

# ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS

2004/05  
ZIEMA

★ HKT SASKATA PAŠAS PIRMĀS GALAKTIKAS

★ CASSINI DARBOJAS NEVAINOJAMI

★ Par ZEMESTRĪCĒM LATVIJĀ

★ KĀVI BALTIJAS NOVEMBRA DEBESĪS

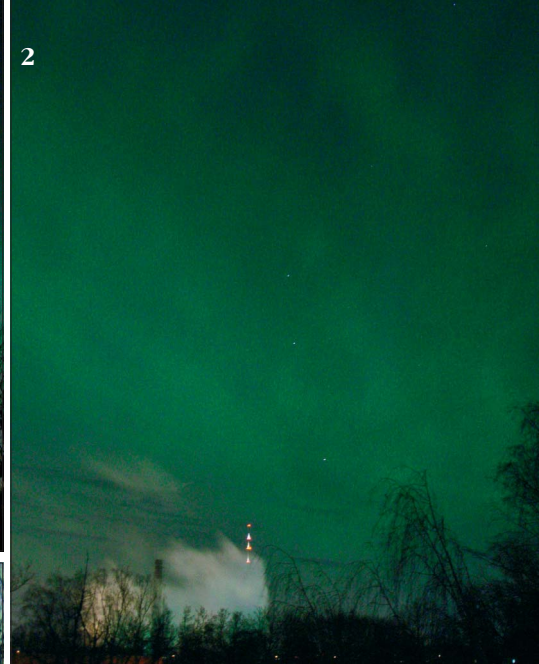
★ Vai ir NOVĒROTŠ, kad MERKURS “SLĒPIES” aiz VENĒRAS?

★ VISA ZINĀTNE ir VIENOTA:

PROFESORS ANDŽĀNS IZVAICĀ PROFESORU FREIVALDU

Pielikumā: Astronomiskās parādības un

Planētu redzamības diagramma 2005



#### Fotografējuši

9. novembrī Mārtiņš Gills Rīgā:

1 – plkst. 21:45, eksponēts 10 s, matricas jutība ISO 400, F/2,8; 2 – 22:22, 3 s;

3 – 9. novembrī Dainis Kārkluvalks, “Talsu Vēstis”, 21:48, 15 s, ISO 400, ar digitālo fotoaparātu *Canon-95* pie atvērtas diafragmas 2,0;

4 – 10. novembrī Raitis Freimanis Stokholmā, 10 s, ISO 200, F/2,8.

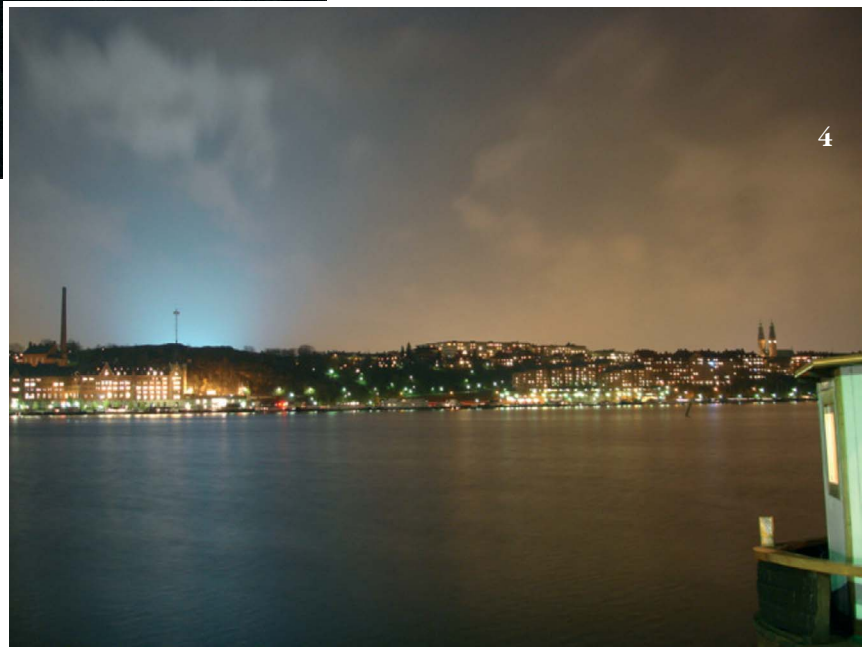
*Sk. M. Gilla rakstu “Novembra kāvi rotā Baltijas debesis”.*

#### **Vāku 1. lpp.:**

Saturna gredzenu infrasarkanais kompozitattēls, sarkana krāsa apzīmē relatīvi siltas gredzenu zonas (110 K), zila krāsa – vēsas (70 K) zonas.

*NASA/JPL attēls*

*Sk. J. Jaunberga rakstu “Casini” ierodas Saturna sistēmā”.*



# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS  
ČETRAS REIZES GADĀ

2004./05. GADA ZIEMA (186)



## Redakcijas kolēģija:

*Dr. phys. A. Balklavs* (atbild. redaktors),  
*Dr. habil. math. A. Andžāns* (atbild. red. vietn.),  
*Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš, M. Gills,*  
*Ph. D. J. Jaunbergs, Dr. phil. R. Kūlis,*  
**I. Pundure** (atbild. sekretāre),  
*Dr. phys. L. Roze, Dr. paed. I. Vilks*

Tālrunis 7034580

E-pasts: [astra@latnet.lv](mailto:astra@latnet.lv)

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

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



Mācību grāmata  
Rīga, 2004

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

## SATURS

### Pirms 40 gadiem “Zvaigžnotajā Debess”

Zemestrices Latvijā. Kosmiskais kuģis “Ranger-7”.

