp β un γ diezgan spēcīgā teleskopā ir novērojams (2) miglājs, tā centrā atrodas balta, karsta zvaigzne, kuras ultravioletais starojums izraisa miglāja gāzu spīdēšanu. Patiesie miglāja izmēri pat 600 reizi pārsniedz Saules sistēmas izmērus. Pa labi no α atrodas Lirīdu meteoru plūsmas (3), plūsmas lielākā aktivitāte novērojama aprīļa vidū, kad no Liras izlido spoži, ātri meteorīti.

Netālu no Liras atrodas (4) zvaigznājs, kurš pie debesīm veido lielu krustu. Senie grieķi to sauca par Putnu, uzskatot, ka Zevs pārvērties par (4), lai nemanīts tiktu pie skaistules Lēdas. Tā α jeb (5), kas no arābu valodas nozīmē “aste”, veido vasaras trijstūra otru virsotni. Pa kreisi no tā atrodas plašs miglājs, kuru sauc par (6) tā līdzības dēļ ar šo kontinentu, tomēr jāteic, ka tas skaisti izskatās tikai fotouzņēmumos, jo tas ir pārāk vājš, lai to saskatītu nelielā teleskopā.

Ērgļa zvaigznājs atrodas krietni zemāk par Liru un (4), tā α jeb (7) veido trešo vasaras trijstūra virsotni. Uz leju no tā atrodas viena no pirmajām atklātajām maiņzvaigznēm Ērgļa η , kas ir (8) ar stingri periodisku spožuma maiņu. Turpat netālu atrodas vēl četri ne tik

izteikti zvaigznāji (9), (10), (11), kurā atrodas teleskopā saskatāmais M27, ko tā gareniskās formas dēļ nosaukuši par (12), kā arī (13) zvaigznājs, kurš atgādina no jūras izlēkušas zivs apveidus.

(14) var arī uzskatīt par trispadsmito (15) zvaigznāju, jo tajā no novembra līdz decembrim uzturas Saule. Tas īpaši neizceļas pie vasaras debesīm, jo tā neregulāro daudzstūri veido nespožas zvaigznes. Netālu no šā zvaigznāja β atrodas (16) zvaigzne, kura pazīstama kā visātrākā zvaigzne, pie debesīm veicot 10,3 sekundes lielu ceļu gada laikā. Šajā zvaigznājā 1604. gadā uzliesmoja (17), kuras spožums pārsniedza Venēras maksimālo spožumu. Abās pusēs šim zvaigznājam atrodas (18), tas ir vienīgais zvaigznājs, kurš ir sadalīts divās daļās.

Zem šiem zvaigznājiem atrodas divi zodiaka zvaigznāji – (19), kura α (20) ir sarkanais pārmilzis, kas tulkojumā no grieķu valodas nozīmē “Marsa sāncensis”, jo tā krāsa ir sarkana, un otrs – (21), kurš ir vēl vājāk saskatāms par (19). Senie grieķi (21) zvaigznāju sākotnēji iztēlojās kā mitisko kentauru – puszirgu, puscilvēku. Šajā zvaigznājā Piena Ceļš ir izteikti spožs, tieši šeit ir mūsu (22) centrs, no Zemes to nevar saskatīt, jo to slēpj biezs starpzvaigžņu putekļu mākonis. Trešais zodiaka zvaigznājs, kurš arī redzams vasaras naktīs, ir (23). Zvaigznes šeit veido simetrisku figūru ar diviem ragiem. Spožākās no tām – α un β – atrodas labajā ragā. Šis zvaigznājs novērojams uz leju pa kreisi no Ērgļa zvaigznāja, senajās kartēs to attēloja kā āzi ar zivs asti, kas Senajā Ēģiptē simbolizēja pāreju no bezlietus laika perioda uz lietaino.

Skatītu vietā ielieciet pareizos nosaukumus!

Inga Začeste

GUNTA VILKA

JAUNĀS TŪKSTOŠGADES KINO

Ir atnākusi jauna tūkstošgade, bet kino šo faktu gandrīz nekādi neizmantoja. Ja neskaita zagļu filmu *“Apmānīšana”* (*“Entrapment”*, 1999. g.), kurā daudzmiljonu zādzību veica, 2000. gadam iestājoties, kad datoru uzraugi visā pasaulē ar satraukumu gaidīja, kā šo ciparu uzņems skaitļotāji. Arī bankās.

Tātad par jauno tūkstošgadi nekādas spozās idejas Holivuda pagaidām nav radījuši. Bet jāteic, ka ne tikai par to. Vispār kinofantastika (ne tikai astronomiskā) ar katru gadu kļūst vājāka, un tās paliek mazāk. Kopš pērnā gada kino apskata uz mūsu valsts kinoekrāniem iznākušas tikai kādas piecas fantastikas filmas, bet astronomisks saturs ir trijās no tām – tās ir filmas *“Sarkanā planēta”* (*“Red Planet”*, 2001. g.), *“Kaujas lauks Zeme”* (*“Battlefield Earth”*, 2000. g.) un *“Frekvence”* (*“Frequency”*, 2000. g.).

Pērngadējā filma par Marsu *“Misija uz Marsu”* (*“Mission to Mars”*) bija astronomiski gandrīz perfekta, bet sižetiski diezgan gaudena (sk. Gunta Vilka. *“Pirmie aktieri uz Marsa”* – *ZvD*, 2000. g. vasara, 63.–67. lpp.). Tajā pašā gadā uz ekrāniem tika gaidīts konkurējošais projekts *“Sarkanā planēta”*, taču tehnisku iemeslu dēļ šī filma parādījās gandrīz ar gada novēlošanos. Un kritiķi pamatoti teica, ka tā varēja arī nemaz neparādīties, nekāds lielais zaudējums jau nebūtu!

Ja *“Misija”* bija pārdomu filma, tad *“Sarkanā planēta”* ir piebāzta ar darbību, piedzīvojumiem un dramatiskiem notikumiem tiņu gaumē. Diemžēl šī ļoti aktīvā darbība ir galīgi neloģiska gandrīz vai no filmas pirmajiem kadriem! 2050. gadā uz Zemes pilnīgi

izsikuši dabiskie resursi, tādēļ notiek Marsa apstādīšana ar aļģēm, lai tur saražotu skābekli cilvēkam pietiekamā daudzumā un varētu veikt planētas kolonizāciju (un ko tad – visi Zemes iedzīvotāji pārcelsies uz Marsu?!). Pēkšņi tiek konstatēts, ka kaut kas atgadījies un aļģes strauji iet bojā. Pārbaudei uz Marsu tiek sūtīts milzīgs kosmosa kuģis ar skaitliski lielu apkalpi, lai gan tādas lietas varētu noskaidrot arī ar robotu palīdzību. Kuģim tuvojoties Marsam, tā ceļā gadās radiācijas josla, stipri cieš aparatūra. Tā vietā, lai novērstu defektus uz kuģa un tad apsektu planētu vispirms no kosmosa (un elementārā veidā konstatētu, ka uz Marsa skābekļa pietiekami, bet bāze iznīcināta), komanda bojātā kapsulā veic steidzīgu nolaišanos!

Taisnības labad jābilst, ka nolaižamais aparāts bija diezgan reālistisks – tas bija apgādāts ar gaisa spilveniem līdzīgi kā *Mars Pathfinder* 1997. gadā (sk. 1. att.). Taču fakts, ka astro-



1. att. Ar gaisa spilveniem aprīkotais nolaižamais aparāts filmā *“Sarkanā planēta”*.

nauti nebija noskaidrojuši par skābekļa esamību uz planētas līdz brīdim, kad tas izbeidzās balonos un viens no viņiem nejauši pacēla sejšegu, ir taisni vai apbrīnojams savā stulbumā! Uz tāda fona viena astronauta nogalināšana jau ir sikums. Bet tieši šī sižeta detaļa tā sadusmojusi NASA speciālistus, ka viņi atteikušies būt par filmas konsultantiem. Vai tas būtu filmu glābis? Atceroties *“Armagedonu”* (sk. *Gunta Vilka. “Pasaules gals Holivudas gaumē” – ZvD, 1999. g. pavasaris, 66.–69. lpp.*) un tās blēņas, ko toreiz bija atļāvuši uzņemt NASA speciālisti, jāšaubās.

Bet atgriezīsimies pie Marsa. *“Sarkanā planēta”* tika filmēta Jordānijas tuksnesī, kur karstums bija 45 grādi un nabaga aktieri skafandros savā ziņā jutušies gluži kā uz citas planētas (sk. 2. att.). Vienīgais trūkums – pāris reižu debesis pagadījās pa kādam gubu mākonim, kam nebija ko meklēt uz Marsa. Toties reāla izskatījās ainiņa rīta agrumā, kad astronauti pirms došanās ceļā nolēma atviegloties – uz Marsa gravitācija ir nedaudz mazāka kā uz Zemes. Bet, runājot par aļģēm – tās, izrādās, apēduši vietējie tarakāni. Apēduši un pāris gados saražojuši tik daudz skābekļa, ka pilnīgi pietiek elpošanai? Bet kur viņi bija, no kā pārtika un ko darīja līdz tam? Un kā viņus neatklāja pirmajās Marsa pārbaudēs?

Un vēl dažas indīgas piezīmes – ir tehniski neiespējami sekundes laikā ielaist kabīnē el-



2. att. Šo ierīci Krievija palaidis kosmosā ap 2030. gadu, tā apgalvo filma *“Sarkanā planēta”*.

pošanai nepieciešamo skābekļa daudzumu, tāpat kā nav iespējams atvērt ārējo lūku, ja no angāra nav izsūknēts skābeklis. Tiem, kas neskatījās filmu kino, ir iespēja to paņemt videonomā kasetē, bet brīdinu, ka tulks lasa tikai pusi teksta un to pašu kļūdaini, tā kā kopumā iespaids par filmu jums būs vēl sliktāks.

Otrs lielais fantastikas grāvējs *“Kaujaslauks Zeme”* pie mums startēja tieši pirmajās jaunās tūkstošgades dienās. Šo filmu jau pirms tās iznākšanas uz pasaules ekrāniem apvija dažādas baumas un skandāli. Filmas pamatā ir rakstnieka Rona Habarda visnotaļ solidais apokaliptiskās fantastikas romāns. Vēlāk Habards kļuva par ASV tik populārās reliģiski filozofiskās mācības scientoloģijas tēvu. Bet viens no aktīvākajiem šīs sekts biedriem aktieris Džons Travolta jau sen sapņoja uzņemt filmu pēc šā romāna motīviem.

Pirmā problēma bija naudas trūkums. Studijas nez kāpēc nealka šo projektu finansēt. Tāpēc Travolta bija spiests ķerties pie dažādiem trikiem – filmas reklāmas kampaņas Kannās, kad darbs vēl nebija ne pusē, kā arī pie naudas izspiešanas no sekts biedriem



3. att. Psihosu kara tehnika no filmas *“Kaujaslauks Zeme”*.

(daudzi scientologiju uzskata par tās biedru totalitāras uzraudzības sektu ar izteiktu hierarhiju). Galu galā 80 miljonu vērtā filma iznāca uz ekrāniem. Un nopelnīja gada sliktākās filmas titulu!

Kas tad filmā notiek? 3000. gadā uz Zemes valda psihlosi no planētas Psihlo (sk. 3. att.). Cilvēku palicis pavisam maz, un tie paši ir psihlosu vergi vai arī nikuļo grūti pieejamās vietās. Ja uz Zemes nebūtu derīgo izrakteņu, psihlosi jau sen šo planētu būtu iznīcinājuši. Tad psihlosu gūstā nonāk kāds gudrāks mežonis, kas vergus sadumpo. Tiem, kas romānu nav lasījuši, šī filma liksies galīgi neticama. Vienkārši režisors no literārā materiāla ir paņēmis aktīvo darbību, bet izlaidis tādas vājdzīgas, taču garlaicīgas lietas kā mācišanos. Un tā iznāk, ka alu laikmeta līmeņa cilvēki, kas neprata lasīt, pāris dienu laikā atrod un perfekti apgūst visu veidu ieročus, kā arī prasmi lidot ar iznīcinātājiem. Kā gan tie armijas bunkuros



4. att. Psihloss ar ieroci un masku elpošanai no filmas “Kaujas lauks Zeme”.

varēja pilnīgi nebojāti saglabāties tūkstoš gadus? Un benzīns, tas arī kannās bija saglabājies?

Toties vizuāli filma ļoti varenī uzņemta, kauju ainas ir vienkārši lieliskas. Tiesa, ļaunie citplanētieši psihlosi izskatījās mazliet jocīgi – ar dredu matiem, uz baismīgām platformenēm

un cūku kājiņām līdzīgiem pirkstiem. Un viņu sievietes mēles spēja izstiept metru garas. Citādi cilvēki, kā cilvēki, starp viņiem gadījās pat nēģeri! Psihlosi ienāda zilo un zaļo krāsu, jo uz Psihlo, lūk, viss esot brīnišķīgā melni violetā krāsā. Zemes gaiss viņiem bija indīgs, bet no saskares ar urānu viņu elpojamā gāze momentā sprāga (sk. 4. att.).

Bet filmā “*Frekvence*” fantastiskie notikumi bija gandrīz vai vēl neticamāki nekā iepriekšminētajā “*Kaujas laukā*”. Sižets isumā ir šāds. Virs kādas Amerikas pilsētas vairākas dienas novērojama neticami spoža un spēcīga ziemeļblāzma. Tā kā ziemeļblāzma atstaro radioviļņus, tad filmas autoriem bija iešāvies prātā, ka šādi varbūt varētu notikt sazināšanās laikā. Filmas varonis ieslēdz veclaičīgu radio raidītāju un pavisam negaidot uztver sava pirms 25 gadiem mirušā tēva balsi. Viņš brīdina tēvu par tam draudošajām briesmām un tādā veidā izmaina pagātini.

Videonomā man gadījās atrast arī kādu patiesi labu filmu, žēl, ka tā pie mums nav demonstrēta uz lielā ekrāna. “*Galaktikas meklējumos*” (“*Galaxy Quest*”, 2000. g.) ir varen jautra komēdija, parodija par ASV tik ļoti populāro fantastikas seriālu “*Zvaigžņu ceļš*”. Aktieru ansamblis arī lielisks, vienā no lomām Sigurnija Vīvere – galvenā “*Svešo*” iznīcinātāja, šoreiz ļoti seksīgā tērpā un ar



5. att. Varoņi filmā “*Galaktikas meklējumos*” cinās ar uzbrucējiem.



6. att. Citplanētiešu kamuflāžas tērps un īstais izskats filmā “Galaktikas meklējumos”.

blondu parūku. Sižets šāds – populārā fantastikas seriāla aktieri tiekas ar saviem skatītājiem. Kad viņi dala autogrāfus, pie viņiem ar lūgumu pēc palīdzības griežas citplanētiešu grupa. Aktieri viņiem, protams, nenotic un domā, ka tie ir seriāla fani, kas muļķojas. Tikai nonākuši uz citplanētiešu kuģa, kas uzbūvēts pēc zemiešu “ziepju operas” kosmosa kuģa parauga, viņi saprot, kādās nepatikšanās iekļuvuši (sk. 5. att.). Paši citplanētieši arī bija neatvairāmi – īstajā izskatā kā milzu kalmāri, tikai maskējušies par cilvēkiem (sk. 6. att.).

Informācija tiem, kam savulaik patika filma “Zvaigžņu vārti” (“Stargate”). Ir uzņemts seriāls – turpinājums –, un tas ir pieejams videonomā vairākās kasetēs. Brīdinu, ka no oriģinālās filmas saglabāta vienīgi anturāža, citādi tas ir īsts seriāls – darbība izstiepta un “sacerēti” jauni pliekani briesmoņi sižeta turpināšanai.

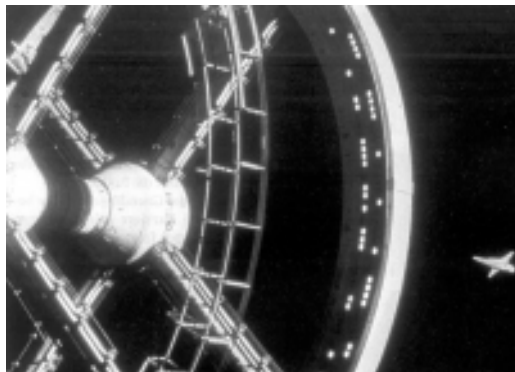
Tāpat videonomā pieejams kosmiskais bojevīks “Titāns” (“Titan A. E.”, 2000. g.) – multiplikācijas filma par Zemes bojāeju un jaunas kolonijas izveidošanu kosmosā. Pamatīgs grāvējs, labi uzzīmēts, bet sižets nepārliecinošs un varoņi tāpat. Pat tīņu auditorija, kam šī filma patiesībā bija domāta, Amerikā skatījās to bez gaidītās aizrautības (sk. att. krāsu ielikuma 4. lpp.).



Lai kompensētu neseno fantastisko filmu trūcīgo klāstu, ieskatisimies agrāk uzņemtajās filmās un palūkosimies, kā trešo tūkstošgadi iztēlojas kino.

1997. gads. Filmā “Bēgšana no Ņujorkas” (uzņemta 1981. g.) darbība notiek toreiz tālajā 1997. gadā. Manhetenas rajons Ņujorkā ir liela drupu kaudze, kur ierikots stingras uzraudzības cietums. Milzīgs žogs un individuālas izsekošanas mikroshēmas neļauj cietumniekiem aizbēgt. Pārējā Amerikas daļā valda totalitārs armijas režīms.

2001. gads. Stenlija Kubrika filma “2001. gads: kosmiskā odiseja” (1968. g.), kas uzņemta pēc Artūra Klarka romāna, stāsta par to, ka aukstais karš ir beidzies – krievi un amerikāņi kopā draudzīgi dzīvo un strādā milzīgajā kos-



7. att. Saskaņā ar filmu “2001. gads: kosmiskā odiseja” šādai kosmiskajai stacijai vajadzēja būt gatavai jau 2001. gadā.

miskajā stacijā, bet svarīgāko informāciju viens otram tomēr neatklāj. Padomju Savienība pastāv un akadēmiķis Andrejs Saharovs (1921–1989) vēl ir dzīvs. Cilvēki lido uz Jupiteru, notiek pirmais kompjūteru “dumpis”. Stacijas dizainu sk. 7. attēla.

2004. gads. Filmā “Laika policists” (1997. g.) brašais laika dienesta policists izseko tos pilsoņus, kas izmanto laika mašīnu noziegumu veikšanai pagātnē. Izņemot dizainiski interesantas mašīnas, nekādu atšķirību no mūsdienām.

2008. gads. “Skaitītās sekundes” (1991. g.) – ir izkusuši polārie ledi un ūdens spēcīgi applūdinājis Londonu. Tagad tā atgādina Ņujorkas izgāztuves, tikai slapjas. Ar ūdeni pilnajos pagrabos ieviesies mutants – cilvēkēdājs. Viņu tvarsta parasta policija, nekādu oriģinālu ideju.

2010. gads. Filma “2010.” (1984. g.) ir turpinājums S. Kubrika “2001. gadam”, arī uzņemta pēc A. Klarka romāna. Kopīgā padomju–amerikāņu astronautu komanda lido uz Jupiteru. Uz Jupitera pavadoņa Eiropas nolaižas ķīniešu kosmiskais kuģis, bet, ledus virskārtai izkūstot un ielūstot, tas nogrimst okeānā. Uz Zemes viss kibernetizēts. Delfini sarunājas ar cilvēkiem.

2019. gads. Filma “Pa naža asmeni skrejjošais” (1982. g.) uzņemta pēc Filipa Dika romāna. Androidi replikanti sākuši cīņu par savām tiesībām, bet viņus vajā un tos, kas pametuši viņiem ierādītās zonas, iznīcina. Nākotnes Losandželosā nepārtraukti list, mašīnas lido, citādi viss pa vecam.

2024. gads. Filma “Sagrāvējs” (1993. g.) ar Silvestru Stalloni ir viens liels smieklīgs grāvējs. Ja cilvēks skaļi nolaumājas, tad automāti to reģistrē un nosaka soda naudas apmērus (pēc vārdu skaita). Sekss ir tikai virtuāls, nekādas “šķidrumu apmaiņas” starp indivīdiem. Cilvēki ir ārkārtīgi labi un laipni un pieklājīgi. Tualetē papīra vietā stāv trīs glie-mežnīcas... Galvenais varonis – atdzīvināts pagātnes policists – tā arī nesaprata, kā tās jālieto un uz tualeti gāja kārtīgi nolaumāties un savācis soda talonu žūksni...

2035. gads. Filma “12 pērtiķu” (1995. g.) ir ļoti drūma nākotnes vīzija. Pēc Katastrofas, kad no kādas briesmīgas vīrusu slimības gājuši bojā gandrīz visi Zemes iedzīvotāji, pāri palikušie mitinās briesmīgos pagrabos. Ir iespējams ceļot laikā, tādēļ kāds cietumnieks tiek sūtīts uz pirmsslimības laiku, lai visu novērstu. Nekas neiznāk. Laiku nav iespējams mainīt, pat ja tur esi nonācis.

2050. gads. “Sarkanā planēta” (2001. g.). Kosmonauti izmanto superlokanu un ultravieglu infoekrānu, citādi viss kā mūsdienai kosmonautiem.

XXIII gadsimts. Filma “Piektais elements” (1997. g.). Jā, režisoram Lukam Besonam iztēle darbojas perfekti un pie filmas strādājuši lieliski dizaineri! Viss transports lido, jo tuvāk pie zemes virsmas klājas neaureddzami miglas – bieza smoga slāņi. Dažnedažādu stilu ieroči, planētas – laineri, neticamas ārstu iespējas no nelielas ķermeņa detaļas reģenerēt veselus cilvēkus. Tādā nākotnes pa saulē būtu interesanti pabūt (sk. att. krāsū ielikuma 4. lpp.). D

JĀNIS JANSONS

JĀZEPS ČUDARS – PIRMAIS LATGAĻU FIZIĶIS (1910–1990)

“*Jaunais cilvēks, kas ir saldāks par medu?*” – lekcijas laikā docents J. Čudars kļuva jautā studentam, kura blakussēdētāja ir cieši iesnāudiesies.

“*Miegs,*” – pēc brīža čukst students.

“*Pareiz!*” – tikpat kļuva nopriecājas docents par gaidīto atbildi un uzmanīgi atgriezās pie tāfeles, lai turpinātu fizikas pamatu skaidro izklāstu tikami samtainā baritonā saviem ieliksiemotajiem audzēkņiem.

Gaidītā atbilde labi zināma Jāzepam Čudaram, jo Latvijas Universitāti (LU) viņš pabeidza četros gados, daudz mācoties un līdztekus smagi strādājot, lai pelnītu dienišķo iztiku.

Noraksts

Latvijas Universitāte, izsniedzama šo diplomu saskaņā ar Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes padomes 1936. gada 18. septembra lēmumu apliecinā, ka JĀZEPS ČUDARS, dzimis 1910. gada 16. jūnijā, Bērzgales pagastā, ļoti sekmīgi beidzis Latvijas Universitātes Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes matemātikas nodaļas pilnu kursu ar visiem praktiskiem darbiem un pārbaudījumiem, izturējis akadēmisko gala eksāmenu, iesniedzis apmierinošu zinātnisko darbu un ieguvis MATEMATIKAS ZINĀTŅU KANDIDĀTA GRĀDU ar visām likumā paredzētām tiesībām.

/Zīmogs: Latvijas Universitāte/

Rīgā, 1936. gada 3. oktobrī No 196

Universitātes Sekretārs: /A. Valdmanis/

REKTORS: /J. Auškāps/

Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes

Dekāns: /Fr. Gulbis/

Saskaņā ar 1939. gada 27. septembra pārrozījumiem un papildinājumiem Izglītības

un kultūras nolikuma 299. pantā/“V. V.” 1939. g. 220. num./ šai diplomā apzīmētais kandidāta grāds pārdēvēts par maģistra grādu.

Rīgā, 1941. g. 12. septembrī No 3865

Rektora v. i.: /K. Straubergs/ /Zīmogs/

Sekretārs: /A. Valdmanis/

Jāzepam šūpulis kārts Mežvidos, Lakšenieku mājās (ceļā no Rēzeknes uz Kārsavu dažus desmitus kilometru no Krievijas robežas) saimnieka Eduarda un Marijas (*sk. 1. att.*) ģimenē kā pirmam no 11 bērniem. Sākuma izglītību guva Bērzgales 6 klašu pamatskolā. No 31.08.1926. līdz 13.06.1930. turpināja mācīties Aglonas ģimnāzijā (*sk. 2. att.*). Tur dzīvoja internātā. Jau no bērnības bija audzināts katoļticībā. Ģimnāzijā iesaistījās Atturībnieku biedrībā.

Jāzepe bija īstens katolis un ļoti taisnprātīgs. To, piemēram, liecina gadījums kādās Ziemassvētku brīvdienās. Nepacietībā atgrie-



1. att. Jāzepe Čudara vecāki Marija un Eduards 1936. gada.



2. att. J. Čudars (*pirmais no labās puses*) kopā ar Aglonas ģimnāzijas klasesbiedriem, mācoties gala pārbaudījumiem 1930. gada pavasarī.

zies svētku priekšdienās dzimtajās mājās, viņš ieraudzīja, ka tēvs ar brāļiem brūvē kārtīgu latgaļu alu, lai svinētu Jēzus Kristus dzimšanu. To nu Jāzeps nevarēja pieņemt un paciest. Viņa pūles pārtraukt alus brūvēšanu izrādījās bezcerīgas. Tamdēļ viņš pameta šos “ķecerus” un atgriezās Aglonā, lai vientulībā, bet istā veidā atzīmētu Ziemassvētkus un brīvos brīžos mācītos.

Skolas kursu Jāzeps beidza “pēc pirmā tipa” ar “ļoti labām” sekmēm visās mācībās, izņemot latgaliešu izloksnē, kur ieguva vieniņo atzīmi – tikai “labi”. Tas tamdēļ, ka Mežvidos latgaļu valoda bija stipri piesārņota ar krievu vārdiem un izteicieniem tuvās robežas un ievērojamā tautu sajaukuma dēļ.



3. att. LU Matemātikas zinātniskā pulciņa valde 1932. gadā. *Vidū* – valdes priekšsēdis J. Čudars, *pa kreisi* no viņa – L. Jansons.

1934. gada rudenī J. Čudars iestājās LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes Matemātikas nodaļā, lai studētu fiziku. Līdztekus sāka strādāt Valsts elektrotehniskajā fabrikā (VEF) par inkasentu, jo materiālais atbalsts no mājām tikpat kā nebija iespējams. Vecāku saimniecība bija ļoti maza un trūcīga. Sākumā viņiem trūka pat sava ābeļdarza. Tolaik Mežvidos vēl piekopa “šņoru” gabalu zemniecību – katru pavasari sādžas iedzīvotāji pārdalīja zemi gabaliņos ar auklām. Tamdēļ jau arī neviens kārtīgi neiekopa gadam izlozēto zemi. Turklāt Jāzepam vēl vajadzēja rūpēties un palīdzēt brāļiem un māsām, kas visi bija mazāki.

Bet jaunajam censonim nekas nebija par grūtu. Studiju laikā viņš vēl arī aktīvi piedalījās LU Matemātikas zinātniskajā pulciņā, bija tā priekšsēdis (*sk. 3. att.*) un centīgi līdzdarbojās studentu biedrībā “*Latgola*” (*sk. 4. att.*).



4. att. Studentu biedrības “*Latgola*” vecbiedrs J. Čudars 1934. gadā.

Draugam Jezupam Čudaram

Zynūt tās gryuteības, ar kaidom ir saistētas studiju gaitas, mums ir lels prieks redzēt Tevi Latvijas Universitātes absolventu vydā un, kai jaunūi matematiki īvest myusu organizācijas filistru saimē.

Byudams myusu organizācijas aktīvs bīdris, dzīdošonas vadeitōjs un valdes lūceklis, ar lelu dedzību Tu veici myusu b-bas organizēšonas un īkšējōs izbyuves dorbu, par kū Tev sirsnīgi pasateicam.

B-bas "Latgola" draugi tic, ka arī turpmōk souv dorbu Tu velteisi myusu organizācijas un tāvu zemes lobā.

"Ar skaidru sirdi tāvu zemes dorbā."

L. Ū. stud. b-ba "Latgola" (Zem sveikuma teksta daudzi paraksti)

Savā autobiogrāfijā 1946. gada 21. jūlijā J. Čudars raksta: "Pēc gala eksāmenu nolikšanas Universitātē 1934. gada rudenī es jutu aicinājumu atgriezties Latgalē un mācīt jaunus censoņus Rēzeknes ģimnāzijā un Rēzek-

nes komercskolā (sk. 5. att.). Arī man pašam kā diplomētam skolotājam vajadzēja vēl daudz mācīties.

Rēzeknē bez parastā darba es vēl paveicu šādus pasākumus:

1) Fizikas praktisko darbu izveidošana Rēzeknes reālā tipa ģimnāzijā 1937. g.

2) Elektrības instalācijas kursu noorganizēšana un vadīšana pie Rēzeknes Tautas augstskolas, kā arī lekciju lasīšanaursos (1938. g.).

3) Fizikas uzdevumu krājuma sastādīšana (ar nepieciešamo teoriju paragrāfu sākumos) 1938. g."

Pirmajā padomju okupācijas laikā "baigajā" 1940./1941. gadā, kad rudenī LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultāti pēc PSRS parauga sadalīja Dabas zinātņu un Fizikas un matemātikas fakultātēs, Fizikas institūta (FI) direktors Frīcis Gulbis uzaicināja J. Čudaru par asistentu. J. Čudars minētajā autobiogrāfijā to apraksta šādi:



5. att. Rēzeknes ģimnāzijas fizikas skolotājs J. Čudars ar saviem audzēkņiem 1935. gadā.



6. att. Universitātes Fizikas institūta asist. J. Čudars (*pirmais no kreisās puses*) vada laboratorijas darbus Vispārīgās fizikas praktikumā 40. gadu sākumā.

“Atkal Rīgā kopš 1940. gada; 4 gadus es izstudēju “asistenāta skolu” fizikas laboratorijās (sk. 6. att.) un 2 gadus “lektora skolu” fizikas auditorijās. Protams, izglītības darbs turpinājās.

Zinātniskā darbā esmu diezgan daudz mocījies darba istabā, lai izveidotu eksperimentēšanas iekārtu, lai iegūtu augstus vakuumus (sk. 7. att.), stabilus spriegumus, lai elektrometrs spētu stabili darboties, uzrādot strāvas līdz $10^{-14}A$, utt.”



7. att. Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Eksperimentālās fizikas katedras pasniedzējs J. Čudars (*pa labi*) kopā ar līdzstrādnieku tīra eļļas difūzijas vakuumsūkni 40. gadu vidū.

Laikiem no jauna mainoties 1944. gada rudenī, kad Rīgā vācu fašistus nomainīja padomju vara un vēl smagāka okupācija, Fizikas un matemātikas fakultāti atkal atjaunoja. Tās ēka un iekārtojums Kronvalda bulvārī 4 ir stipri cietis no okupantiem un bombardēšanas. Jāzeps Čudars ir to nedaudzo palikušo FI bijušo darbinieku vidū, kuri, pārvarot daudzas grūtības, ir atkal darba ierindā. Jau 1944./1945. gada mijā sāk darboties Eksperimentālās fizikas katedra docenta Ludviga Jansona vadībā un tajā – vecākais pasniedzējs J. Čudars. Fizikas priekšmeta lekcijas, praktiskie un laboratoriju darbi bija jāveda ne tikai fiziķiem un matemātiķiem, bet arī ķīmiķiem, biologiem, mediķiem un daudzo inženierzinātņu studentiem, turklāt katrai nozarei bija īpaša mācību programma un pasniegšanas veids.

Līdztekus darbam LU J. Čudars no 1945. līdz 1948. gadam vada Fizikas katedru Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā un no 1950. līdz 1953. gadam strādā par vecāko pasniedzēju Latvijas Valsts pedagoģiskajā institūtā.

1946. gada pavasarī dibinājās LPSR Zinātņu akadēmijas Fizikas institūts (ZA FI). Tajā J. Čudars uzsāk darboties no 1946. gada jūlija. Viņš raksta:

“Tieši pasāktās elektronikas dēļ es vēlētos piedalīties kā līdzstrādnieks arī LPSR Zinātņu Akadēmijā, lai varētu plašākā mērogā, kopā ar varbūtējiem citiem līdzstrādniekiem šīnī nozarē, strādāt un veidoties par zinātnisku līdzstrādnieku istā vārda nozīmē.”

Rezultāti nāk strauji – jau 1949. gada 6. jūnijā Jāzeps Čudars kā pirmais Latvijas Valsts universitātē izstrādāja zinātņu kandidāta grāda disertāciju eksperimentālajā fizikā, kuras nosaukums krieviski ir *“Действующее поперечное сечение находящихся вне вещества электронов по отношению к электронным лучам”* (sk. 8. att.). Tad vēl neviens LVU varas vīrs isti nesaprata, kā sarīkot disertācijas aizstāvēšanas sēdi. Drošības dēļ izmantoja Universitātes Lielo aulu (sk. 9. att.). J. Čudars ir vienīgais vismaz līdz 1955. gada septembrim, kas disertāciju fizikā



8. att. Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Eksperimentālās fizikas katedras vecākais pasniedzējs J. Čudars 1949. gadā pie savas zinātņu kandidāta darba eksperimentālās iekārtas, ar kuru pētīja elektronu sadursmes.

bija aizstāvējis LVU*. Vienīgi vēl divi mācību spēki to izdarīja matemātikā [LZA Vēstis, Nr. 9 (98), 1955, 150. lpp.]. Pamatojoties uz to, bet kaut kādā neizprotamā veidā neievērojot, ka J. Čudars nav komunistu partijas biedrs, PSRS Augstākā atestācijas komisija 1952. gada 15. martā piešķir viņam fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, kā arī 1957. gada 31. janvārī – vecākā zinātniskā līdzstrādnieka nosaukumu “vielas uzbūves” specialitātē.

Tiešām, Jāzeps Čudars nekad nebija biedrs komunistu partijā. No bērnības līdz mūža galam viņš bija pārliecināts un darbīgs katolis, kas apmeklēja baznīcu un pat dziedāja draudzes kori. Mūzika viņam bija sirdslieta un liela aizrautība. J. Čudars bija beidzis Rēzeknes

* LU pirmais doktora disertāciju fizikas nozarē 1942. gadā aizstāvēja Reinhards Sikсна (1901–1975). Pēckara posmā LVU kā pirmais teorētiskajā fizikā disertāciju sekmīgi aizstāvēja 1947. gadā Alfons Apinis (1911–1994), bet viņam zinātņu kandidāta grādu neapstiprināja PSRS Augstākā atestācijas komisija, jo “A. Apinis vēl nav atbrīvojis no buržuāziskās zinātnes ietekmes” (citāts no LVU rektora M. Kadeka un partijas sekretāra K. Pugo parakstītā raksturojuma).



9. att. Fizikas un matemātikas fakultātes vecākais pasniedzējs J. Čudars (*no labās puses pēdējais pie tāfeles*) kā pirmais LVU vēsturē aizstāv zinātņu kandidāta disertācijas darbu eksperimentālajā fizikā Lielajā aulā 1949. gada 6. jūnijā.

Tautas konservatoriju. Ar savu vareno baritonu viņš dziedot aizrāva visus lidzi. Bet vijoles spēle bija kas sevišķs. Jāzeps jau Aglonas ģimnāzijā un arī konservatorijā spēlēja vijoli simfoniskajā orķestrī. Vēlāk – arī Universitātes darbinieku simfoniskajā orķestrī. Viņa vijole bieži skanēja radu un draugu lokā (*sk. 10. att.*).

“Esmu Latgales trūcīgā zemnieka vecākais dēls; bez manis tēva ģimenē bija daudz bērni (*skaitā 11*), no kuriem vēl dzīvi ir 3 dēli un 2 meitas; minētie visi strādā L. P. S. Republikā.



10. att. Jāzeps spēlēja vijoli un viņa brālis Alfons Čudars – akordeonu radu saietā 60. gadu otrajā pusē.