Rīgā pētis Mēnesi.....2

### Zinātnes ritums

Kvantu mehānikas un teoloģijas dialoga problēmas

(*nobeig.*). *Juris Tambergs* .....3

### Jaunumi

Nosvērtis galēji auksto punduru pāris. *Zenta Alksne,*

*Andrejs Alksnis* .....11

Sekmīgas protozvaigžņu medības. *Arturs Balklavs* .....14

Melnā cauruma siluets. *Arturs Balklavs* .....17

Tāls milzu kvazars. *Arturs Balklavs* .....19

Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3.

*Arturs Balklavs* .....21

Ārpusgalaktiskie planetārie miglāji. *Juris Freimanis* .....25

### Kosmosa pētniecība un apgušana

“Cassini” ierodas Saturna sistēmā. *Jānis Jaunbergs* .....29

Kosmiskie transportlīdzekļi XXI gadsimta sākumā.

NVS. *Dainis Krieviņš* .....32

### Latvijas zinātnieki

Profesors Rūsiņš-Mārtiņš Freivalds zinātnes ceļos.

*Jānis Bārzdriņš* .....39

Visa zinātne ir vienota (*intervija*). *A. Andžāns,*

*R. Freivalds* .....40

### Latvijas Universitātes mācību spēki

Londonas universitātes Berkbecka koledža (*nobeig.*).

Jāzeps Eiduss .....46

### Skolā

Starptautiskās komandu olimpiādes “Baltijas ceļš – 2003”

uzdevumu atrisinājumi. *Agnis Andžāns* .....61

### Marsa tuvplānā

Meteoritu panspermija. *Jānis Jaunbergs* .....67

### Amatieriem

Novembra kāvi rotā Baltijas debesis. *Mārtiņš Gills* .....69

Zelta lietus kalponites liktenī. *Natalija Cimaboviča* .....70

### Atskatoties pagātnē

“Apsēstie” un savārdnieki eksaktajās zinātnēs.

*Gunārs Raņķis* .....72

### Tālās zemēs

Kalenaīsa – “Hebridu Stounhendža”. *Jānis Klētnieks* .....78

### Gribi notīci, negribi – ne

Līgatnes meteorīta meklējumos. *Imants Jurģītis* .....84

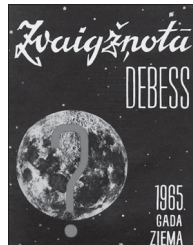
### Jautā lasītājs

Kad Venēra aizklāj Merkuru? *Juris Kauliņš* .....93

**Zvaigžnotā Debess** 2004./05. gada ziemā. *Juris Kauliņš* .....94

*Pielikumā: Astronomiskās parādības un Planētu redzamības kompleksā diagramma 2005. gadam*

# PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"



## ZEMESTRĪCES LATVIJĀ

Pie seismiski mierīgajiem rajoniem pieder Latvijas teritorija kopā ar pārējo PSRS ziemeļrietumu daļu un Skandināviju. Tomēr šādam seismiskam mierīgumam ir relatīvs raksturs. Pāršķirstot vecos Latvijā izdotos žurnālus un avīzes, atrodam vairākus aprakstus par vietējās izcelsmes zemestrīcēm. Kādi gan ir Baltijā novēroto zemestrīču cēloņi? Vai tādi paši kā seismiski aktīvo loku zemestrīcēm? Kādā dziļumā tās radušās? Lai noskaidrotu šos jautājumus, jāiepazīstas ar zemestrīču cēloņiem vispār. Pēc izcelšanās zemestrīces iedala: 1) tektoniskās, 2) vulkāniskās, 3) mākslīgās un 4) iegruvumu zemestrīces. Zemestrīces nav tikai tīri "iekšēja" mūsu planētas parādība. Zinātnieki noskaidrojuši, ka to izraisīšanā un izvietojumā liela nozīme ir dažādiem kosmiskajiem faktoriem. "Zvaigžnotās Debess" 1964. gada ziemas numurā aprakstīts, ka atsevišķā rajonā notiekošo zemestrīču skaits saistīts ar plūdmaiņu spēku izmaiņu, kas savukārt saistīts ar Mēness un Saules savstarpējo stāvokli. Jaunākie pētījumi ļauj secināt, ka zināma korelācija pastāv arī starp 11 gadu Saules aktivitātes ciklu un kādā rajonā notiekošo zemestrīču skaitu.

*(Saisināti pēc N. Ozoliņas raksta 3.–9. lpp.)*

## KOSMISKAIS KUGĪS "RANGER-7"

Apmēram 365 kg smago amerikāņu kuģi "Ranger-7" orbītā pacēla nesējraķete "Atlas-Agena B", kas startēja no Kenedija zemesraga 1964. gada 28. jūlijā. 31. jūlijā 13<sup>h</sup>25<sup>m</sup> pēc pasaules laika, t. i., pēc 68 stundu un 35 minūšu ilga lidojuma, "Ranger-7" sasniedza Saules apgaismoto Mēness rajonu un ar ātrumu ~7500 km/h ietriecās Mēness virsmā Mākoņu jūras rajonā. 16 stundas un 40 sekundes pirms sadursmes ~2200 km attālumā no Mēness virsmas ar radiosignālu palīdzību no Zemes tika ieslēgtas kosmiskajā stacijā uzstādītās sešas televīzijas kameras, kas sāka noraidīt uz Zemi Mēness virsmas attēlus. Tos uztvēra speciāla stacija Goldstonā. Visu "Ranger-7" iegūto Mēness attēlu detalizētai apstrādei vajadzēs apmēram trīs gadus. Provizorisks attēlu pētījumi rāda, ka Mēness virsma ir ļoti nelīdzena. Acimredzot visā 4500 miljonu gadu ilgajā Mēness mūžā to ir bombardējuši gan lieli, gan mazi meteorīti. "Ranger-7" palīdzēs sagatavot ceļu cilvēka lidojumam uz Mēnesi.

*(Saisināti pēc I. Daubes raksta 22.–26. lpp.)*

## RĪGĀ PĒTĪS MĒNESI

Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļā uzbūvēts 50 cm reflektors, kas nosaukts ievērojamā latviešu astronoma un metrologa F. Blumbaha vārdā. Blumbaha spoguļteleskops (BST) tiks izmantots dienā Saules virsmas pētījumiem, bet naktī – mazo planētu fotografēšanai. Patlaban BST vispiemērotākais pētījumu objekts naktī ir Mēness. Viens no aktuālākajiem astronomu uzdevumiem ir noskaidrot, vai Mēness krāteri attaisno savu nosaukumu, t. i., vai uz Mēness norit aktīva vulkāniskā darbība. 1958. gadā Pulkovas astronoms N. Kozirevs ieguva krātera Alfonsa spektru, kas neapšaubāmi liecināja, ka no šā krātera izdalās gāzes. Pagaidām, kamēr ap Mēnesi vēl neriņķo mākslīgs pavadoņs ar automātisku fotokameru, nozīmīgi ir novērojumi no Zemes, lai noskaidrotu, kādā vidē nonāks pirmie kosmonauti.

*(Saisināti pēc M. Gaiļa raksta 46.–48. lpp.)*



JURIS TAMBERGS

## KVANTU MEHĀNIKAS UN TEOLOĢIJAS DIALOGA PROBLĒMAS

(Nobeigums)

### 5. KVANTU HOLISMA KONCEPCIJA KVANTU MEHĀNIKĀ

Šajā nodaļā aplūkotie kvantu mehānikas principiālie jautājumi, mūsaprāt, atspoguļo dziļāku mikropasaules izpratnes limeni. Savā izklāstā galvenokārt vadīsimies pēc darbā [10] sniegtās interpretācijas, kas savā ziņā sistematizē un sakārto iespējamās risinājumus tā saucamās kvantu holisma koncepcijas garā, kas atšķirīgā formā apskatīti arī citos darbos, piemēram, [11, 12].

Kvantu pasaules dziļākās būtības izpratnei ļoti svarīgs ir šāds jautājums [10]: “*Vai mikropasaule ir sadalāma atsevišķos objektos (jeb elementos) vai arī tā veido vienotu veselumu?*”

Pirmajā brīdī tāda jautājuma nostādne izraisa izbrīnu un atbilde uz to liekas triviāla. Izskatās pašsaprotams, ka tieši mikropasaule ir diskrēta, sadalāma elementos (atomos), jo zinātne it kā ir apstiprinājusi sengrieķu filosofijas tēzi: “*Pasaule – tie ir atomi un tukša telpa.*” Tad jau drīzāk makropasaule, kurā visas lietas un procesi ir savstarpēji saistīti, uzrāda nepārtrauktības jeb kontinualitātes īpašības. Tomēr nesteigsimies ar secinājumiem.

Makropasaulē fizikālie objekti var tikt uzskatīti par reāli pastāvošiem, pilnīgi noteiktiem elementiem, kas pastāv paši par sevi un raksturojami ar attiecīgajām īpašībām, kuras piemīt šiem elementiem pašas par sevi. Ļoti vienkāršoti runājot, šādas objektu grupas, kuru visiem elementiem piemīt kāds noteikts

šo īpašību komplekts, sauc par kopām. Objektu kopas un tās veidojošie elementi – tie ir tālāk nedefinējamie pamatjēdzieni, kurus var likt gan makropasaules fizikas, gan to aprakstošās matemātikas pamatā. Šādu objektu kopās tiek izslēgta kaut kāda saistība un savstarpējā atkarība starp kopas elementiem.

Varam uzskatīt, ka pamatjēdzieniem “kopa” un “elements” līdz šim ir ticis piešķirts absolūts raksturs, līdzīgi tam, kā Ņūtona laika fizikā pastāvēja absolūtās telpas un absolūtā laika jēdziens. Telpas un laika jēdzienu relativizācija 20. gs. sākumā noveda Einšteina pie speciālās relativitātes teorijas (SRT) izveidošanas, kurā telpas un laika jēdzieni ir apvienoti priekšstatā par četrdimensiju telpas-laika ģeometriju. Tad analogiski SRT gadījumam maksimāli vispārīgo jēdzienu “kopa” un “elements” relativizācija nozīmē to, ka pasaule galu galā pastāv kā vienots nedalāms veselums, nevis kā kaut kādu elementu kopa.

1964. gadā tika formulētas tā saucamās Bella nevienādības [13], kuru eksperimentālās pārbaudes rezultāti arī sniedz atbildi uz nodaļas sākumā uzdoto jautājumu, vai mikropasaule ir sadalāma atsevišķos objektos (elementos) vai arī tā veido vienotu veselumu. Bella nevienādību būtību labi raksturo šāds piemērs. Ja mums ir dots kāds objekts (elements), ko raksturo trīs pilnīgi noteiktas īpašības A, B, C, kuras katra var pieņemt divas vērtības ( $A^+ = +1$ ,  $A^- = -1$ , līdzīgi arī B un C), tad katram tādām elementam reāli piemīt kāds pilnīgi noteikts, vienlaicīgs šo īpašību komplekts

( $A^+$ ,  $B^+$ ,  $C^+$ ). Tad jebkurai šādu objektu kopai būs spēkā acimredzama vienādība  $N(A^+, B^-) = N(A^+, B^-, C^+) + N(A^+, B^-, C^-)$ , (4) kur  $N$  – objektu (elementu) skaits ar attiecīgajām īpašībām.

Līdzīgā veidā varam uzrakstīt analogiskas vienādības gadījumiem  $N(B^-, C^+)$  un  $N(A^+, C^-)$ . Tad no visām trim tāda veida formulām viegli var redzēt, ka

$$N(A^+, B^-) \leq N(B^-, C^+) + N(A^+, C^-), \quad (5)$$

kas arī ir viena no Bella nevienādībām.