Par šiem brāļiem un māsām man rūpes arī tagad vēl nav atkritušas. Šo rūpju rezultātā, viens brālis ir izglītojies par lauksaimniecības tehnikuma skolotāju, viens par skroderi un viena māsa pašreiz vēl apmeklē vidusskolu. Esmu dzivē daudz strādājis arī grūtu fizisku darbu (grāvjus racis, vagonus lādējis, strādājis dažādus lauku darbus). Materiālie apstākļi ir bijuši sevišķi slikti tad, kad es apmeklēju vidusskolu un kad studēju,” – raksta J. Čudars savā autobiogrāfijā 1946. gada 21. jūlijā. Te jāatzīmē, ka J. Čudara dzīvoklī Rīgā, Vīlandes ielā 17 – 6, ļoti bieži uzturējās daudzi radi un paziņas, lai papildinātos fizikā un matemātikā, kā arī pie kundzes pirms stāšanās augstskolā mācījās rakstīt sacerējumus. Šis dzīvoklis bija kā tramplins, no kura daudzi radi un paziņas no trūcīgās Latgales sāka “iekarot” Rīgu.

Jāatzīmē, ka Rīgas “iekarošana” latgaļiem veicās īpaši grūti. Latvijas brīvvalsts un vācu fašistu okupācijas laikā uz viņiem pārējie latvieši parasti skatījās ļoti aizdomīgi un bieži to pat izpauda publiski. Bez šaubām, nevienam kārtīgam rīdziniekam, kas pats pūlējās aizmirst savu vai savu senču ērkšķaino ceļu uz galvaspilsētu, tad neradīja uzticību noskrandis latgālis ar salāpītu maisu pār plecu, kurā bija visa viņa iedzīve, un kas turklāt vēl latviski runāja “briesmīgā” dialektā ar daudzu krievu vārdu piejaukumu. Stāvoklis sāka krasī mainīties padomijas laikā, kad pēc Otrā pasaules kara gandrīz visi dzimtenē palikušie latvieši bija “atbrīvoti” no mantas un bez tam vēl Latvijā speciāli ieludzināja skrاندainus proletāriešus no visas plašās PSRS. Tad latgaļiem bija priekšrocības, jo viņu sociālā izcelsme pamatā (vecāki un radi – trūcīgi laukstrādnieki) bija sociālisma cēlāju un to vadītāju labākā pamatīpašība.

Pats Jāzeps savu ģimeni sāk veidot, būdams skolotājs Rēzeknē. Viņš kādreiz bija apsēdies vilcienā blakus Bronislavai Eriņai, kura atgriezās mājup no studijām LU pie profesora J. Endzelīna. Runādamies Jāzeps stāstīja, ka nepīpējot, nedzerot, bet ejot baznīcā

un muzicējot. Tas Bronīai ļoti iepatīkās. Tomēr viņa ievēroja Jāzepa milzīgi izteikto taisnprātību, kas viņai kā gudrai J. Endzelīna studentei un vēlāk arī darba koleģei LU Filoloģijas un filozofijas fakultātē bija nepieņemami. Kādreiz vēlāk, kad Jāzeps sāka nodarboties ar zinātņu universitātes FI, viņa neizturēja un teica: “Tu, Jāzēp, neesi nekāds īsts zinātnieks. Tu katrreiz saki savus spriedumus apgalvojuma veidā: “Tā ir!” Mans skolotājs profesors J. Endzelīns vienmēr teica: “Tā varētu būt, es vēlreiz uzsveru – tā varētu būt.”” No tā laika J. Čudars kļuva pielaidīgāks un diplomātiskāks.

Kad Bronislava beidza studijas un kļuva par latviešu valodas skolotāju, viņi apprecējās 1937. gada 5. janvārī – Zvaigznes dienas priekšvakarā. Ģimenē uzauga trīs meitas (*sk. 11. att.*) un trīs mazdēli: Aivars Trops, Daniels Neibergs un Kristaps Andersons. Jāzeps Čudars visus ļoti mīlēja, bet visvairāk tomēr savu jauko Bronīu.

Viņš arī sirsnīgi mīlēja visu dzīvo un necie-ta vardarbību, nemaz nerunājot par medībām,



11. att. J. Čudars ar meitām 50. gadu vidū. No labās puses pirmā – Irēna, otrā – Inese un trešā – Silvija.



12. att. Latvijas armijas kareivis J. Čudars ar kundzi Broņislavu 1939. gadā.

makšķerēšanu un it īpaši – karu. Latvijas armijā gan nodienēja paredzētos 1,5 gadus, jo bija ista savas valsts patriots (sk. 12. att.). Bet savā dārziņā Jūrmalā Dzintaros viņš neļāva lieki nolauzt nevienu zariņu krūmiem vai kokiem. Vienreiz viņš aizgāja līdz svainim Aloizam piļu medībās ar domu, lai tās baidītu projām ar skaļiem airu vēzieniem. Tā arī bija pirmā un pedējā medību piedāvājuma reize. Viņš bija ļoti romantisks: prata priecāties par katru ziedlapiņu un pavasara saules stariņu, kuru sagaidīdams, teica: “Nu esam ziemu pārvarējuši, nu būs labi!”

Jāzeps bija taupīgs. Skaugi melsa, ka Čudars vakaros pat aptur pulksteņus, lai asītes lieki nediltu. Taču meitām katru rudeni, uzsākot jauno mācību gadu, nopirka vislabākā vilnas auduma kleitas un bija gādīgs ģimenes galva. Viņš materiāli balstīja jau pieaugušās meitas arī studiju laikā. Inese atceras, ka par katru teicami

nokārtotu pārbaudījumu tēvs viņai devis 10 rubļus un tur nu viņam sanāca prāvi maksājumi.

Tikpat rūpīgs viņš bija bērnu un mazbērnu izglītošanā. Irēna studēja medicīnu, kļuva par vienu no pirmajām ģimenes ārstēm Latvijā un sekmīgi vada savu doktorātu Jekabpīli. Silvija – tiesības, bet Inese pat beidza divas augstskolas: LVU Fizikas un matemātikas fakultāti un J. Vītola Mūzikas akadēmiju klavierspēlē. Inese tagad strādā par lektori Rīgas Pedagoģijas un izglītības vadības augstskolā, kā arī par koncertmeistari koros. Mazdēls Aivars beidza Rīgas Politehnisko institūtu, piedalījās Kalgari Olimpiskajās spēlēs bobslejā un tagad studē maģistratūrā LU, kā arī ir sporta kompleksa “Keizarmežs” direktors. Daniels ieguva tiesību zinību bakalaura grādu, mācās maģistratūrā LU un ir zvērināts advokāts. Kristaps darbojas tautsaimniecībā un mācās “Turības” augstskolā. Tagad Jāzepam ar Broņi ir jau arī trīs mazmazdēli: Kārlis, Pēteris un Gustavs. Šodien viņš ļoti priecātos par brašo turpinājumu.

J. Čudars ar 1953. gada septembri no LVU pāriet strādāt pamatdarbā uz ZA Fizikas institūtu par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku un



13. att. LZA Fizikas institūta Kodolfizikas laboratorijas vec. zin. līdzstrādnieks J. Čudars parakstās Starptautiskajā memorandā par mieru pasaulē un pret kodolbruņošanu 50. gadu beigās. Stāv (no labās puses) zin. līdzstrādnieki L. Peleķis, G. Vāle un L. Graudiņa.

pēc pusgada kļūst par Izotopu laboratorijas vadītāju. Pēc 6 gadiem dibinās patstāvīgs Vissavienības Izotopu aparātbūves zinātniski pētnieciskais institūts Rīgā. Tomēr J. Čudars paliek uzticīgs ZA FI, kļūstot atkal par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku, bet šoreiz Kodolfizikas laboratorijā (*sk. 13. att.*).

Viņa darbība institūtā ir ļoti ražīga gan zinātnē, gan vadībā, gan sabiedriskā darbā. Zinātniskajā pētniecībā izstrādāti un publicēti 18 darbu apmēram 300 lpp. apjomā, metodikā – 4 grāmatas (kopā 512 lpp.) un 3 populārzinātniskas grāmatiņas 171 lpp. kopapjomā. Bez tam vēl J. Čudars, popularizējot zinātni, daudzkārtīgi uzstājās pa radio, visplašākās auditorijās skolās, uzņēmumos, kolektīvās saimniecībās un rakstīja laikrakstos. Viņš vadīja pirmās izstādes “*Atomenerģijas izmantošana mierlaika vajadzībām*” izveidošanu un atklāšanu Rīgā 1957. gadā.

Pateicoties tam, ka J. Čudars ziemas laikā ielūza grāvī Salaspils apkārtnē un samirka, meklējot zinātniski pētnieciskā atomreaktora būvēšanas vietu Latvijā, speciālā komisija, kuru vadīja akadēmiķis I. Kirko, nolēma, ka, lai novērstu vēl kāda komisijas locekļa izmirkšanu, šī vieta ir jāpasludina par isto atomreaktora būves vietu, un svinīgi iedzina tajā vietā kārtīgu mietu (*Dr. hab. phys. Pētera Prokofjeva atmiņas*). Pēc tam šo gadījumu iemūžināja daudz pamatīgāk – ar Salaspils atomreaktora būvi.

J. Čudars tika daudzkārtīgi izvirzīts un ievēlēts arodbiedrības vadībā. Viņa darbošanās biedru sociālajā aizstāvībā tika bieži uzslavēta. Pats viņš ar kundzi šad un tad aizbrauca atvaļinājumā atpūsties uz kādu sanatoriju vai atpūtas namu dienvidos. Visvairāk par visu viņam patika peldēties jūrā un, ja nu vēl kāds muguru ar smiltīm noberza...

1961. gada 1. septembrī, izturot konkursu, J. Čudars tika iecelts par fizikas docentu Rīgas Politehniskajā institūtā (RPI). Tur viņš tikpat darbīgi kā vienmēr nostrādāja līdz pensijas vecumam 1980. gada 15. jūlijā, taču atkārtoti

tiek pieņemts darbā uz noteiktu laiku vai lai aizvietotu saslimušos darbiniekus. J. Čudara RPI personīgās lietas Nr. 1452 dokumentā *Izraksti no pavēlēm* 3. lapas otrā pusē pēdējais ieraksts: “*Atlaists 31.10.83. sakarā ar darba līg. term. izbeigš., LPSR DLK 30. p. 2. p.*”, datēts ar 1983. gada 9. novembri.

Šajā pašā dokumentā 16.04.1969. fiksēts viens krievisks rājiens un divas latviskas pateicības. Pēdējā 1983. gada 24. jūnijā (tātad Jaņu dienā, pavēle Nr. 02 – 673) skan šādi: “*Izteikta pateicība par ilggadīgu teicamu mācību, metodisko, zinātnisko un sabiedrisko darbu jauno speciālistu sagatavošanā un sakarā ar aiziešanu pensijā.*”

Strādājot RPI, docents J. Čudars ļoti lielu vērību pievērsa lekciju konceptu un citu mācību materiālu izstrādei un publicēšanai. Līdz 1966. gadam viņš izveidoja jaunu praktikumumu kodolfizikā un izdeva latviski un krieviski laboratorijas darbu aprakstus grāmatiņās. Uzrakstīja mācību grāmatu “*Применение радиоактивных изотопов в металлообрабатывающей промышленности*” – Rīga, 1963. Turpināja pētījumus kodolfizikā un publicēja daudzu darbu rezultātus pats un kopā ar kolēģiem. Turpināja arī darboties zinātnes popularizēšanā, piemēram, izdodot ar līdzautoru A. Okmani grāmatu “*Kodoltermiskās reakcijas kosmosā*”



14. att. RPI doc. J. Čudars fizikas lekcijā 70. gados.

un eksperimentos”, LVI, Rīga, 1964. Kā vienmēr aktīvs arodbiedrībā. Viņš bija ļoti iecienīts lektors studentu vidū, jo vienmēr izmeta kādu labestīgu joku (*sk. 14. att.*). Bet par zilām acīm vien apmierinošu atzīmi nelika. Arī tagad, pieminot docenta J. Čudara vārdu sarunās ar viņa bijušajiem studentiem, kolēģiem, draugiem vai radiem, visiem atplaukst saulains smaids.

Jāzeps Čudars aizgāja mūžībā 1990. gada 19. decembrī. Viņu izveda pēdējā gaitā spalgi aukstā, bet saulainā ziemas iesākuma dienā, daudziem pavadītājiem klātesot, no Kristus karaļa baznīcas Meža prospektā, Rīgā. J. Čudars tiek apbedīts blakus esošajos Sarkan-daugavas kapos pie augstsprieguma elektro-pārvades līnijas Varoņu ielas tuvumā.

Meita Inese stāsta: “Savu tēvu pieminot, varu teikt, ka viņa personības iespaids uz mani ir ļoti spēcīgs līdz pat šodienai – nepaiet diena, kad ar pateicību viņu atceros par manu gaišo bērnību, ievirzi vērtību izpratnē, atbalstu manā izglītībā, kā arī lūdzot par viņa dvēseli – “Mūžīgo mieru dod viņam, Kungs, ticīgam, nomirušam, un mūžīgā gaisma lai atspīd viņam!”

Tēvs bija ļoti skaists gan ārēji, gan dvēseliski. Vienmēr mājās viņu redzēju, sēžam pie rakstāmgalda starp grāmatām, kaut ko rakstot un lasot. Pat vakarā gultā viņam rokās bija grāmata – ļoti bieži speciālā zinātniskā literatūra, bet viņš lasīja arī daiļliteratūru. Toreiz nevarēju saprast, kā tā var sēdēt pie darba visas nomoda stundas. Tagad, pati rakstot doktora disertāciju, saprotu, kā paiet piepildīts laiks. Sēžu arī uz tēva krēsla un ik dienas jūtu viņa spēku, kas liek arī man kaut ko darīt zinātnes laukā.

Atceros vasaras pie jūras, kad mēs, bērni, tikām peldināti, norūdīti, spēlējām bumbu. Tēvs vienmēr mūs ir virzījis uz zināšanām.

Viņa personības iespaidā un zinādama, cik ļoti viņš bija cerējis uz dēlu, gaidot savu trešo bērnu, bet piedzimu es – meitenīte, centos it kā “izlīdzināt šo kļūdu”: savā izglītībā aizgāju tēva pēdās – gan fizikā, gan mūzikā. Ausis man skan papa (paps viņš bija visiem – gan meitām, gan mazdēliem) skaistā, zemā bals, kas bieži skanēja radu, draugu saietos. Dīemžēl jaunā paaudzē šodien līdzīgās situācijās dzied reti.

Tēvs neļāva skatīties filmas par karu – televizors tika izslēgts. Viņš bija pacifists pēc savas būtības. Ļoti romantisks un jūsmīgs par dabu, zvaigznēm, milestību. Savā sadzīvē ļoti pieticīgs un vienkāršs. Atceros viņa galda runas radu un draugu pulcēšanās svētkos, kas bija saturā nozīmīgas, kā arī vienmēr ar humora dzirksti. Biju ļoti lepna – tas ir **mans** paps.

Domāju, ka viņš kopumā nodzīvoja laimīgu dzīvi:

1) ļoti mīlot savu “sievulīti”, bērnus, mazdēlus;

2) spēdams tik ilgi strādāt un lasīt lekcijas – līdz pat 73 gadu vecumam;

3) būdams harmonijā ar sevi un Dievu; viņa novēlējums īsi pirms aiziešanas – “Kā ticētu Dievam!”;

4) prazdams saskatīt dzīvē daudz skaistā, neraugoties uz to, ka darba attiecībās, pats būdams bezkompromisa cilvēks – tiešs, atklāts, godīgs, padomijas režīmā varbūt nesaņiedza, bet varbūt arī pēc tā netiecās, savām zināšanām, spējām atbilstošu vietu. Viņš nepakļāvās spiedienam iestāties komunistu partijā. Savā ierindas darbā ar studentiem viņš atklājās kā liels erudīts, profesionālis, ar humoru pilns, interesants cilvēks.

Viņš bija īstens zinātnes kalps. Visu mūžu es atcerēšos sava tēva atsveicināšanos ik dienas, atbildot uz manu “Attā, papu!” – “Laimīgi, bērniņ, l a i m ī g i !” D

Zināšanu pārbaude (atbildes, *sk. 8. lpp.*)

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

ŠOVASAR ATCERAMIEM: IZĀKS RABINOVĪČS (1911–1977)



Pie LZA Radioastrofizikas observatorijas lepnuma – Šmita sistēmas teleskopa. *No kreisās* – I. Rabinovičs, J. Ikaunieks, I. Daube.

Foto no ZA Observatorijas arhīva

Pirms 90 gadiem – 1911. gada 1. septembrī – Krāslavā dzimis **Izāks Rabinovičs**, Latvijas matemātiķis, matemātikas un astronomijas vēsturnieks, aktīvs zinātnes popularizētājs. Viņa tēvs bijis aptiekāra palīgs, pa-

zistams sabiedriskais darbinieks un Krāslavas pilsētas galva (1925–1929).

1928. gadā absolvējis Krāslavas ģimnāziju, Izāks Rabinovičs iestājās LU Mehānikas fakultātē, bet 1932. gadā pārgāja uz Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes matemātikas nodaļu. Valsts eksāmenus šajā nodaļā 1941. gadā izlauca karš. Sākās I. Rabinoviča karavīra gaitas 201. latviešu strēlnieku divīzijas sastāvā. Viņš piedalījies kaujās pie Narofominskas un Staraja Rusas, kur ievainots. Pēc izveseļošanās bijis rentģentehniķis armijas medicīnas dienestā dažādās frontēs. Piedalījies Rumānijas, Ungārijas un Čehoslovākijas atbrīvošanā. Par kara nopelniem apbalvots ar Sarkanās Zvaigznes ordeni un piecām medaļām.

Pēc demobilizācijas 1945. gadā atgriezies Rīgā un beidzis LVU Fizikas un matemātikas fakultāti. Strādājis Ļeņingradas Industriālā institūta neklātienes Rīgas filiālē Augstākās matemātikas katedrā (1946–1957). Pēc tam bijis Rīgas Politehniskā institūta sagatavošanas kursu pasniedzējs, LZA Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieks (1964–1972), populārzinātniskā gadalaiku izdevuma “*Zvaigžņotā Debess*” (1966–1972) un “*Astronomiskā kalendāra*” (1969–1972) redakcijas kolēģiju loceklis.

I. Rabinovičs bija Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas aktīvs biedrs, kā arī Latvijas Žurnālistu savienības biedrs un PSRS ZA Astronomijas padomes astronomijas vēstures komisijas loceklis.

“*Zvaigžņotās Debess*” vecākās paaudzes lasītājiem I. Rabinoviča vārds ir ļoti pazīstams, jo daudzus gadus viņš ir bijis viens no tās ražīgākajiem autoriem un nepārtraukti rūpējies par šā izdevuma astronomijas vēstures

nodaļas veidošanu. I. Rabinovičs galvenokārt pētījis astronomisko priekšstatu rašanos Latvijā, kalendāra vēsturi un heliocentrisma ideju attīstību, kā arī atsevišķu latviešu astronomu darbību. Šiem jautājumiem veltītas 92 I. Rabinoviča publikācijas, kas nākušas klajā kopš 1955. gada dažādos rakstu krājumos gan Latvijā, gan ārpus tās, kā arī vairākas viņa sarakstītas grāmatas (*sk. N. Cimahovičas rakstu "Zvaigžņotās Debess" 1971. gada vasaras numurā, 57.–60. lpp. un rakstu 1979. gada "Astronomiskajā kalendārā", 172.–175. lpp., kur bez biogrāfijas datiem atrodams arī I. Rabinoviča svarīgāko publicēto darbu saraksts*). Sevišķi jāatzīmē latviešu astronoma un metrologa Friča Blumbaha (1864–1949) dzīves gaitu un darbu izpēti. Tā kā F. Blumbahs galvenokārt strādāja Krievijā un Anglijā, plašākai sabiedrībai Latvijā par viņa veikumu gandrīz nekas nebija zināms.

I. Rabinovičs vienmēr meklējis zinātniskā darba un attiecīgā pētnieka saiknes ar laiku, kā arī zinātnes un sabiedrības savstarpējās attiecības. Viņš prata koncentrēti raksturot personas un notikumus, vienlaikus saskatot parādību virzītājspēkus. Viņš parādījis, ka, kaut arī Latvijā nav bijis daudz ievērojamo astronomu, tās astronomijas vēsture tomēr bijusi notikumiem bagāta. Savos meklējumos viņš atklājis arī daudzu ierindas pētnieku devumu astronomijā.

Sākot ar 1958. gadu, I. Rabinovičs regulāri piedalījies Baltijas zinātnes vēstures konferencēs, kur par saviem darbiem sniedzis interesantus referātus, zinātnes vēsturi allaž uzskatot par kultūras vēstures neatņemamu sastāvdaļu.

Matemātikas vēsturē par I. Rabinoviča lielāko sasniegumu uzskatāma Rīgas matemātiķa Pīrsa Bola (1865–1921) atstātā zinātniskā mantojuma izpēte un atklājums par P. Bola prioritāti sakarā ar t. s. nekustīgā punkta principu. Sīkāk par šo ievērojamo atradumu un tā popularizēšanu, kā arī novērtējums par citiem I. Rabinoviča sasniegumiem zinātnes vēsturē atrodams L. Reiziņa, J. Stradiņa un I. Henriņas rakstā (*Рейзинь Л. Э., Страдынь Я. П., Хенинь И. А. "Исаак Мойсеевич Рабинович (1911–1977)". Из истории естествознания и техники Прибалтики – том 6, стр. 234–242. Издательство "Зинатне", 1980.*), kur dots arī I. Rabinoviča publicēto darbu pilnīgs saraksts (186 nosaukumi).

Atceroties I. Rabinoviča mūža veikumu, tūlīt atmiņā atāust arī viņa labsirdīgais smaids un humānā attieksme pret apkārtējo pasauli. Tiklīdz viņš parādījās durvis, visi telpā esošie smaidīja viņam pretī, jo zināja, ka kolēģis atkal pastāstīs ko interesantu. Viņam bija apbrīnojama prasme iegūt simpātijas un draugus, arī labvēļus. Viņam piemita lielisks humors, kas nekad nebija aizskarošs. Arī negatīvas kritikas gadījumā nekad nebija jūtams ļauns nosodījums. Viņš bija labs cilvēks. Miris 1977. gada 6. novembrī Rīgā.

ŠOVASAR SVINAM ❧ ŠOVASAR SVINAM ❧ ŠOVASAR SVINAM ❧ ŠOVASAR SVINAM

Pirms **75 gadiem** – 1926. gada 21. jūnijā – Liepājā dzimis Latvijas Zinātņu akadēmijas goda doktors (2000) **Eduards Andersss** (dz. Alperovičs), ebreju izcelsmes amerikāņu ģeofīziķis un kosmoģīmijas speciālists, ASV Nacionālās ZA loceklis. Mācījies Liepājas J. Čakstes pamatskolā (1932–1939) un Valsts tehnikumā (1939–1941), studējis Vācijā, Mīnhenē (1946–1949) un ASV Kolumbijas universitātē (1949–1954). Bijis mācībspēks Ilinoisas (1954) un Čikāgas (1955) universitātēs, tās profesors (1962–1991), kopš 1991. gada – *Prof. emeritus. NASA konsultants* (1960–1969).

Pētījis starpzvaigžņu matēriju, galvenokārt meteorītu vecumu un izcelšanos, pirmais atklājis organisku savienojumu esamību to sastāvā. Veicis arī ļoti plašu sabiedrisko un izdevniecības darbu. Saņēmis daudz izcilu apbalvojumu. Pēdējā laikā vada starptautisku projektu par ebreju iznīcināšanu Liepājā un joprojām ir aktīvs arī zinātnē.

Ilga Daube

IRENA PUNDURE

PIE ANDRUPENES AKMEŅU ASTRONOMA

Pagājušā gada augustā “Zvaigžņotās Debess” grupa interesentu no Rīgas, Siguldas, Valmieras, Kandavas un Talsiem ar nelielu autobusu devāmies uz Andrupeni Krāslavas rajonā pie akmeņu astronoma Edmunda Tukiša. Pavisam bijām 24 dažādu amatu personas vecumā no 11 līdz 82 gadiem. Šoreiz skolēnu skaits mūsu sastāvā nebija liels – tikai 4, jo daudzi jaunieši tai pašā laikā atradās vasaras astronomijas nometnē “Ērgļa Kapa”, kas šoreiz tika sarīkota Daugavpils novada Vabolē (sk. M. Gilla rakstu “Astronomijas nometne Vabolē” šai pašā “ZvD” laidienā) un ko bija paredzēts apmeklēt.

Uzmanību Andrupenes savādniekam pievērsa Zviedrijas astronoms Dainis Draviņš, kas kārtējā savu senču zemes apmeklējuma reizē “Latvijas Tūrisma ceļvedi” (1998) bija izlasījis šo informāciju (bet nebija atradis norādi par Observatorijas esamību!!! Riekstu-

kalnā pie Baldones). Ievērojot “ZvD” lasītāju interesi par arheoastronomiju un sekojot ieteikumam: “Gribi – tici, gribi – netici, bet redzēt vajag” minētajā ceļvedī, otrās tūkstošgades noslēdzošajā gadā jau laikus tika ielānots un organizēts Andrupenes akmeņu astronoma apciemojums.

Ceļš līdz Andrupenei vienas dienas veikumam – ļoti garš, pēc attāluma novērtējuma “Jāņa sētas” izdotajā Baltijas valstu ceļu kartē – vairāk nekā 560 km, tāpēc par pavadoni līdzī uzaicinājām vēl vienu savādnieku – Latvijas senatnes pētnieku Ivaru Vīku. Un tā sestdienā, 2000. gada 12. augustā, no Zinātņu akadēmijas Augstceltnes sākām īstenot savu iecerēto programmu, “ripodami” pa plānoto maršrutu: RĪGA – Jēkabpils – Preiļi – Jasmuiža – Aglona – ANDRUPENE – Aglona – Kalupe – Vabole – Likсна – Livāni – RĪGA, ieklausīdamies Ivara Vīka stāstījumā par seno letu



1. att. “Litavnieku” sētas pagalmā (no kreisās): Arturs Balklavs, Edmunds Tukišs, Ivars Vīks un latgaliešu literāts Ivars Magazeinis.



2. att. Kaktis istabā ar vecsmātes segu, par kuru saimnieks skandēja tautas dziesmu par Saules un Mēness lēktiem un rietiem un zvaigznēm.

zemes (Eridānas) saistību ar seno grieķu zemi Hellādu, mūsu senču leģendārās pagātnes atstātajām pēdām gan debessjumā, kas atspoguļojas zvaigžņu (Rigels) un zvaigznāju nosaukumos, gan aiz autobusa loga redzamajās vietās un atjaunodami zināšanas par arheoastronomiju, piedalīdamies “ZvD” rīkotajā minikonkursā “Par šiem jautājumiem ir rakstīts “Zvaigžņotajā Debesī””.

Maršruts bija sastādīts pēc “ZvD” lasītāju priekšlikumiem, un Jasmuiža bija ceļojuma pieturvietā, ja iekļausimies laikā. Lai gan pusdienošana un launags notika (kā plānots) individuāli un autobusā, mūsu “rumaka” pārvietošanās ātrums, nepārsniedzot 60–70 km stundā, liecināja, ka visu pagūt nevarēsīm. Tāpēc, par sirdsēstiem daudziem dalībniekiem, bija jābrauc garām Jasmuižai. Lai kaut cik kompensētu Latgales kultūras, īpaši keramikas, baudījuma zaudējumu, klāt esošā “ZvD” ilggadīgi uzticīgā lasītāja filoloģe un dzejniece Daiga Lapāne (sk. “ZvD” 2000./2001. gada ziemas laidiena vāku 4. lpp.) ieņēma gida vietu autobusā un no attāluma iepazīstināja mūs ar Raiņa jaunu dīnu zemi, ar notikumiem Raiņa dzīvē Jasmuižā un ap Jašas upi. Ar neviltoju interesi klausījāmies gan Raiņa dzeju, gan viņa biogrāfijas faktus, ko Daiga labi pārzināja, jo pati ir strādājusi Raiņa muzejā Jasmuižā un bija gatavojusies mūs iepazīstināt ar to klātienē.

Līdz ierašanās laikam “Lītavnieku” mājās bija jātiek galā ar jau pieminēto “ZvD” minikonkursu, kas sastāvēja no sešiem šādiem ar arheoastronomiju saistītiem jautājumiem: **1. Kas ir arheoastronomija?** Atbilžu variantos – *)*Jauma zinātnes nozare par seno cilvēku priekšstatiem par savu stāvokli laikā un telpā, par Visuma izcelsmi un uzbūvi;* *)*tas pats, kas paleoastronomija;* *)*zinātnes nozare, kuras galvenā darba metode – izrakumi* – bija divas pareizas atbildes, t. i., varēja iegūt 2 punktus. **2. Ko pēta arheoastronomi?** *)*alu un klinšu zīmējumus;* *)*arheoloģisko izrakumu materiālus;* *)*pirmatnējās observatorijas;* *)*senus sadzīves priekšmetus;* *)*tautas garamantas* – 5 p. **3. Kurā no Baltijas zemēm arheoastronomi ir bijuši īpaši darīgi?** *)*Igaunijā;* *)*Latvijā;* *)*Lietuvā* – 1 p. **4. Kas izdod žurnālu “Archeoastronomy”?** *)*Igauniju arheoastronomijas interesenti;* *)*Lietuvas Etnokosmoloģijas centrs;* *)*Merilendas universitātes (ASV) Arheoastronomijas centrs* – 1 p. **5. Kas visvairāk “ZvD” ir rakstījis par Stounhendžu** (akmens laikmeta observatoriju Britu salās)? *)*Zenta Alksne;* *)*Heino Ēlsalu;* *)*Viktors Grāvītis;* *)*Jānis Klētnieks;* *)*Jozs Krištopaitis* – 1 p. **6. Kuri no šeit minētajiem ir arheoastronomijas celmlauži Latvijā?** *)*Z. Alksne;* *)*Kr. Barons;* *)*Fr. Blumbabs;* *)*M. Dirīķis;* *)*A. Egle;* *)*V. Grāvītis;* *)*J. Ikauņnieks;* *)*J. Klētnieks;* *)*J. Rabinovičs;* *)*L. Roze;* *)*K. Šteins;* *)*J. Urtāns* – 4 p. Minikonkursa atbildes bija iesniedzamas ar devīzi.

Tuvojoties Aglonai, satikām vairākas svētceļotāju, galvenokārt jauniešu, grupas. Ne-



3. att. Par katru akmeni Edmundam savs intriģējošs stāsts, tostarp arī mežā pie upurakmeņa (vidū).



4. att. Skats uz "Litavnieku" mājām no meža puses ar Edmunda Tukiša stādītām eglītēm.



5. att. Svētavota tuvumā.

daudz pamaldījušies Andrupenes pagastā, atradām ceļu, kura labajā pusē gulēja akmens, pie kura bija pagrieziena uz netālajiem "Litavniekiem", kas no ceļa nebija manāmi, jo atradās aiz paugura. Šis nelielais gabals bija mērojams kājām. Māju pagalmā mūs jau sagaidīja Edmunds Tukišs un Ivars Magazeinis, latgalešu literāts, ar savu ģimeni (sk. 1. att.). Ceļojums pagātnē sākās ar ekspozīciju dzīvojamā istabā, kur atradās interesantu akmeņu grupa un, manuprāt, visinformatīvākais eksponāts – Edmunda vecāsmātes sega (sk. 2. att.).

Lai gan sāka smidzināt, tas neatturēja mūs sekot dedzīgajam stāstniekam pa tuvējo apkārtni no vienas akmeņu grupas pie otras, nobaudīt ūdeni no svētavota, ko drikstēja arī ņemt līdzi, ja kādām bija piemērots trauks. Redzēto un dzirdēto "Litavnieku" mājās un to apkārtnē (sk. 3.–5. att.) aprakstīt pagrūti, jo gan laika trūkuma dēļ, gan apjomīgās neierastās

informācijas dēļ, ar ko tikām dāsni apveltīti, bija skaidrs, ka būtu lietderīgi kopā ar kādu pieredzējušu arheologu apmesties uz nakšņošanu pie ugunsкура, lai mierīgā garā varētu novērtēt cilvēka roku apdarinātus senatnīgus akmeņus, izvaicāt stāstītāju un lēnām uztvert stāstīto. Pēc atvēlētajām pusotrām iepazīšanās stundām ar arheoastronomu "Litavnieku" mājvietā uz atvadām uztaisijām kopīgu bildi (sk. 6. att.), pateicāmies māju saimnie-



6. att. Atvadu kopbilde. Te nav dažu brauciena dalībnieku, kas lietaus dēļ jau aizsteigušies uz autobusu. Aizmugurē "Litavnieku" mājās.

kam Edmundam Tukišam par mums veltīto laiku un steidzāmie uz Vaboli, kur mums vajadzēja tikties ar 12. astronomijas nometnes “*Ērgļa Kapa*” nometnes dalībniekiem. Neraugoties uz garo vēl priekšā stāvošo ceļu, uz 20 minūtēm apstājāmie pie Aglonas bazilikas, kas posās Dievmātes svētkiem 15. augustā.

Garām braucot Liksnai, ilggadīga “*ZvD*” tematisko rādītāju sastādītāja astronome Ilga Daube, kas bija mūsu vidū, pastāstīja par pirmo zināmo Latvijas teritorijā pirms 180 gadiem nokritušo (12. VII. 1820.) Liksnas meteorītu. Vabolē pie vidusskolas mūs sagaidīja skolotāja Iveta Meškovska. Tur diemžēl varējām uzturēties tikai tik ilgi, lai sameklētu Māri Ābeli, kas kopā ar mums no nometnes gribēja atgriezties Rīgā, Latvijas Radio žurnāliste Baiba Šāberte, kas brauca mums līdzi, paspētu nointervēt dažus astronomijas nometnes “*Ērgļa Kapa*” dalībniekus un kopīgi nofotografētos pie Vaboles vidusskolas (sk. 7. att.).

Atpakaļceļā gar Daugavu Ivara Vīka stāstījuma laikā tika paziņoti arī minikonkursa rezultāti (no izdalītām 22 lapām bija saņemtas



7. att. Īsajā uzkavešanās brīdī Vabolē pie vidusskolas paspējām arī iemūžināties. *Pirmajā rindā (no kreisās):* Vaboles vidusskolas astronomijas un fizikas skolotāja Iveta Meškovska, Mārtiņš Gills (*otrais no labās*), viens no aktīvākajiem vasaras astronomijas nometņu rīkotājiem un aprakstītājiem “*ZvD*”.

Visi att. – autore foto

8 atbildes). Visvairāk punktu konkursā bija savākusi dalībiece ar devīzi “*Salamandra*”, un tā izrādījās... Daiga Lapāne, balvā viņa ieguva Aglonas bazilikas plakātu.

Lietuviešiem ir Etnokosmoloģijas centrs, latviešiem – Edmunds Tukišs un Ivars Vīks. Gribi – tici, negribi – netici, bet redzēt un dzirdēt vajag... un ar vienu reizi nepietiek.

Lai gan Vaboli atstājām gandrīz ieplānotajā laikā, Rīgā iebraucām 25 minūtes pēc deviņiem, apmēram pusstundu vēlāk, nekā paredzēts. D

PIRMO REIZI “ZVAIGŽŅOTAJĀ DEBESĪ”



Vineta Straupe – 2000. gadā beigusi Latvijas Universitātes Pedagoģijas un psiholoģijas fakultāti, iegūstot vācu valodas un literatūras skolotājas kvalifikāciju. Pirms tam mācījās Rīgas pilsētas Āgenskalna ģimnāzijā. Skolas laikā ieinteresējās par astronomiju un sāka apmeklēt Astronomijas pulciņu Latvijas Universitātē, piedalīties astronomijas olimpiādēs un astronomijas vasaras novērošanas nometnēs. Patik fotografēt. Pagaidām (uz vienu gadu) dzīvo Vācijā.