Tātad Bella nevienādību pārkāpšana nozīmē to, ka apskatāmo objektu kopu mēs nevaram uzskatīt kā sastāvošu no atsevišķiem pilnīgi atdalāmiem elementiem, kurus raksturo dažas (mūsu piemērā trīs) atsevišķas, savstarpēji neatkarīgas īpašības, – tātad šie objekti pieder kādam vienam veselumam, starp kura relatīvi izdalītām atsevišķām īpašībām pastāv kādas savstarpējas sakarības jeb korelācijas.

Kopš Bella nevienādību atklāšanas to pārbaudei mikropasaulē ir veltīti vairāki desmiti eksperimentu, kuru secinājums ir viennozīmīgs – mikropasaulē, kur ir jāpielieto kvantu mehānika, Bella nevienādības tiek pārkāptas un tātad mikropasaule ir jāuzskata par vienu veselumu.

Mikropasaules atzišana par vienu veselumu ļauj arī izprast momentāno īpašību korelāciju, sabrūkot divu sapīto daļiņu sistēmai, ko pieminējām 2. nodaļā. Šajā gadījumā parādās vēl viena kvantu mehānikas īpatnība – mikroobjektu raksturlielumi izpaužas tikai attiecībā pret konkrētajiem eksperimenta nosacījumiem. Otrā daļiņa visu laiku “it kā zina”, kādas eksperimentālās manipulācijas tiek veiktas attiecībā pret pirmo daļiņu, un būs spējīga mainīt savu izturēšanos atkarībā no tā, kā mainās eksperimenta nosacījumi attiecībā pret pirmo daļiņu. Mūsdienu pētījumos ir arī pārbaudīts, ka šī īpašību korelācija pastāv pat gadījumos, ja šos eksperimenta nosacījumus pirmajai daļiņai maina nejauši, bet otrā daļiņa atrodas jau tādā attālumā (pat vairākus kilometrus), ka pat ar gaismas ātrumu  $c$  pirmā daļiņa neko nevar “paziņot” otrajai daļiņai.

Daudz dziļāka jēga piemīt arī 2. nodaļā aprakstītajām kvantu mehānikas nenoteiktību sakarībām (*sk. formulu (1)*). Matemātiski tās izriet no tā saucamajām komutāciju sakarībām starp diviem lielumiem  $A$  un  $B$ :

$$A \cdot B - B \cdot A = C. \quad (6)$$

Lielumi  $A$ ,  $B$  un  $C$  kvantu mehānikā tiek uzdoti tā saucamajā operatoru formā, turklāt lielums  $C$  satur Planka konstanti  $\hbar$  (*sk. formulu (1)*). Tieši gadījumā, kad  $C \neq 0$ , no formulas (6) izriet mikropasaules neparastās īpašības, ko apraksta kvantu mehānika [10].

Komutāciju sakarība (6) nodibina ļoti ciešu, nenovēršamu sakarību starp lielumiem  $A$  un  $B$  (piemēram, mikroobjekta koordināti  $x$  un impulsu  $p_x$  formulā (1)). Lielumi  $A$  un  $B$  ne tikai nav atdalāmi viens no otra, bet to kā atsevišķu elementu individualitātei piemīt tikai relatīva jēga. Ja vienu no šiem lielumiem, piemēram,  $A$ , uzskata par reāli (aktuāli) pastāvošu un atsevišķi noteiktu, tad zaudējam jebkuru noteiktību attiecībā pret otru lielumu  $B$ .

Sakarība (6) nozīmē arī to, ka lielumu  $A$  un  $B$  iegūšana un noteikšana ir jāapraksta varbūtību terminos, kas arī nozīmē šīs varbūtiskās (indeterminisma) koncepcijas nenovēršamo klātbūtni pašos kvantu mehānikas pamatos.

Sakarības (6) spēlē arī “vadošā faktora” lomu, veidojot savstarpēji korelēto varbūtību sadalījumu starp lielumiem  $A$  un  $B$ , kā arī savstarpējo saskaņotību iepriekš minētajos sapīto daļiņu stāvokļu eksperimentos.

Gadījumā, ja kādos mērījumos lielumi  $A$  un  $B$  vienlaikus pieņem kādas pilnīgi noteiktas vērtības, tas nozīmē to, ka dotajā eksperimentālajā situācijā var uzskatīt, ka Planka konstantes  $\hbar$  iespaidu varam neievērot (t. i.,  $\hbar = 0$ ) un līdz ar to arī lielums  $C$  formulas (6) labajā pusē ir vienāds ar nulli. Tad noteikt kvantu stāvokļa sagraušana un starp šiem lielumiem  $A$  un  $B$  zūd nesaraucamā kvantu saistība, kas izsaka to neatdalāmību. Tad šos lielumus var aprakstīt makropasaules klasiskās fizikas valodā. Līdz ar to tie kļūst par Bella objektiem, kuriem ir spēkā Bella nevienādība (5), un tos var uzskatīt par atsevišķiem,

pašiem par sevi pastāvošiem elementiem, ko pēc līdzīgām īpašībām var apvienot kopās.

Kvantu mehānikā pastāv arī vienlaikus precīzi nosakāmi fizikālo lielumu pāri, bet mēs akcentējām savu uzmanību uz tiem lielumiem, kas nav reizē izmērāmi, jo tieši ar tiem ir saistāma mikropasaules būtiskā atšķirība no makropasaules. Iepriekš aprakstītajā skatījumā kvantu mehānikas pamati uzrāda visai nozīmīgu metodoloģisku analogiju ar jau pieminēto speciālo relativitātes teoriju (SRT), ko raksturo universāla konstante – gaismas ātrums  $c$  [10]. SRT bez absolūtās telpas un absolūtā laika jēdziena relativizācijas tiek relativizēti arī jēdzieni “garums”, “laika intervāls”, “vienlaicība” u. c., jo tie iegūst operacionālu raksturu – t. i., kļūst atkarīgi no izvēlētajās atskaites sistēmās (t. i., telpisko koordinātu asis + pulkstenis) veiktajām mērīšanas operācijām, kas ir būtiski atkarīgas no galīgā gaismas ātruma  $c$ . SRT tātad apraksta telpiski laiciskās attiecības, kas mainās atkarībā no uzdoto, noteikto atskaites sistēmu izvēles priekš objektu kopām, kuru elementiem ir galīga masa.