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

AR KOSMOLOĢIJU UZ TU: JAUTĀJUMI UN ATBILDES

Laikā, kamēr tiek publicēta šī rakstu sērija (sākot ar *ZvD*, 1999. g. *vasarā*), autors ir saņēmis vairākus jautājumus par kosmoloģijas tematiku. Šoreiz pievērsīsimies mūsu lasītāja Gunāra Vituma no Kuldīgas raj. vēstulei, kurā izklāstītās problēmas ir īpaši dziļas un varētu interesēt arī citus. Turklāt turpmākie jautājumi ir arī ļoti svarīgi vispusīgai mūsu pasaules uzskatu veidošanai.

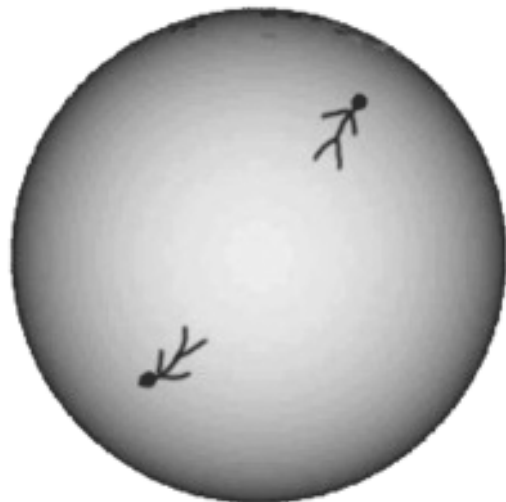
1. jautājums: *“Ja tiek atzīta LS [Lielā Sprādziena – autora piez.] teorija, tad loģiski ir atzīt, ka pastāv arī Visuma centrs un nomales, kā jau katram sprādzienam, un šķembas jeb galaktikas, lido uz visām pusēm no centra...”*

Atbilde. Iztēlosimies uz mirkli, hipotētiskus divdimensiju “cilvēkus” dzīvojam divdimensiju pasaulē, piemēram, uz sfēras virsmas un trešā dimensija (tā, kurā sfēra ir “patiesībā” izliekta, no mūsu trīsdimensiju viedokļa) ir ārpus viņu divdimensiju visuma, t. i., tā šim būtnēm vispār nav sasniedzama. (Lai ainu vēl vairāk sarežģītu, varat arī iztēloties, ka sfēra izplešas, taču tas šajā gadījumā nav īpaši svarīgi.) Lai arī kur uz sfēras nostātos mūsu divdimensiju “cilvēks”, būtu nekorekti apgalvot, ka viņš atrodas Visuma centrā. Līdzīgi arī mūsu trīsdimensiju telpas Visumā – katrs punkts ir ar centra īpašībām, un ir nekorekti runāt par vienu kāda īpaša centra esamību.

Visuma centra jēdzienam nav savas fizikālās nozīmes vēl kāda apsvēruma dēļ. Matērija un telpa ir divas dažādas lietas. Pēc LS izdalītās enerģijas telpa sāka izplesties, taču pati matērija, kāda tā ir tagad, radās nedaudz vēlāk (līdz 10^{-34} sekundēs pēc LS). Jebkura koordinātu sistēma var eksistēt tikai saistībā

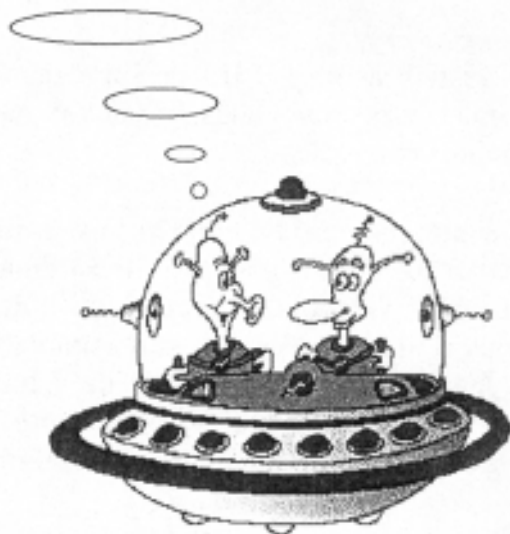
ar matēriju. Savukārt jebkura centra jēdziens ir nedalāmi saistīts ar kādu koordinātu sistēmu. Tātad nav fizikālas jēgas runāt par Visuma centru.

Taču principā viss iepriekšteiktais nenoliedz arī tāda visuma modeļa izveidi, kuram būtu savs centrs, bet tā tad būtu ļoti īpaša hipotēze. Atgādinašu, ka visi modernie Visuma modeļi tiek veidoti, izmantojot *kosmoloģisko principu* (sk. K. Bērziņš. “Ar kosmoloģiju uz tu” – *ZvD*, 2000. g. *vasara*, 35–38. lpp.; 2000./2001. g. *ziema*, 46. lpp.), jeb, citiem



1. att. Visumam nav sava centra, jo katrs tā punkts ir ar globāli līdzīgām īpašībām. Kā piemērs šeit atainota sfēriska divdimensiju pasaule. Katrs divdimensiju cilvēks, kas dzīvo divdimensiju visumā, var apgalvot, ka viņš atrodas tā centrā (nejaukt ar sfēras centru). Un šāds apgalvojums ir ne paties, ne nepaties.

Lielais Sprādziens nemaz nebija sprādziens mūsu ikdienas izpratnē!



2. att. Lielais Sprādziens ir sprādziens tikai tadā nozīmē, ka šajā momentā tika izdalīta ļoti liela enerģija, kā iespaidā telpa sāka izplesties, taču šim notikumam nav nekā kopīga ar haotisku eksplozīvu sprādzienu mūsu ikdienas izpratnē.

vārdiem sakot, jau pašā teorijas radīšanā tiek izmantots pamatpieņēmums, ka Visumam nav sava centra. Turklāt, kā jau tika rakstīts iepriekšējos šīs sērijas rakstos, nevajadzētu Lielo Sprādzienu saistīt ar sprādzienu mūsu ikdienas izpratnes nozīmē, jo izplešas pati telpa, nevis matērija (sk. 2. att.). Šā iemesla dēļ galaktikas arī nevar uzskatīt par sprādziena šķembām, tās ir veidojušās daudz vēlāk.

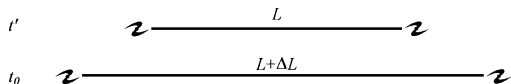
2. jautājums: *„..neloģiski šķiet apgalvojumi, ka tālo kvazāru gaismā ir izstarota pirms 10–12 mljrd. gadu... Ja Visums būtu stacionārs, tad tālo kvazāru gaismā rādītu, kādi šie objekti bija pirms 10–12 mljrd. gadu!”*

Atbilde. Ja Visums būtu stacionārs, tad izstarotā gaisma no konkrētajiem kvazāriem mūs būtu jau sen sasniegusi. Taču, tā kā Vi-

sums izplešas, tad fotoniem ir jāveic garāks ceļš. Tad, kad gaisma tika izstarota no kāda tāla kosmoloģiska objekta, tas atradās mums daudz tuvāk nekā šajā momentā, kad mēs to novērojam.

Pieņemsim, ka objekts momentā t' , kad tas mūsu virzienā izstaroja fotonus, atradās attālumā L un mēs no spektrālā uzņēmuma momentā t_0 nosakām tā sarkano nobīdi z . Tad laika posmā $\Delta t = t_0 - t'$, kamēr izstarotie fotoni ceļoja līdz mums, Visumam izplešoties, dotais objekts ir attālinājies no mums vēl par ΔL , tāpat novērošanas brīdī attālums līdz tam ir jau $L + \Delta L$ (sk. 3. att.). Šos lielumus saista sakarība:

$$\frac{L + \Delta L}{L} = 1 + z. \quad (1)$$



3. att. Visumam izplešoties, jebkura kosmoloģiskā objekta izstarotajai gaismai, lai mūs sasniegtu, ir jāveic tālāks ceļš nekā statiskas telpas gadījumā. Fotonu izstarošanas momentā t' attālums starp kosmoloģiskajiem objektiem (galaktikām, kvazāriem) bija L , bet šie paši fotoni tiek novēroti momentā t_0 , kad tie jau ir veikuši attālumu $L + \Delta L$, taču, ceļojot telpā, kura izplešas, tie ir zaudējuši enerģiju, t. i., kļuvuši “sarkanāki”.

Izmantojot Habla likumu:

$$v = H_0(L + \Delta L), \quad (2)$$

kur v ir novērotā kosmoloģiskā objekta attālināšanās ātrums no mums un H_0 – Habla konstantes vērtība, sakarību attālumu novērošanas brīdī varam aprakstīt arī šādā veidā:

$$L + \Delta L = \frac{1}{H_0} \frac{cz(2+z)}{(2+2z+z^2)}, \quad (3)$$

kur c – gaismas ātrums. Vienādojumā v vērtība tiek aprēķināta no relativistiskās formulas:

$$1+z = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}. \quad (4)$$

Ievērojiet, ka Habla likumā (2) netiek ņemta vērā kosmoloģiskiem objektiem piemītošā īpaškostība, citiem vārdiem sakot, tiek pieņemts, ka visi ķermeņi ir nekustīgi, t. i., izplešas telpa. Izmantojot (1), no vienādojuma (3) varam aprēķināt attālumu līdz objektam, kāds tas bija fotonu izstarošanas brīdī:

$$L = \frac{1}{H_0} \frac{cz(2+z)}{(1+z)(2+2z+z^2)}. \quad (5)$$

Piezīme. Šī formula ir pareiza tikai plakanas (Eiklīda) telpas gadījumā. Ja telpa ir liekta, tad isākais attālums no punkta A uz punktu B nav taisne, bet gan liekta līnija. Vienkāršības labad šo efektu mēs šeit neņemsim vērā. (Par relativistiskajiem un liektas telpas efektiem lasiet nākamajā šīs sērijas rakstā.)

Gadījumā, ja z nav pārāk liels ($z < 0,1$), tad vienādojuma (4) vietā varam lietot nere-

lativistisko formulu $v = c \cdot z$. Līdz ar to izteiksmes (3) un (5) vienkāršojas:

$$L + \Delta L = \frac{1}{H_0} cz \quad (6)$$

un

$$L = \frac{1}{H_0} \frac{cz}{(1+z)}. \quad (7)$$

Novērojot kosmosu, jāņem vērā, ka mēs varam redzēt tikai to, kā tālie Visuma objekti izskatījās pirms daudziem, jo daudziem gadiem. Jebkuros astronomiskos novērojumos mēs veramies atpakaļ laikā, un mums ir jāņem vērā kosmoloģisko objektu evolūcija, tas ir tāpēc, ka gaismas (informācijas nesēja) ātrums c ir galīgs lielums. Tātad mēs jebkuru kosmoloģisko objektu redzam, nevis kāds tas izskatās tagad, novērojumu brīdī t_0 , bet gan kāds tas izskatījās laika momentā t' , kad no tā tika izstaroti fotoni, atrodoties no mums attālumā L , bet reālais attālums šobrīd līdz tam jau ir pieaudzis par ΔL jeb palielinājies $1+z$ reizes. Tas, cik ilgi gaisma līdz mums ir ceļojusi Δt , ir atkarīgs no objekta attāluma.

Iegūtos vienādojumus (6) un (7) varam vienkārši aprakstīt arī šādā veidā: Visumam izplešoties, laika posmā, kamēr fotoni ceļo no izstarotā objekta līdz novērotājam, kosmoloģiskais attālums ir palielinājies tieši $1+z$ reizes, kur z – objektam izmērītā sarkanā nobīde. Tas nozīmē, ja mēs izmērām kādai galaktikai, piemēram, $z = 5$, tad momentā, kad šie fotoni tika no tās izstaroti, šī galaktika atradās mums 6 reizes tuvāk! Vēl noteikti jāpiebilst, ka modernajā kosmoloģijā jau vairākus gadus attāluma (lielāko izmērīto sarkano nobīžu) rekordistes ir galaktikas un nevis kvazāri.

3. jautājums: *“Ja pieņem, ka visi ķīmiskie elementi ir radušies zvaigžņu dzīlēs, izņemot ūdeņradi un hēliju, tad grūti izprast, kā radusies Saules sistēma, jo:*

– *ja Saule ir pirmās paaudzes zvaigzne, kur tad varēja rasties to aptverošais planetārais gredzens ar smagākiem par ūdeņradi elementiem, no kā vēlāk izveidojās planētas un arī Zeme;*

– *ja Saule ir otrās paaudzes zvaigzne, kā tā varēja sevi savākt tik daudz ūdeņraža, lai nodrošinātu savu*

tagadējo eksistenci, jo ūdeņradim vajadzēja "izdegt" iepriekšējā zvaigznē, kas radīja miglāju, no kā veidojās Saules sistēma (pēc novas uzliesmojuma)."

Atbilde. Saule ir otrās paaudzes zvaigzne. Visumā pēc Lielā Sprādziena teorētiski ir izveidojies apmēram 75% H un 25% He (pēc masas). Lai kur kosmosā mēs arī pavērtos, varam konstatēt apmēram šādu šo elementu attiecību. Lielākā daļa vielas joprojām atrodas brīvā stāvoklī, veidojot milzīgus gāzu mākoņus. Piemēram, visas kādā galaktiku kopā esošās zvaigznes veido apmēram tikpat daudz masas, cik kopas starpgalaktiku izplatījumā esošā viela. Kaut arī starpgalaktiku vielas blīvums ir ļoti mazs (tipiski katrā kubikmetrā ir ~3000 daļiņu), tā aizņem ļoti lielus tilpumus, tādējādi veidojot pārvus masas krājumus.

Neskatoties uz to, ka H un He krājumi sastopami arī galaktiku iekšienē, kur var norisināties jaunu zvaigžņu un planētu sistēmu veidošanās procesi. Taču galaktika ir papildīta arī ar smagāku elementu jeb metālu (elementu, kas smagāki par He) paliekām, kas ir radušās vecāku zvaigžņu dzīlēs un, izsviestas kosmosā, pakāpeniski difundē apkārtējā telpā, mainot galaktiku ķīmisko sastāvu. Atkarībā no vides gāzu un putekļu daudzuma un ķīmiskā sastāva, tai kolapsējot, var izveidoties dažādu masu un īpašību zvaigznes.

Visuma vecumu mēs šobrīd vērtējam apmēram 12–13 mljrd. gadu, bet Saule, tagad būdama savā pusmūžā, "piedzima" apmēram pirms 4,6 mljrd. gadu, veidojoties galvenokārt no LS radītā neskartā H un He atomiem (*sk. K. Bērziņš. "Ar kosmoloģiju uz tu" – ZvD, 2000./2001. g. ziema*), kā arī smagākiem elementiem, kas reiz jau izgājuši cauri citu zvaigžņu kodolreakciju cikliem. Kā liecina novērojumi, arī šobrīd Saule sastāv galvenokārt no ūdeņraža (71% – pēc masas) un hēlija (27%), un tikai 2% veido smagāki elementi.

Šajā Visuma attīstības stadijā zvaigznes piedzimst, dzīvo un mirst nepārtraukti, tāpēc nevar runāt par krasām atšķirībām starp dažādu paaudžu zvaigznēm – to evolūcija ir pakāpeniska. Novērojumos astronomi ir atraduši tādus

Galaktikas apgabalus, kur šobrīd norisinās aktīvi zvaigžņu veidošanās procesi, viens no tādiem ir parādīts attēlā vāku 3. lpp.

4. jautājums: *"..izplešanās deļ Visuma tilpums katru dienu pieaug. Ļoti gribētos zināt, vai mūsdienu zinātnei jau ir kaut kas zināms par to, kas tad ir aiz šīs "izplešanās frontes", uz kā rēķina tas notiek?"*

Atbilde. Visums izplešas galvenokārt uz Lielajā Sprādzienā izdalītās kinētiskās enerģijas rēķina. Kā jau rakstijām iepriekš (*sk. K. Bērziņš. "Ar kosmoloģiju uz tu" – ZvD, 2000. g. rudens*), no vienas puses, šo kustību bremsē gravitatīvais (pievilkšanās) faktors, no otras puses, vēl vairāk paātrina vakuuma enerģijas (atgrūšanās) darbību, kura droši vien ir arī pats galvenais "vaininieks" izplešanās iesākuma jeb Lielā Sprādziena radīšanā. Tad vēl šī dinamika ir atkarīga no telpas ģeometrijas – vai tā ir izliekta ("veicina" izplesties), ieliekta ("apgrūstina" izplesties) vai plakana (neitrāla). To varētu palīdzēt saprast šāda klasiskās fizikas analogija: iedomāsimies, ka eksperimentā uz Zemes esam piešķīruši bumbaņai zināmu sākuma impulsu. Skaidrs, ka tai ir vieglāk kustēties no kalna lejā nekā kalnā augšā, bet plaknē (neievērojot berzi) kustība būtu bezgalīga.

Telpa izplešas, taču modernajā kosmoloģijā valda uzskats, ka šāda Visuma izplešanās fronte nemaz neeksistē. Mēs vispār nevaram runāt par to, kas notiek ārpus mūsu Visuma, jo tur tad pilnībā sabrūk telpas un laika jēdzieni. Līdzīgi, piemēram, nav nekādas jēgas runāt arī par kāda konkrēta cilvēka dzīvi gadu pirms viņa piedzimšanas...

Viegli saprast, ka šāda fronte neeksistē bezgalīgā visumā. Tāpat tas ir arī galīga (noslēgta) visuma modeļa gadījumā. Atkal iedomāsimies mūsu divdimensiju pasauli (*sk. 1. att.*) un šoreiz ļausim šai sfērai izplesties (kā piepūšot balonu). Atcerēsimies, ka divdimensiju cilvēki nevar vienkāršā veidā paši izkļūt no savas virsmas (pasaules) un ikdienā viņi pat nenojauš par trešās dimensijas eksistenci, tieša, viņi ar pietiekami precīzu novērojumu palīdzību var konstatēt, ka dzīvo uz liektas virsmas. Mēģiniet to visu iztēloties, uz mirkli

aizmirstot par trešās dimensijas esamību – dzivojot uz divdimensiju sfēriskas (ierobežotas) virsmas, nekādu visuma fronti mēs, lai kā arī pūlētos, nevaram atrast. Lidzīgi tas ir arī trīsdimensiju telpas Visumā, bet šajā gadījumā to nav iespējams vienkārši ilustrēt. Taču pamēģiniet to iztēloties, izmantojot divdimensiju pasaules analogiju!

Tātad Visumam nav savas izplešanās frontes, taču termins “fronte” dažkārt varētu tikt lietots pavisam citā nozīmē, ar to saprotot *novērotāja kosmoloģisko horizontu*. Tā ir virsma, kas norobežo to Visuma apgabalu, kurš ir kaut kādā veidā stājies ar mums sakaros kopš Lielā Sprādziena. *Novērotāja horizonts* iezīmē to Visuma apgabalu, kas mums vispār teorētiski ir novērojams – *Metagalaktiku. Horizonts* ir sfēra ar aptuvenu rādiusu:

$$R_H \sim c T_0 \sim c H_0^{-1}, \quad (8)$$

kur T_0 ir Visuma vecums. Par to, kāpēc vienādojums (8) nav precīzs, bet tikai aptuvens, lasiet mūsu nākamajā sērijas rakstā “*Relativistiskā kosmoloģija un Visuma ģeometrija*”, tagad piebildīsim tikai to, ka tas saistīts ar Visuma izplešanās raksturu, kas savukārt ir atkarīgs no telpas ģeometrijas īpašībām.

Kosmoloģiskais horizonts palielinās, teorētiski ļaujot mums novērot arvien lielāku Visuma daļu. Saskaņā ar *kosmoloģisko principu* arī ārpus *novērotāja horizonta* Visuma īpašībām vajadzētu būt tādām pašām kā iekšpus tā. Tā matērija, kas atrodas ārpus mūsu horizonta, telpai izplešoties, attālinās ar ātrumu, kas lielāks par gaismas ātrumu! Pats horizonts nav reāla virsma, bet gan matemātiska robeža, kas iezīmē to reģionu, kas attālinās no mums tieši ar gaismas ātrumu c . Jauna

nekad iepriekš ar mums kontaktā nebijusi matērija ik mirkli šķērso šo robežu. Ja kādu dienu mēs novērotu, ka tālais, tikko *horizontu* šķērsojušais, Visums ir kaut kādā ziņā savādāks par mums pazīstamo kosmosu, turklāt šis atšķirības nevarētu izskaidrot ar evolucionāriem efektiem, tad tas liecinātu par *kosmoloģiskā principa* nepareizību. Bet pagaidām mums nav nekādu liecību par to, ka Visuma apgabali ārpus šīs “izplešanās frontes” varētu būt kaut kādā veidā atšķirīgi no mums zināmās Visuma daļas. Taču tiklīdz mūsu tehnoloģijas¹ tik tiešām ļautu mums novērot matēriju *kosmoloģiskā horizonta* (t. i., Lielā Sprādziena) tuvumā, tad iegūstamo informācijas apjomu par Visumu ķīmiķu izpratnē tēlaini varētu salīdzināt ar procesiem kolbā. Taču tā pagaidām ir tāla nākotne...

Šobrīd teorētiski pamatotākais veids, kā pietuvoties Lielajam Sprādzienam līdz tā notikumiem, kad tas bija nepilnu sekundi vecs (!), ir relikta neitrino starojuma novērošana, bet pagaidām labākais sasniegums šajā jomā ir mūsu kaimiņu galaktikās eksplodējošo supernovu radīto atsevišķu ļoti enerģētisku neitrino detektēšana, konkrēti, 1987. gadā *IMB* (ASV) un *Kamiokande* (Japāna) eksperimentos kopā tika saķerti 19 neitrino no supernovas 1987A Lielajā Magelāna Mākonī.

Arī turpmāk savus ar kosmoloģijas tematiku saistītos jautājumus jūs varat sūtīt žurnāla redakcijai jeb tieši raksta autoram: *kberzins@acad.latnet.lv*, norādot *Subject*: KUT jautājums. Daļa elektroniski saņemto jautājumu atbilžu varētu parādīties arī LIIS projekta “*Astronomija Tiklā*” interneta lapās <http://www.liis.lv/astron/> sadaļā “*Pavaicā astronomam*”, kuras drīzumā piedzīvos jaukas pārmaiņas. **D**

¹Tāda tehnoloģija varētu būt nākamo paaudžu gravitācijas viļņu eksperimenti, taču pagaidām to eksistence vēl eksperimentāli nav pierādīta. Šobrīd pirmās paaudzes eksperimentālās iekārtas vēl tikai tiek būvētas. Tiesa, jau tagad ir iegūti astronomisko novērojumu rezultāti, kas netiešā veidā liecina par gravitācijas viļņu eksistenci. J. Teilers (*Taylor*) un R. Halss (*Hulse*) 1994. gadā saņēma Nobela prēmiju par atklāto neitronu zvaigžņu pāra PSR1913+16 orbitālā perioda samazināšanos, teorētiski šādu sistēmas enerģijas samazināšanos visloģiskāk ir izskaidrot ar gravitācijas viļņu izstarošanu. Šis rezultāts ir viens no vislielākajiem Einšteina teorijas pareizības apliecinājumiem. Taču, kamēr gravitācijas viļņi netiks atklāti tiešā veidā, vienmēr būs vietas pamatotām skeptiķu šaubām...

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2001. GADA VASARĀ

Astronomiskā vasara 2001. gadā sāksies 21. jūnijā plkst. 10^h38^m. Saule tad ieies Vēža zodiaka zīmē (♋), un tai būs maksimālā deklinācija. Šis ir patiesais vasaras saulgriežu brīdis, un tātad patiesā Jāņu nakts šogad būs no 20. uz 21. jūniju.

4. jūlijā plkst. 17^h Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā). Tad attālums būs 1,0167 astronomiskās vienības.

Rudens ekvinokcija un astronomiskās vasaras beigas būs 23. septembrī plkst. 2^h05^m. Šajā brīdī Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), diena un nakts tad būs aptuveni vienādi garas.

Vasaras pirmajā pusē pie mums ir baltas naktis – pilnībā nesatūst. Tāpēc tad redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Šajā laikā orientēties var pēc dažām spožākajām zvaigznēm – Vegas (Liras α), Deneba (Gulbja α) un Altaira (Ērgļa α), kuras veido t. s. vasaras trijstūri. Vēl vairākas spožas zvaigznes ir Skorpiona zvaigznājā, bet tas mūsu platuma grādos ir grūti novērojams, jo pat kulminācijā ir ļoti zemu pie horizonta.

Vasaras otrajā pusē naktis jau ir tumšas, bet vēl arvien siltas. Tad viegli var atrast un iepazīties ar tipiskajiem vasaras zvaigznājiem – Čūsku, Herkulesu, Ziemeļu Vainagu, Čūsknesi, Bultu, Lapsiņu, Strēlnieku, Mežāzi, Delfinu un Mazo Zirgu. No debess dziļu objektiem var ieteikt novērot šādus: Herkulesa zvaigznājā lodveida zvaigžņu kopas M13 un M92; Čūskas un Čūskneša zvaigznājos lodveida kopas M5, M10 un M12; Liras zvaigznājā planetāro miglāju M57; Lapsiņas zvaigznājā planetāro miglāju M27; Strēlnieka zvaigznājā miglājus – M8, M17 un M20.

Saules šķietamais ceļš 2001. gada vasarā kopā ar planētām parādīs *1. attēlā*.

Vasaras naktis ziemeļu pusē, krēslas segmenta zonā šad tad var redzēt gaišas svītras,

jostas, viļņus, virpuļus. Tie ir paši augstākie (80–85 km) un caurspīdīgākie no atmosfēras mākoņiem – sudrabainie mākoņi.

Jūlija beigās un augusta pirmā pusē ir ļoti piemērota meteoru novērojumiem. Tad pavisam neilgā laikā var cerēt ieraudzīt kādu no “kritošajām zvaigznēm”.

PLANĒTAS

Paša vasaras sākumā **Merkurs** nebūs redzams. Tomēr jau 9. jūlijā tas nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (21°). Tāpēc ap jūlija vidu to varēs mēģināt ieraudzīt īsu brīdi pirms Saules lēkta ļoti zemu pie horizonta ziemeļaustrumu pusē. Tā spožums 15. jūlijā būs –0^m,2. Merkura novērošanu tomēr stipri traucēs gaišais krēslas segments.

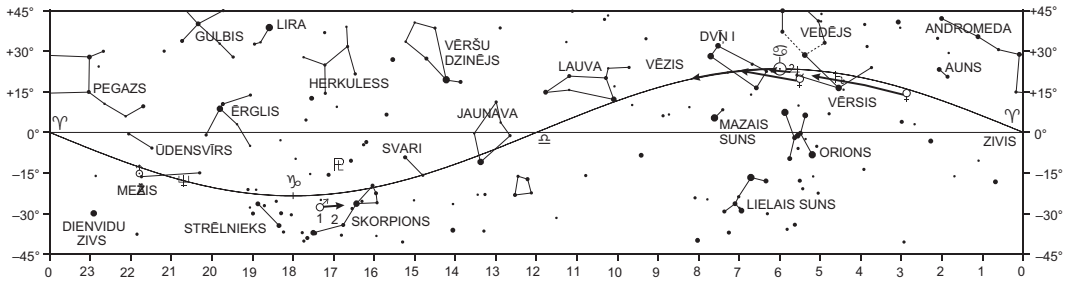
5. augustā Merkurs atradīsies augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc jūlija beigās un augustā tas nebūs redzams.

19. septembrī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (26,5°). Tomēr arī septembrī tas nebūs novērojams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

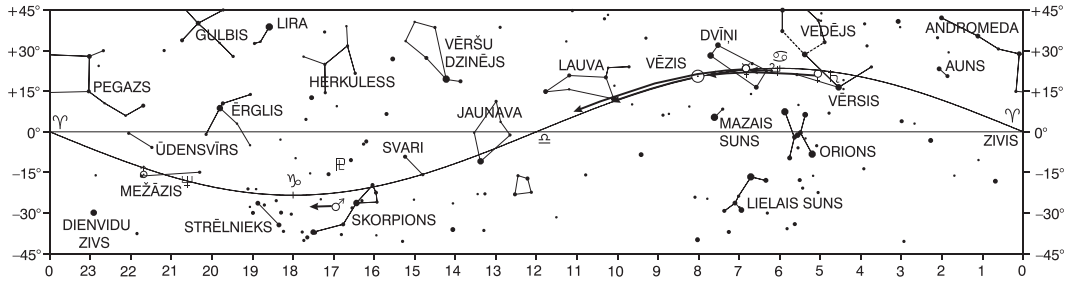
19. jūlijā plkst. 16^h Mēness paies garām 1° uz augšu vai aizklās, 20. augustā plkst. 2^h 4° uz augšu un 19. septembrī plkst. 6^h 8° uz augšu no Merkura.

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

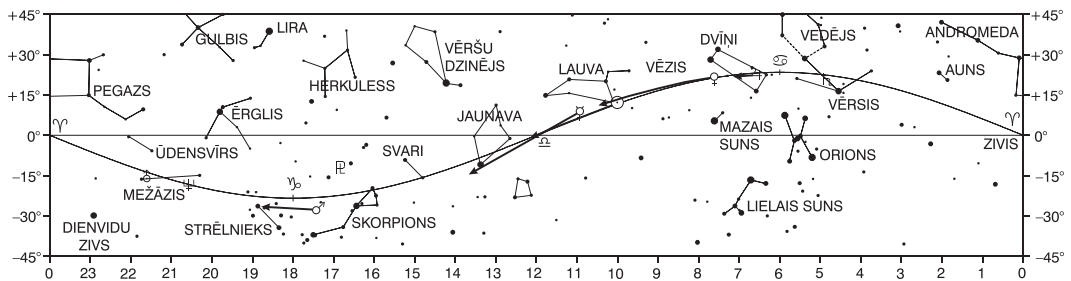
Jūlija otrajā pusē un augustā tās redzamība krasi uzlabosies, pat neraugoties uz to, ka samazināsies elongācija – palielināsies Venēras deklinācija un būs daudz tumšākas debesis. Šajā laikā tā būs ļoti labi novērojama vairākas stundas pirms Saules lēkta ziemeļaustrumu, austrumu pusē. 1. augustā tās spožums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



21.06.2001. – 21.07.2001.



21.07.2001. – 21.08.2001.



21.08.2001. – 21.09.2001.

1. att. Eklīptika un planētas 2001. gada vasarā.

Arī septembrī tās redzamības apstākļi būs labi un līdzīgi kā iepriekš, vienīgi nedaudz samazināsies intervāls starp Venēras un Saules lēktiem.

17. jūlijā plkst. 21^h Mēness aizklās Venēru, 16. augustā plkst. 16^h paies garām 2° uz augšu no Venēras un 15. septembrī plkst. 10^h 3° uz augšu no tās.

Vasaras sākumā un jūlijā **Marss** būs redzams naktis pirmajā pusē. Šajā laikā tam vēl būs liels spožums un leņķiskais diametrs (1. jū-

lija – 2^m,1 un 20,5"). Tomēr Latvijā tas būs novērojams ļoti zemu pie horizonta – pat kulminācijā tā augstums nepārsniegs 6°.

Augustā un septembrī Marss būs redzams vakaros. Tā spožums visu laiku samazināsies: 1. augustā – 1^m,5; 1. septembrī – 0^m,8. Tikpat mazs kā iepriekš būs tā augstums virs horizonta.

Lielāko vasaras daļu Marss atradīsies Čūskeņa zvaigznājā. Tikai septembra sākumā tas pāries uz Strēlnieka zvaigznāju.

3. jūlijā plkst. 13^h Mēness paies garām 6° uz augšu, 30. jūlijā plkst. 17^h 6° uz augšu un 27. augustā plkst. 15^h 5° uz augšu no Marsa.

Pašā vasaras sākumā **Jupiters** nebūs novērojams. Sākot apmēram ar jūlija vidu, tas būs redzams rīta stundās kā -1^m,9 spožuma spideklis. Augustā un septembrī tā redzamības intervāls būs nakts otrā pusē. Jupitera spožums visu laiku palielināsies un vasaras beigās būs -2^m,2.

Vasaras sākumā Jupitera atradīsies Vērša zvaigznājā. Jūlija vidū tas pāries uz Dvīņu zvaigznāju, kur arī būs novērojams līdz pat vasaras beigām.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2001. gada vasarā parādīta 3. attēlā.

19. jūlijā plkst. 8^h Mēness paies garām 0,2° uz leju vai aizklās, 15. augustā plkst. 23^h 0,4° uz augšu vai aizklās un 12. septembrī plkst. 15^h 1° uz augšu no Jupitera vai aizklās to.

Pašā vasaras sākumā **Saturns** būs redzams no rītiem kā +0^m,2 spožuma spideklis. Jūlija otrajā pusē un augustā tā redzamības intervāls būs nakts otrā pusē. Septembrī Saturns jau būs ļoti labi novērojams nakts lielāko daļu, izņemot vakara stundas. Tā spožums šajā laikā jau sasniegs 0^m,0.

Visu vasaru Saturns atradīsies Vērša zvaigznājā.

17. jūlijā plkst. 16^h Mēness paies garām 0,5° uz leju vai aizklās, 14. augustā plkst. 6^h 0,2° uz leju vai aizklās un 10. septembrī plkst. 16^h 0,2° uz augšu no Saturna vai aizklās to.

Pašā vasaras sākumā **Urāns** būs novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Tomēr šajā laikā un jūlija pirmajā pusē traucēs ļoti gaišās nakts.

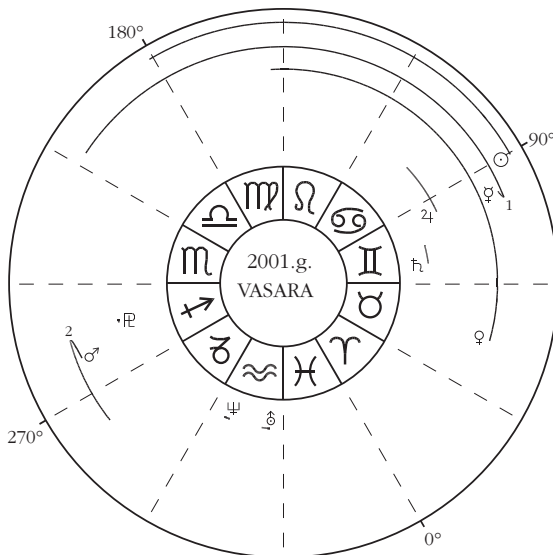
15. augustā Urāns atradīsies opozīcijā ar Sauli. Tāpēc jūlija beigās un augustā tas būs novērojams praktiski visu nakti. Turklāt augustā netraucēs arī gaišās nakts. Urāna spožums šajā laikā būs +5^m,7, tā atrašanai un aplūkošanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

Septembrī Urāns būs redzams gandrīz visu nakti, izņemot rīta stundas.

Visu vasaru tas atradīsies Mežāža zvaigznājā.

9. jūlijā plkst. 1^h Mēness paies garām 3° uz leju, 5. augustā plkst. 6^h 3° uz leju un 1. septembrī plkst. 10^h 3° uz leju no Urāna.