Kvantu mehāniku savukārt raksturo universālā Planka konstante  $\hbar$ , kā arī kopas un elementu jēdzienu relativizācija. Šie jēdzieni, pamatojoties uz Bella nevienādību (5) pārkāpšanu, tiek aizstāti ar priekšstatu par vienu kvantu veselumu (“nedalāmo, vienotu kvantu pasauli”), kas ar komutācijas sakarību (6) un nenoteiktību relāciju (1) palīdzību noved pie kvantu sistēmu potenciālo iespēju apraksta, izmantojot viļņu funkcijas superpozīcijas formulu (3).

Būtiskas atšķirības starp abām teorijām – SRT un kvantu mehāniku – izpaužas gan pēdējās varbūtiskajā (statistikajā) raksturā, gan arī dziļākā papildināmības principa izpratnē, ko raksturo divas puses:

“pirmā puse” – makroskopisko nosacījumu uzdotā reāli pastāvošā mikroobjektu sistēmas struktūra, kas ir fizikāli verificējama, bet tikai attiecībā pret relatīvi izdalīto fizikālo lielumu kopu (“relatīvi izdalīto” tāpēc, ka mikropasauli nevar galīgi sadalīt elementos un kopās);

“otrā puse” – potenciālo iespēju komplekts kvantu sistēmas struktūrā, ko izsaka viļņu funkcijas superpozīcija (piemēram, formula (3)) un kas atbilst šai reāli iespējamai “pirmajai pusei”. Šo potenciālo iespēju komplektu nosaka un vada kvantu pasaules veselums, kas arī izpaužas momentānajos kvantu korelāciju efektos “pirmajā puse”.

Tātad kvantu sistēmu potenciālie stāvokļi ir organizēti implikatīvi loģiskā formā. Tas nozīmē to, ka kvantu sistēmas potenciālo iespēju komplektu vada un nosaka tieši kvantu pasaules veseluma īpašība saskaņā ar loģiskās implikācijas (vienkāršākajā gadījumā: ja ir A, tad ir arī B) likumiem atkarībā no tā, kas notiek ar šīs kvantu pasaules reāli daudzpusīgo (актуально-множественной) konfigurāciju eksperimentētāju-novērotāju veikto mērījumu vai kādas citas fizikālās mijiedarbības rezultātā [10].

Noslēdzot šo padziļināto papildināmības principa apskatu, atzīmēsim, ka līdzīga situācija bija pazīstama sengrieķu filosofijā. Jau Aristotelis aplūkoja tādu jēdzienu kā eksistence iespējamībā (“dinamis” (δυναμικος) jeb “potence” (ποτενχε)), lai atrisinātu seno eleātu skolas aporiju starp esamību un tapšanu. Kvantu mehānikas gadījumā, pēc dažu autoru domām, šai eksistencei iespējamībā ir jāpiešķir ontoloģisks statuss [14]. Eksistence iespējamībā radikāli atšķiras no substancālās eksistences, jo tā dod jaunu dinamisku ontoloģiju, kas attiecas uz kustībā esošu pasauli, kur objektu kustības un satikšanās rezultāts nav iepriekš noteikts. Šo dinamisko ontoloģiju raksturo arī cits Aristoteļa filosofijas jēdziens “energeia” (ενεργεια) – “darbība-istenība”, kas vienlaikus apraksta kā pašu darbību (piemēram, kvantu mērījumu), tā arī šajā darbībā iegūto īstenību (piemēram, mērījuma rezultātu saskaņā ar kvantu mehāniku).

## 6. DIEVS, FIZIKĀLĀ PASAULE UN SUBJEKTĪVĀ APZIŅA

Iepriekš 4. nodaļā teiktais norāda uz to, ka pētnieki, kuri tomēr vēlas saņemt atbildi

uz metafizisko jautājumu par to, kā notiek konkrētās “nejaušās” alternatīvas izvēle kvantu mehānikā, neredz citu iespēju, kā vērsties pie cilvēka-novērotāja apziņas. Bet šādas pieejas izmantošana tiešā, atklātā veidā noved pie Everetta–Vilera daudzpasauļu interpretācijas un “kvantu solipsisma”, kas šķiet visai apšaubāms uzskats gan kristīgi teoloģiskā, gan arī dabaszinātniski naturālistiskā skatījumā. Savukārt 5. nodaļā tika pamatota doma, ka savā dziļākajā būtībā mikropasauli raksturo “kvantu holisma” koncepcija.

Saskaņā ar to mikropasaule ir vienots, nedalāms veselums, kuram nav piemērojami līdz šim par absolūtiem uzskatītie jēdzieni “kopas” un “elementi”. Atteikšanās no tiem arī nodrošina momentāno korelāciju starp šā kvantu veseluma dažādiem raksturlielumiem (īpašībām), kas izpaužas atkarībā no eksperimentētāju-novērotāju radītās konkrēto kvantu mērījumu situācijas. Tātad šajā dziļākajā līmenī mikropasaule raksturo implikatīvi loģiskās sakarības, kam piemīt nemateriāli materiālo relāciju (jo tiek iekļauta arī eksperimentētāja-novērotāja veidotā eksperimentālās situācijas izvēle!), nevis materiāli fizikālo cēloņsakarību daba.