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

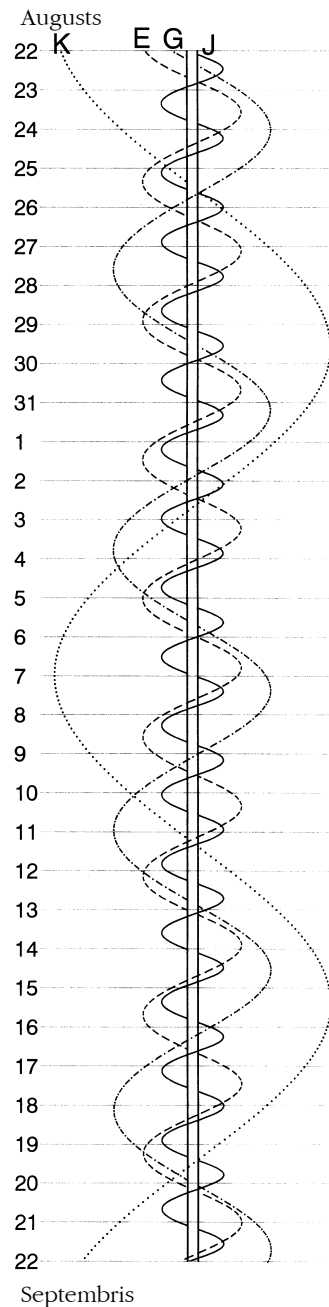
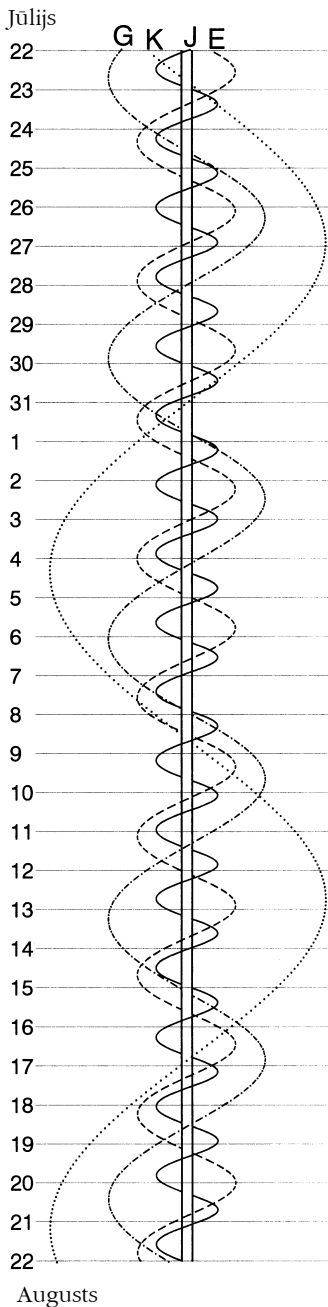
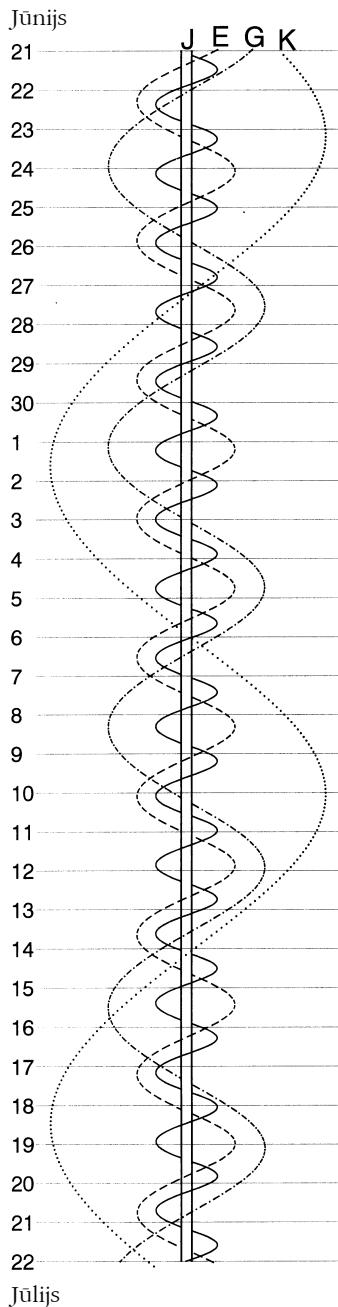


2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 21. jūnijā plkst. 0^h, beigu punkts 23. septembrī plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 28. jūnijs 9^h; 2 – 20. jūlijs 3^h.



3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2001. gada vasarā. **Jo** (J), **Eiropa** (E), **Ganimēds** (G), **Kallisto** (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

MAZĀS PLANĒTAS

2001. gada vasarā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs divas mazās planētas – Cerera (1) un Vesta (4).

Cerera:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
25.06.	19h24m	– 28°24'	1,904	2,894	7,5
30.06.	19 19	– 28 50	1,893	2,897	7,4
5.07.	19 14	– 29 15	1,889	2,900	7,3
10.07.	19 10	– 29 37	1,892	2,903	7,3
15.07.	19 05	– 29 58	1,902	2,906	7,4
20.07.	19 00	– 30 15	1,919	2,909	7,5
25.07.	18 56	– 30 30	1,943	2,912	7,7
30.07.	18 52	– 30 42	1,972	2,915	7,8
4.08.	18 48	– 30 52	2,008	2,918	7,9
9.08.	18 45	– 30 59	2,049	2,920	8,0
14.08.	18 43	– 31 03	2,096	2,923	8,1
19.08.	18 42	– 31 06	2,146	2,926	8,2
24.08.	18 41	– 31 07	2,201	2,928	8,3
29.08.	18 40	– 31 06	2,260	2,931	8,4
3.09.	18 41	– 31 04	2,322	2,934	8,5
8.09.	18 42	– 31 01	2,386	2,936	8,6

Vesta:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
4.08.	4h01m	+ 14°22'	2,674	2,528	8,2
9.08.	4 07	+ 14 35	2,616	2,531	8,2
14.08.	4 13	+ 14 47	2,557	2,533	8,1
19.08.	4 19	+ 14 56	2,497	2,536	8,1
24.08.	4 25	+ 15 04	2,436	2,539	8,0
29.08.	4 30	+ 15 09	2,374	2,541	8,0
3.09.	4 34	+ 15 13	2,312	2,544	7,9
8.09.	4 39	+ 15 16	2,250	2,546	7,9
13.09.	4 42	+ 15 17	2,188	2,548	7,8
18.09.	4 45	+ 15 17	2,127	2,550	7,7
23.09.	4 48	+ 15 15	2,066	2,552	7,7

KOMĒTAS

19P/Borrelly komēta.

Šī periodiskā komēta šogad 14. septembrī nonāks perihēlijā. Tāpēc šovasar to būs iespējams novērot ar nelieliem teleskopiem un labiem binokļiem.

Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
4.08.	5h12m	+ 7°59'	1,733	1,441	9,7
9.08.	5 28	+ 9 23	1,719	1,423	9,5
14.08.	5 43	+ 10 45	1,685	1,407	9,3
19.08.	5 59	+ 12 07	1,654	1,393	9,2
24.08.	6 15	+ 13 27	1,623	1,382	9,1
29.08.	6 31	+ 14 46	1,595	1,372	8,9
3.09.	6 47	+ 16 03	1,567	1,365	8,9
8.09.	7 04	+ 17 18	1,542	1,360	8,8
13.09.	7 21	+ 18 30	1,517	1,358	8,7
18.09.	7 37	+ 19 40	1,494	1,359	8,7
23.09.	7 54	+ 20 48	1,473	1,362	8,7

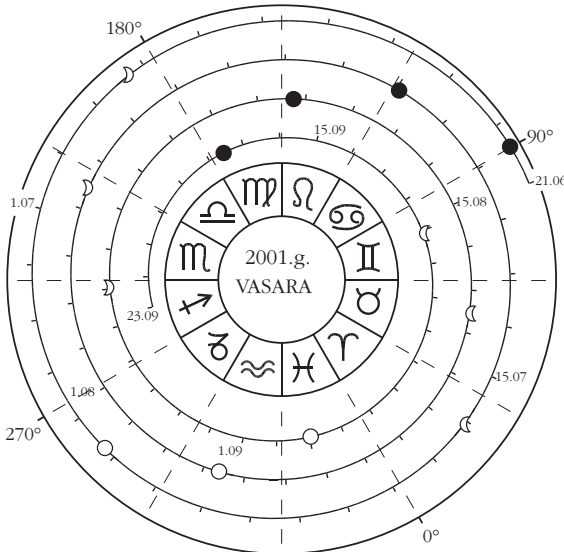
MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 23. jūnijā plkst. 20^h; 22. jūlijā plkst. 0^h; 19. augustā plkst. 9^h; 16. septembrī plkst. 19^h.
Apogejā: 9. jūlijā plkst. 15^h; 6. augustā plkst. 0^h., 2. septembrī plkst. 2^h.

Mēness ieešana zodiaka zīmēs (sk. 4. att.).

21. jūnijā	14 ^h 41 ^m Vēzi (♋)	29. jūnijā	23 ^h 29 ^m Skorpionā (♏)
23. jūnijā	15 ^h 55 ^m Lauvā (♌)	2. jūlijā	6 ^h 14 ^m Strēlniekā (♐)
25. jūnijā	16 ^h 58 ^m Jaunavā (♍)	4. jūlijā	15 ^h 22 ^m Mežāzī (♎)
27. jūnijā	19 ^h 11 ^m Svaros (♉)	7. jūlijā	2 ^h 34 ^m Ūdensvirā (♊)
		9. jūlijā	15 ^h 05 ^m Zivis (♈)
		12. jūlijā	3 ^h 36 ^m Aunā (♈)
		14. jūlijā	14 ^h 13 ^m Vērsī (♉)
		16. jūlijā	21 ^h 26 ^m Dvīņos (♊)



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

H Jauns Mēness: 21. jūnijā 14^h58^m; 20. jūlijā 22^h44^m; 19. augustā 5^h55^m; 17. septembrī 13^h27^m.

U Pirmais ceturksnis: 28. jūnijā 6^h20^m; 27. jūlijā 13^h08^m; 25. augustā 22^h55^m.

I Pilns Mēness: 5. jūlijā 18^h04^m; 4. augustā 8^h56^m; 3. septembrī 0^h43^m.

T Pedējais ceturksnis: 13. jūlijā 21^h45^m; 12. augustā 10^h53^m; 10. septembrī 21^h59^m.

19. jūlijā	0 ^h 57 ^m Vēzi	21. augustā	11 ^h 19 ^m Svaros
21. jūlijā	1 ^h 43 ^m Lauvā	23. augustā	12 ^h 50 ^m Skorpionā
23. jūlijā	1 ^h 29 ^m Jaunavā	25. augustā	18 ^h 00 ^m Strēlniekā
25. jūlijā	2 ^h 08 ^m Svaros	28. augustā	3 ^h 02 ^m Mežāzī
27. jūlijā	5 ^h 17 ^m Skorpionā	30. augustā	14 ^h 48 ^m Ūdensvirā
29. jūlijā	11 ^h 45 ^m Strēlniekā	2. septembrī	3 ^h 32 ^m Zivīs
31. jūlijā	21 ^h 16 ^m Mežāzī	4. septembrī	15 ^h 58 ^m Aunā
3. augustā	8 ^h 54 ^m Ūdensvirā	7. septembrī	3 ^h 18 ^m Vērsī
5. augustā	21 ^h 30 ^m Zivīs	9. septembrī	12 ^h 41 ^m Dviņos
8. augustā	10 ^h 05 ^m Aunā	11. septembrī	19 ^h 10 ^m Vēzi
10. augustā	21 ^h 24 ^m Vērsī	13. septembrī	22 ^h 16 ^m Lauvā
13. augustā	5 ^h 59 ^m Dviņos	15. septembrī	22 ^h 40 ^m Jaunavā
15. augustā	10 ^h 55 ^m Vēzi	17. septembrī	22 ^h 00 ^m Svaros
17. augustā	12 ^h 26 ^m Lauvā	19. septembrī	22 ^h 27 ^m Skorpionā
19. augustā	11 ^h 53 ^m Jaunavā	22. septembrī	2 ^h 03 ^m Strēlniekā

Tabula. Spožāko zvaigžņu aizklāšana ar Mēnesi 2001. gada vasarā

Datums	Zvaigzne	Zvaigznes spožums, m	Mēness vecums, d	Aizklāšanas moments, h, m
04. VIII	Mežāža 17	5,9	14,1	1 38

Aizklāšanas moments aprēķināts ar 5 minūšu precizitāti.

Tabulu sastādījis **Ilgonis Vilks**

APTUMSUMI

Pilns Saules aptumsums 21. jūnijā.

Šis būs pirmais jaunās tūkstošgades pilnais Saules aptumsums. Pilnais aptumsums sāksies Atlantijas okeānā netālu no Dienvidamerikas krastiem. Pēc tam pilnā aptumsuma josla šķērsos Atlantijas okeānu, Angolu, Zambiju, Zimbabvi, Mozambiku, Madagaskaru un beigsies Indijas okeānā. Liels būs maksimālais pilnās fāzes ilgums (4^m56^s Atlantijas okeānā) un ļoti liela skaidra laika varbūtība (pat 95%) kontinentālajā Āfrikā. Kā daļējs tas būs redzams Dienvidamerikā, Atlantijas okeānā, gandrīz visā Āfrikā un Indijas okeāna rietumos. Latvijā nebūs novērojams.

Daļējs Mēness aptumsums 5. jūlijā.

Tas būs novērojams Āzijas austrumos un dienvidos, Austrālijā un Klusajā okeānā. Latvijā tas nebūs redzams.

METEORI

Jūlija otrajā pusē un augustā ir novērojamas vairākas meteoru plūsmas. Īpaši jāmin divas no tām.

1. Dienvidu δ Akvarīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 12. jūlija līdz 19. augustam. 2001. gadā maksimums gaidāms 28. jūlijā, kad vienas stundas laikā var cerēt ieraudzīt līdz 20 meteoriem. Ap to pašu periodu aktīvas ir vēl dažas vājākas plūsmas. Tāpēc reāli novērojamais meteoru skaits var būt vēl lielāks, vienīgi visi tie nepiederēs pie Dienvidu δ Akvarīdu meteoru plūsmas.

2. Perseīdas. Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām plūsmām. Tās aktivitātes periods ir no 17. jūlija līdz 24. augustam. 2001. gadā maksimums gaidāms 12. augustā laikā no plkst. 17^h līdz plkst. 20^h. Tad intensitāte var sasniegt pat 120–160 meteoru stundā. D

CONTENTS

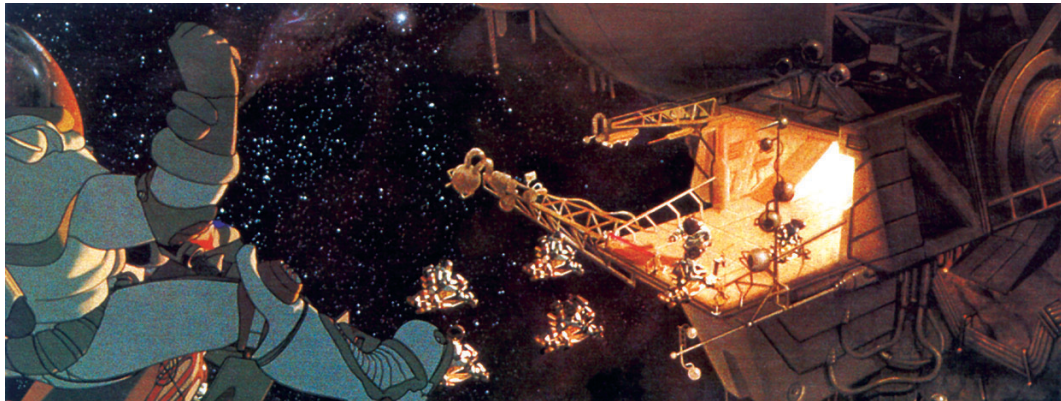
“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO “Sensational Discovery in Experimental Physics” by *U. Dzērvičis (abridged)*. “Solar Eclipse in Kamishin” by *G. Rozenfelds (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Search for Exoplanets: Success and Complications. *Z. Alksne, A. Alksnis*. **NEWS** A Star is Growing in a Bok Globule. *Z. Alksne*. Observation of an Interesting Object by Cosmic Radio Interferometer. *A. Balklavs*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** HALCA – Step in Space Radio Interferometry. *A. Balklavs*. Physiological Adaptation to Weightlessness. *T. Čzurnik*. Spaceflight. Period of Great Success (1961–1973) (*concluded*). *Ilgonis Vilks*. Spaceflight. Almost Everyday Life (1973–2000). *Ilgonis Vilks*. **In FOREIGN COUNTRIES** About Astronomy in One of the Biggest Museum of Natural Sciences. *V. Straupe*. **The WAYS of KNOWLEDGE** Contemporary Science on Eternal Life. *Imants Vilks*. **At SCHOOL** Solutions of Problems of Team Olympiad *Baltic Way’2000* in Mathematics. *A. Andžāns*. **MARS in the FOREGROUND** Dust Storm Patterns on Mars. *J. Jaunbergs*. *Mars Odyssey* 2001. *J. Jaunbergs*. Competition for Readers. *J. Jaunbergs, M. Gills*. **For AMATEURS** The Annual Star Party in Vabole. *M. Gills*. Sun – Dials for Entire Territory of Latvia (*2nd continuation*). *A. Nikolajev*. **At YOUTH ASTRONOMY CLUB** Constellations at Summer Midnight. *I. Začeste*. **SPACE THEME in ART** Cinema of the New Millennium. *G. Vilka*. **FLASHBACK** Jāzeps Čudars – First Latgalian Physicist (1910–1990). *J. Jansons*. **CHRONICLE** Let us Remember and Celebrate this Summer... *I. Daube*. **READERS’ SUGGESTIONS** At Andrupene Stone Astronomer. *I. Pundure*. **READERS’ QUESTIONS** On Friendly Terms with Cosmology: Questions and Answers. *K. Bērziņš*. **The STARRY SKY in the SUMMER of 2001**. *J. Kauļiņš*.

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД «Сенсационное открытие в экспериментальной физике» (по статье У. Дзервитиса). «Солнечное затмение в Камышине» (по статье Г. Розенфельдса). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Удачи и осложнения в поисках планет вне Солнечной системы. *З. Алксне, А. Алкснис*. **НОВОСТИ** В глобуле Бока возникает звезда. *З. Алксне*. Интересное наблюдение внегалактического объекта космическим радиointерферометром. *А. Балклавс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** HALCA – шаг в космическую радиointерферометрию. *А. Балклавс*. Адаптация человека к невесомости. *Т. Зарник*. Космические полёты. Пора больших достижений (1961–1973). *Илгонис Вилкс*. Космические полёты. Почти как будни (1973–2000). *Илгонис Вилкс*. **В ДРУГИХ СТРАНАХ** Об астрономии в одном из самых больших музеев естественных наук мира. *В. Страупе*. **ПУТИ ПОЗНАНИЯ** Современная наука о вечной жизни. *Имантс Вилкс*. **В ШКОЛЕ** Решения задач командной олимпиады по математике «Балтийский путь’2000». *А. Андžанс*. **МАРС ВБЛИЗИ** Танец ветра и пыли на Марсе. *Я. Яунбергс*. *Одиссея Марса* 2001. *Я. Яунбергс*. Конкурс для читателей. *Я. Яунбергс, М. Гиллс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Ежегодный астрономический лагерь в Ваболе. *М. Гиллс*. Солнечные часы для всей Латвии (*2-ое продолжение*). *А. Николаев*. **В МОЛОДЁЖНОМ КЛУБЕ АСТРОНОМИИ** Созвездия в летнюю полночь. *И. Зачестэ*. **КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМА в ИСКУССТВЕ** Кино нового тысячелетия. *Г. Вилка*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Язепс Чударс – первый латгальский физик (1910–1990). *Я. Янсонс*. **ХРОНИКА** Этим летом отмечаем юбилей учёных. *И. Даубе*. **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** У «каменного астронома» в Андрупене. *И. Пундуре*. **СПРАШИВАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** С космологией на ты: вопросы и ответы. *К. Берзиньш*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО** летом 2001 года. *Ю. Каулиньш*.

THE STARRY SKY, SUMMER 2001
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2001
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2001. GADA VASARA
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2001
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālrunis *Jānis Kuzmanis*

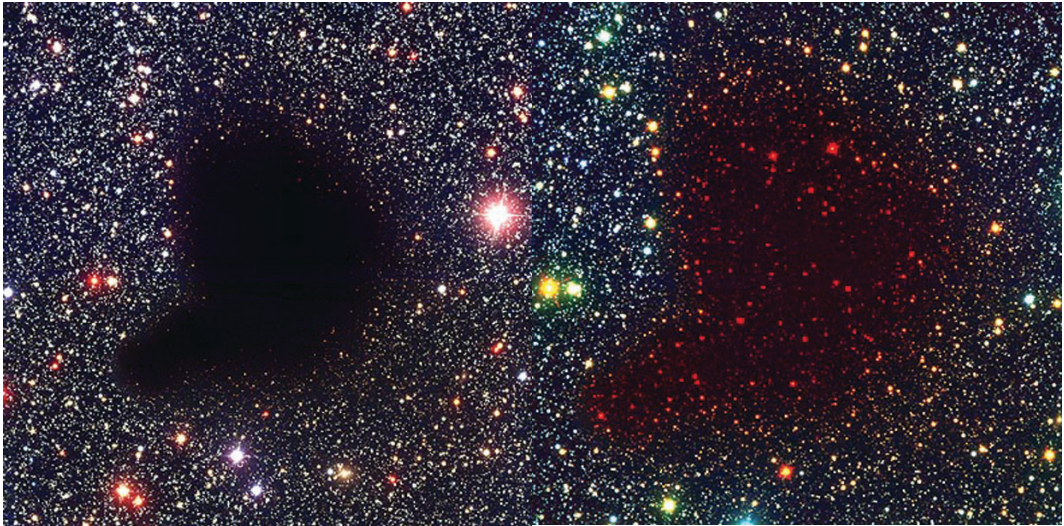


Ciņa uz kādas tālas planētas (*augšējais*) un kosmiskā remontstacija multiplikācijas filmā *Titāns*.



Tā izskatās XXIII gadsimta Ņujorka filmā *Piektais elements*.

Sk. G.Vilkas rakstu "Jaunās tūkstošgades kino".



Globulas B68 attēls, kas veidots no attēliem redzamā un tuvā infrasarkanā gaismā. Šajos staros tumšā globula ir pilnīgi necaurredzama tās iekšienē esošo putekļu daļiņu radītā satumsuma dēļ.

Augšā pa labi:

Globulas B68 attēls neīstās krāsās, kas veidots no attēliem redzamā gaismā (*parādīts ar zilu krāsu*), tuvā infrasarkanā (*ar zaļu*) un infrasarkanā (*ar sarkanu*). Tā kā aizmugures zvaigžņu gaismā redzama tikai infrasarkanos staros, šīs zvaigznes izskatās sarkanas.

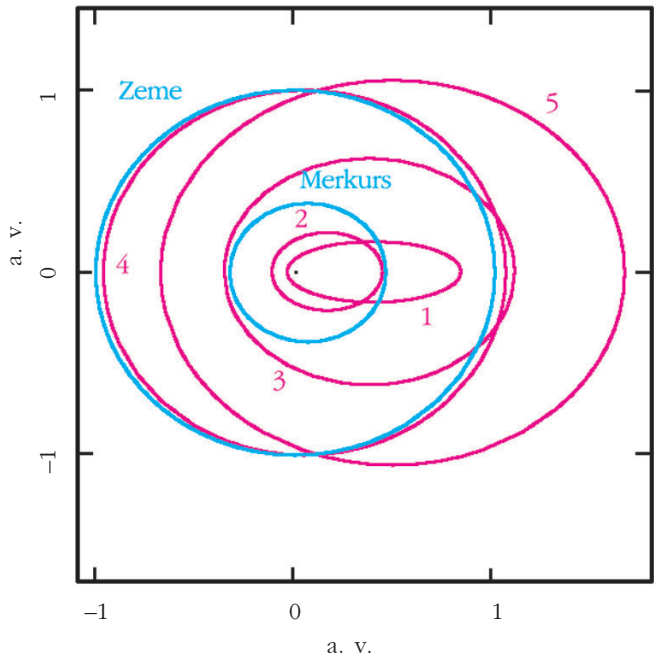
ESO PR foto

Sk. Z. Alksnes rakstu "Boka globulā top zvaigzne".

Blakus:

Jaunatklāto citplanētu orbītas salīdzinājumā ar Merkura un Zemes orbītām. Mērogs astronomiskās vienībās.

Sk. Z. Alksnes un A. Alkšņa rakstu "Citplanētu meklēšanas veiksmes un sarežģījumi".



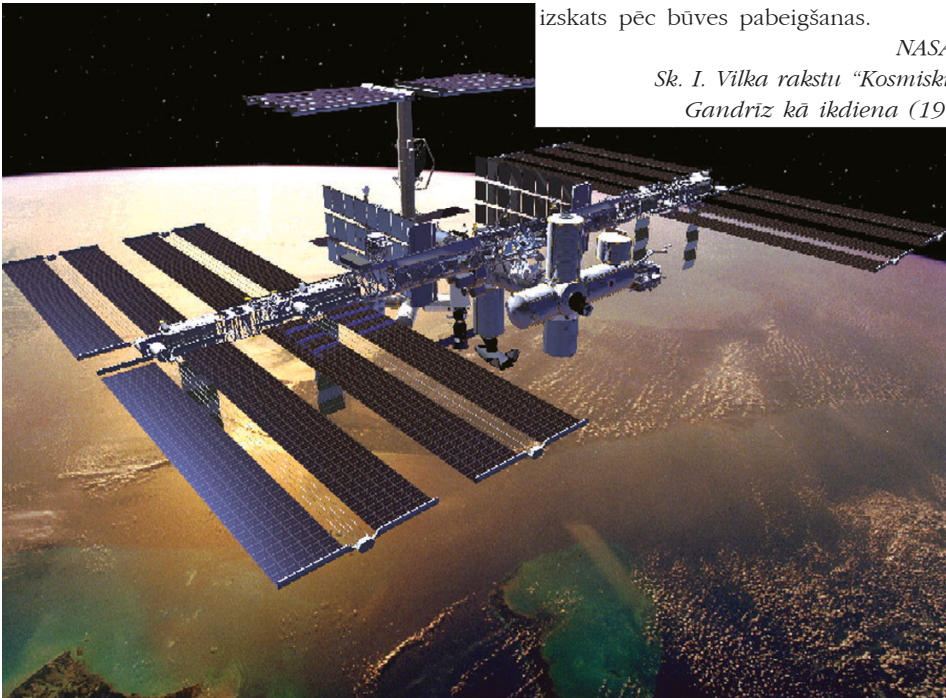
- | | |
|---------------|---------------|
| 1 – HD 80606b | 4 – HD 28185b |
| 2 – HD 74156b | 5 – HD 82943b |
| 3 – HD 82943c | |

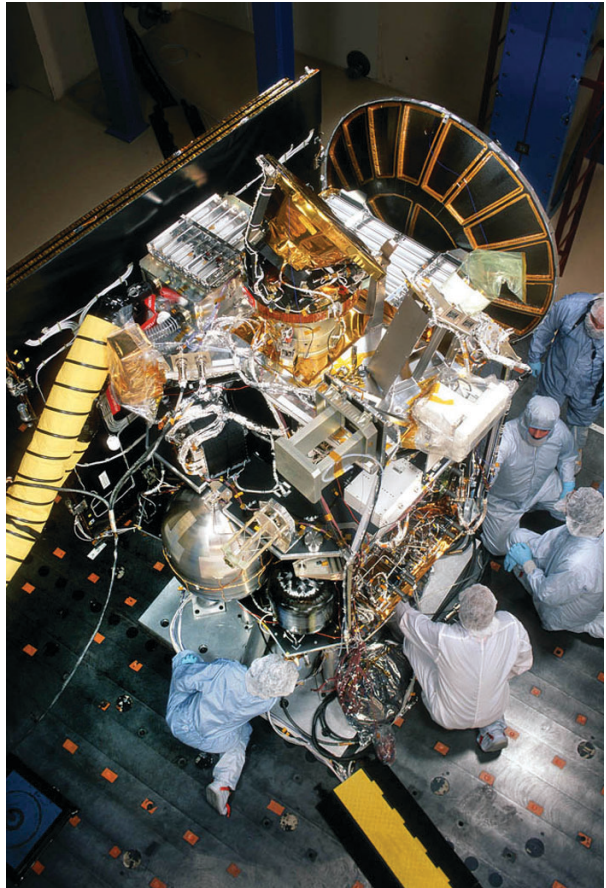
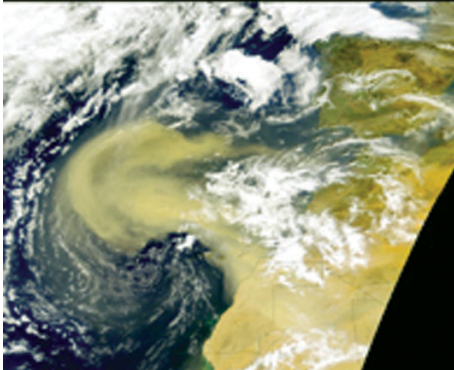
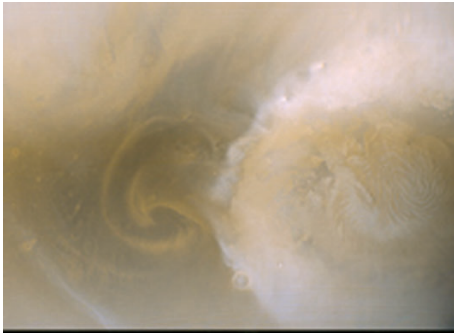
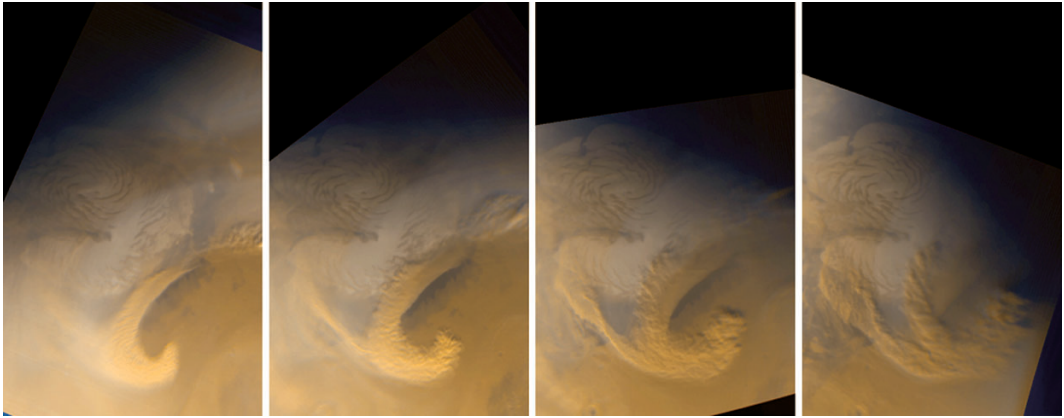


Starptautiskā orbitālā stacija 2000. gada vidū.
Pa kreisi – bloks Zvezda, vidū – bloks Zarja, pa labi – ASV sakabināšanās mezgls.

Starptautiskās orbitālās stacijas iespējamais izskats pēc būves pabeigšanas.

*NASA zīmējumi
Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskie lidojumi.
Gandrīz kā ikdiena (1973–2000)".*



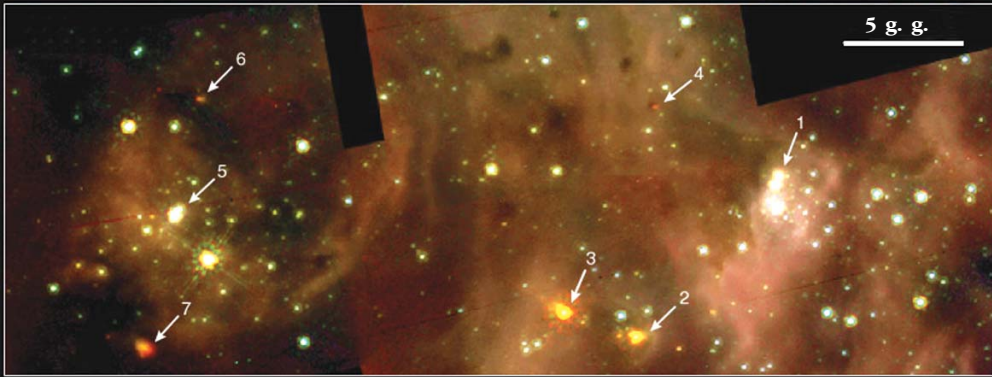


Putekļu vētras uz Marsa un Sahāras tuksnesī.

Augšā – putekļu vētras attīstība uz Marsa (2 stundu intervāli).

*MSSS/JPL/NASA attēli
Sk. J. Jaunberga rakstu "Marsa vēju
un putekļu deža".*

*Mars Odyssey pēc akustiskajiem un vibrāciju testiem.
Sk. J. Jaunberga rakstu "Marsa Odiseja 2001".*



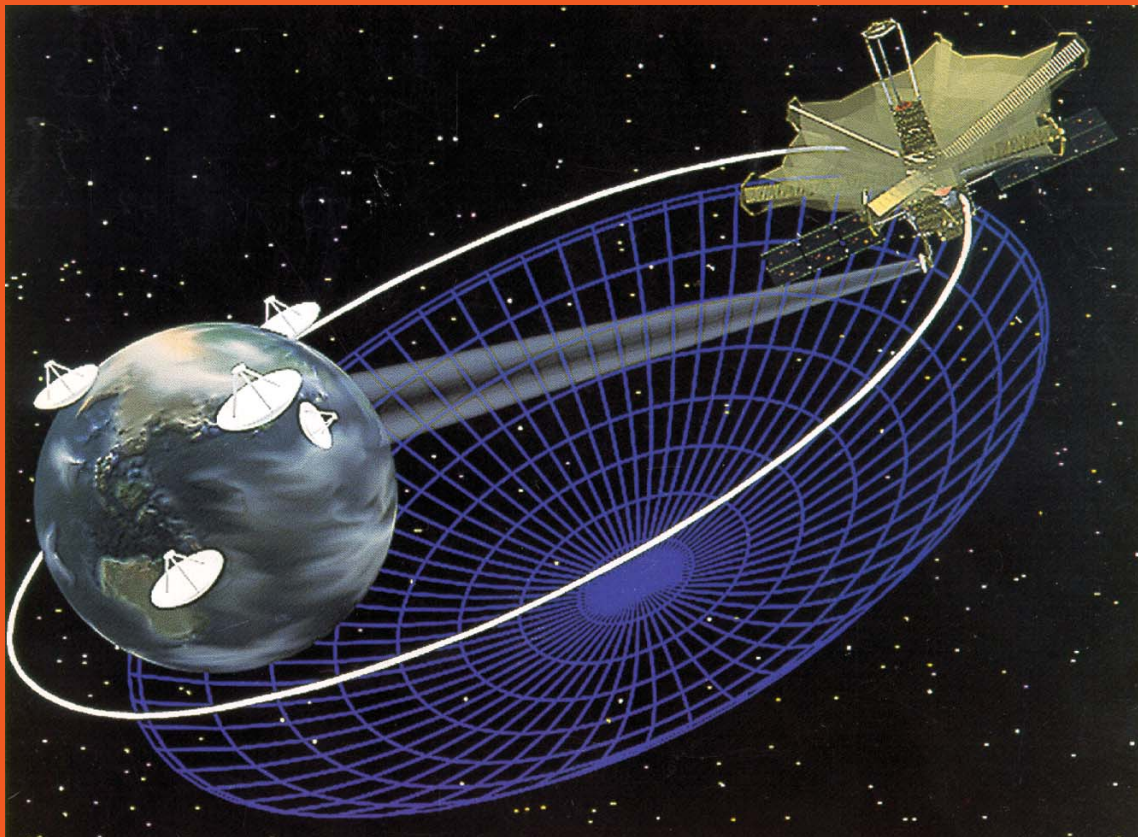
NASA attēls.

Sk. K. Bērziņa rakstu "Ar kosmoloģiju uz tu: jautājumi un atbildes".

Izvēloties "Aldara" produkciju, arī Tu atbalsti Latvijas rūpniecību un kultūru!



ZVAIŽNOTĀ DEBĒS



Orbitā pacelts radioteleskops kopā ar uz Zemes izvietotiem radioteleskopiem var veidot radiointerferometrisku sistēmu, kura, sintezējot kosmiska radiostarojuma avota attēlu, spēj nodrošināt tādu leņķisko izšķirtspēju, kāda piemistu vienlaidu antenai (*iekrāsota ar zili*), kuras diametrs būtu vienāds ar satelīta orbītas maksimālo izmēru.

Attēls no Japānas Astronomiskās biedrības žurnāla PASJ

Sk. A. Balklava rakstu "HALCA – solis kosmiskajā radiointerferometrijā".

ISSN 0135-129X



9 770135 129006