Tagad pievērsīsim uzmanību tam, uz ko norādīts darbā [10], ka visu cilvēka apziņas struktūru pamatā arī ir implikatīvās (nevis cēlonības) saites un atkarības. Šajā darbā tiek arī atzīmēts, ka, lai gan starp kvantu mērījumu un apziņas problēmām pašlaik ir milzīga distance, tomēr kvantu mērījumu problēma atklāj to neparasto saišu un savstarpējo atkarību aspektu dabā, kas pēc savām īpašībām atgādina apziņas īpašības, bet šo problēmu noskaidrošana ir nākotnes jautājums.

Attīstot šīs domas tālāk, vēlreiz uzsvērsim to, ka saskaņā ar kvantu holisma uzskatu mikropasaule veido vienotu veselumu – kvantu Visumu, kas faktiski atbilst arī makropasaules kosmoloģiskajam Visumam (jo pēdējā uztvere un novērojamība galu galā arī ir cilvēka-novērotāja izvēlētās un veidotās situācijas jautājums). Līdz ar to ļoti loģiska ir pēc analogijas veidotā hipotēze, ka šim kvantu

(un arī kosmoloģiskajam Visumam) atbilst Visuma apziņa jeb Visuma apziņas informatīvais lauks. Tādā gadījumā katra cilvēka apziņa attiektos pret šo Visuma apziņu apmēram tāpat kā relatīvi neatkarīgu fizikālu objektu un parādību (piemēram, elementārdaļiņu un to reakciju) izdališana no šā vienotā kvantu veseluma (kvantu Visuma).

Ideja par Visuma apziņas pastāvēšanu nav jauna, to ar vairākiem nosaukumiem, piemēram, Visuma apziņas nemateriālais informatīvais lauks, Visuma saprāts, Anima Mundi (Pasaules Dvēsele), kas izgaismo dažādas nianšes, ir attīstījuši daudzi autori (*to apskatu sk. [12]*). Šī ideja ir cieši saistīta ar domu par visas materiālās pasaules pārdabisko rašanos un kāda organizējoša sākuma (Logosa) pastāvēšanu (*sk. piemēram, [15]*), lai to izskaidrotu. Mūsaprāt, tā nav arī pretrunā ar Dieva jēdzienu teoloģiskā izpratnē, jo atbilst Sv. Rakstu vārdiem:

1. *Iesākumā bija Vārds un Vārds bija pie Dieva, un Vārds bija Dievs.*
2. *Tas bija iesākumā pie Dieva.*
3. *Caur Viņu viss ir radies, un bez Viņa nekas nav radies, kas ir.*
4. *Viņā bija dzīvība un dzīvība bija cilvēku gaisma.*

*Jāņa ev. 1: 1-4.*

Ar šo Sv. Rakstu vēstījumu tiek uzdots noteikts biblisks pasaules modelis, runājot par Dieva Vārdu (“*Vārds bija Dievs*”) kā fizikālā Visuma Radītāju (“*Caur Viņu viss ir radies*”) un cilvēku iekšējās ticības pasaules noteicēju (“*dzīvība bija cilvēku gaisma*”).

Atzīmēsim, ka daži mūsdienu visizcilākie Rietumu zinātnieki arī ir nonākuši pie līdzīgiem trīsdalīgiem pasaules modeļiem (*sk. [12]*), kur gan Dieva ideja netiek īpaši akcentēta. Tā R. Penrouzs ir izstrādājis triju pasauleņu modeli, kurā pirmā pasaule ir Platona objektīvo ideju garīgā pasaule, otrā – fizikālā (materiālā) pasaule, bet trešā – cilvēka subjektīvā, mentālā (garīgā) pasaule. Krietni tālāk no bibliskā skatījuma ir K. Popera un Dž. Eklsa esamības triju pasauleņu modelis, kas aptver Visuma fizikālos objektus un stāvokļus



(pirmā pasaule), cilvēka subjektīvos apziņas stāvokļus (otrā pasaule) un objektīvās zināšanas (trešā pasaule, ko veido cilvēces kultūras mantojums, kas iekodēts materiālos substrātos, ietverot kā humanitāro, tā eksakto zinātņu disciplīnas, tehnoloģiju, mākslu utt.). E. I. Siliņš savukārt uzskata, ka abi minētie triju pasaļu modeļi ir jāpaplašina un jāmodificē, tāpēc viņš piedāvā savu esamības četru pasaļu kvaternitāro modeli [12]. Siliņa skatījumā pirmā ir materiālā pasaule, kas ietver Visuma fizikālos objektus un stāvokļus, bet otrā ir nemateriālā (gara) pasaule, kura tiek raksturota ar apzīmējumu – Visuma garīgais substrāts (ietverot mūsdienu zinātnē pazīstamos Visuma organizācijas vispārīgos principus un pamatlielumus) un vārdiem: Anima Mundi, Dievs, Visuma saprāts. Par trešo pasauli Siliņš savā modeli uzskata subjektīvo pasauli, kas ietver cilvēka subjektīvās apziņas un bezapziņas stāvokļus, tāpēc tā tiek dalīta personiskā “Es” (ego) apziņas pasaulē (III A) un bezpersoniskajā “bez-Es” bezapziņas pasaulē (III B), kas, piemēram, ietver intuīciju, apgaismību, meditāciju, arhetipus, kolektīvo bezapziņu u. c. parādības. Beidzot ceturtā pasaule kvaternitārajā modeli ir cilvēces kultūras mantojuma pasaule, līdzīgi trešajai pasaulei Popera un Eklsa modeli.

Mūsu skatījumā, vadoties no bibliskā pasaules modeļa uzdotā iedalījuma, pirmā pasaule tiešām ir Dieva Vārda (Dieva apziņas) pasaule, kura atribūts varētu būt “Visuma apziņas informatīvais lauks”, kas tikai daļēji raksturo Dieva transcendentālo, vārdos neizsakāmo būtību. Otrā pasaule ir Dieva radītā fizikālā pasaule (Visums), kura divas puses ir vienotā nedalāmā mikropasaule (kvantu Visums) un makropasaule (kosmoloģiskais Visums). Trešo – Dieva radīto cilvēka subjektīvo mentālo pasauli veido bezpersoniskā “bez-Es” bezapziņas pasaule un personiskā “Es” apziņas pasaule, starp kurām pastāv zinātnē vēl neizskaidrotas saites un korelācijas. Šāds cilvēka subjektīvās, mentālās pasaules iedalījums uzrāda visai zīmīgu analogiju ar fizi-

kālās pasaules iedalījumu mikropasaulē un makropasaulē, tāpēc ļoti iespējams, ka pastāv kādas vēl neizpētītas sakarības starp mikropasauli kā kvantu veselumu, no vienas puses, un “bez-Es” bezapziņas (kolektīvās bezapziņas) pasauli, no otras puses, kas saistītas ar t. s. paranormālajām parādībām (piemēram, gaišredzība). Korelāciju pastāvēšana starp personiskā “Es” apziņas pasauli un makropasauli šaubas nerada, jo tieši tās nodrošina mūsu iespējas dzīvot. Tad iepriekšējos modeļos atsevišķi izdalītā ceturtā – cilvēces kulturālā mantojuma (objektīvo zināšanu) – pasaule veidojas, summējoties un uzkrājoties visu cilvēku subjektīvajās pasaulēs iegūtajam un sasniegtajam – tā it kā tiecas uz pirmo – Dieva apziņas – pasauli, bet nav spējīga to sasniegt Dieva bezgalīgās un iracionālās dabas dēļ un tāpēc, mūsaprāt, tā nav atsevišķi izdalāma. Objektīvo zināšanu pasaule, kas iekodēta materiālos nesējos (substrātos), nav uzskatāma par atsevišķi izdalāmu pasauli arī tādēļ, ka tādā veidā (t. i., iekodēta substrātos) tā nav uztverama atsevišķi, jo pirmā pasaule – Dieva apziņas pasaule – tiek uztverta kā Persona, ar kuru cilvēks var komunicēt (lūgt, sarunāties), bet objektīvo zināšanu pasaule nevar pastāvēt bez adresāta – cilvēka, jo Dievam, kas visu par pasauli jau zina kā tās Radītājs, tā “otrrreiz”, turklāt nepilnīgā formā (jo cilvēku sasniegtās zināšanas par pasauli ir un vienmēr arī būs tikai daļa no visām zināšanām par pasauli, kas piemīt vienīgi Dievam), vairs nav vajadzīga.

Lai gan šāda veida esamības pasaules modeļi var ienest zināmu kārtību un sistēmiskumu mūsu racionāli domājošā prāta daļā, tomēr tiem ir ierobežota vērtība gan mūsu nepilnīgo zināšanu dēļ par pasaules uzbūvi, gan arī Dieva prāta neizmērojamības dēļ, kura “dabaszinātniskais” atribūts ir aktuālā bezgalība.

Atgriežoties pie Dieva apziņas un individuālo cilvēku apziņu attiecībām, varam arī jaunā gaismā skatīt jautājumu par “aktīvo” apziņu un “brīnumdarītājiem”. Tad mums jāpiekrit uzskatam, ka atsevišķiem cilvēkiem, ku-

ri ar Dievu atrodas īpašās attiecībās, Viņa spēks var piešķirt sevišķas gara dāvanas – “aktīvo” apziņu, kas spēj ierobežotā apjomā ietekmēt apkārtejo realitāti. Tātad Dievs šiem cilvēkiem dod kādu daļu no savas apziņas bezgalīgajām iespējām analogi tam, kā mikro-pasaules kvantu veselums dažas no tam piemītošajām neparastajām kvantu korelāciju īpašībām demonstrē attiecīgā eksperimentā. Lidz ar to mēs atšķirībā no Everetta–Vilera daudz-pasaļu interpretācijas atrisinām divus svarīgus jautājumus. Pirmkārt, mēs atrodam atbildi uz jautājumu par “aktīvās” apziņas avotu – Dieva apziņu, kas Everetta–Vilera interpretācijā vispār netiek skarts, un, otrkārt, izvairāmies no daudz-pasaļu interpretācijai piemītošā “kvantu solipsisma”.

Ļoti ciešā kopsakarībā ar iepriekš teikto atrodas arī kvantu mehānikas sapīto stāvokļu problēmas dziļāka izpratne. Sapītajos stāvokļos abas daļiņas veido vienu veselumu, kur momentāno korelāciju pastāvēšana starp abām daļiņām, pārkāpjot Bella nevienādības, pēc to savstarpējās attālināšanās liekas visai neparasta, bet kļūst skaidra no kvantu holisma priekšstatiem. Saskaņā ar tiem abas daļiņas veido vienu neatdalāmu un nesaraujamu veselumu. Metodoloģiskā ziņā līdzīgu problēmu kristīgā teoloģija risināja jau apmēram pirms pusotra tūkstoša gadu. Tas ir jautājums par Dieva Dēla – Dievcilvēka Jēzus Kristus – dievišķo un cilvēcisko dabu. Kristīgās baznīcas 4. Vispasaules koncils Halkedonā (451. g.) pasludināja: *“Mēs apliecinām vienu un to pašu Jēzu Kristu, Dēlu un Kungu, vienpiedzimušu, divās dabās, nesajaukti, nemainīgi, nedalīti, nenošķirami.”* (Sk. [16].)

Šajā sakarībā ievērojamais krievu filosofs S. S. Averincevs vēl PSRS laikā rakstīja, ka (sk. [17]): *“Divkārt paradoksālais Halkedonas koncila formulējums, kas skan, ka Jēzū Kristū dievišķā un cilvēciskā pusē ir nesaliedēta (неслиянно) un neatdalāma (нераздельно) būtībā dod dievišķā un cilvēciskā attiecību universālo shēmu kristietībā... Tā ir universāla kristīgās domāšanas un uztveres forma.”*

Arī atbilde uz jautājumu par to, kā tieši norisinās nejaušās alternatīvas izvēle kvantu mērījumos, iespējams, ir meklējama sakarībā starp Dievam piemītošo Visuma apziņu un individuālo cilvēku-novērotāju apziņu. Īsi sakot, tā izvēle, kas cilvēka apziņā izskatās (projicējas) kā pilnīgi nejauša, patiesībā Dieva apziņā var norisināties, vadoties pēc kāda ļoti komplicēta likuma, ko cilvēkam gluži vienkārši nav iespējams pārbaudīt. Zināmu norādi par tādām cilvēka prātam un tehniskām iespējamībām nesasniedzamām likumsakarībām var dot matemātika. Piemēram, labi pazīstamais aktuāli bezgalīgais transcendentālais skaitlis  $\pi = 3,141592\dots$  nesen aprēķināts [18] ar 1241 miljardiem (t. i.,  $1,241 \cdot 10^{12}$ ) zīmēm (cipariem) aiz komata. To paveikusi Japumasa Kanadas vadītā matemātiķu grupa Tokijas Universitātē, 400 stundas rēķinot ar superdatoru. Bet Dieva prātam šis cilvēku sasniegtais rekords ir tīrais nieks. Viņš, piemēram, var likt kādam dabas procesam, kuru raksturo 10 iespējamie varianti, norisināties priekš cilvēka prāta “nejauši”, turklāt šo “nejaušo” variantu izvēle atkārtotu skaitļa  $\pi$  zīmes, sākot ar kādu  $10^{1000}$  vai pat vēl tālāku zīmi aiz komata. Dievs šajā piemērā vadītos pēc likuma, kuru cilvēkam nekādi nebūtu iespējams pārbaudīt, pat pārvēršot visu Visumu par superdatoru un skaitļojot ar gaismas ātrumu kopš pasaules sākuma momenta.

Beidzot šo apskatu par iespējamiem esamības pasaules modeļiem un to daļu savstarpējām attiecībām, pieskarsimies arī jautājumam par Visuma apziņas substrātu (nesēju). Tāda problēmas nostādne, no vienas puses, izskatās lieka, jo Dievs un tātad Viņa apziņa tīri teoloģiskā izpratnē nepieder pasaulei un atrodas ārpus tās. No otras puses, zinātnē arī ienāk tādi jēdzieni, kuri lielā mērā zaudējuši tradicionālos materiālās substances atribūtus (piemēram, likā telpa-laiks, kvantu lauku vakuums, 10 un 11 dimensiju telpas, to kompaktifikācija, superstīgas, brānas). Piemēram, ceturto dabas mijiedarbību – gravitāciju – aprakstošajai un līdz šim par vislabāko atzītajai,

kā arī fiziķu vairākuma akceptētajai vispārīgās relativitātes teorijai (VRT) piemīt tīri ģeometriskā, nemateriāla daba. Saskaņā ar VRT priekšstatiem jebkurš materiāls objekts, kam piemīt masa (jeb enerģija), izliec četrdimensiju telpu-laiku un gravitācijas mijiedarbība reducējas uz kustību šajā izliektajā telpā-laikā. Pagājušā gadsimta 90. gadu vidū Krievijā lielu rezonansi ieguva G. I. Šipova attīstītais VRT vispārinājums – tā saucamā fizikālā vakuuma jeb torsionu lauku teorija, kurā tiek ņemts vērā vēl viens telpas-laika deformācijas tips – tā vērpe (*torsion*), ar kuru saistīto torsionu lauku tiek mēģināts interpretēt kā Visuma apziņas substrātu [19, 20]. Par šo teoriju mēs savā laikā populārā veidā jau ziņojām presē [21].

Lai gan Šipova teorija tiek diezgan nopietni kritizēta, tomēr torsionu gravitācijas virziens pastāv arī Rietumu zinātnē, tam tiek veltīti nopietni pētījumi un pārskata raksti (*sk., piem., [22]*). Jāņem vērā arī tas, ka pašlaik notiek ļoti intensīva attīstība, lai apvienotu kvantu fizikas un VRT pamatidejas, izveidojot visu elementārdaļiņu un visu četru dabas mijiedarbību (elektromagnētiskās, stiprās, vājās un gravitācijas) apvienoto teoriju (*TOE – Theory of Everything*), kas galu galā ietvertu arī kosmoloģiju. Šī attīstība, kas notiek t. s. superstīgu, brānu u. c. ļoti eksotisku objektu ietvaros [23], izmantojot 10 un 11 dimensiju telpu ģeometriju (piem., M-teorija 11 dimensiju telpā [24]), iespējams, nākotnē dos kādu risinājumu Visuma apziņas substrāta problēma.

## 7. NOSLĒGUMS

Šajā darbā mēs mēģinājām populārā formā iepazīstināt lasītājus ar dažiem konceptuālajiem mikropasaules teorijas – kvantu mehānikas – jautājumiem, to analogijām ar dažām teoloģijas problēmām, kā arī dot to iespējamus risinājumus. Īpaši tika akcentēti tie kvantu mehānikas metodoloģijas jautājumi, kas saistīti ar tās implikatīvi loģisko struktūru, kvantu superpozīcijas principu un kvantu holisma koncepciju attiecībā uz mikropa-

sauli kā vienotu kvantu veselumu. Šo problēmu attīstībā mūsdienu fizikā ir vērojama spēcīga tradicionālās zinātnes paradigmas uzskatu maiņa (piem., jautājumā par subjekta-objekta attiecībām, novērotāja apziņas lomu dabas procesos). Te īpaši jāatzīmē iespējamā attīstība ticības brīnuma jēdziena izpratnē. Ja tradicionālajos priekšstatos par ticības brīnumu uzskata parādību, kas nav aprakstāma un izprotama vispārattīstītās, “normālās zinātnes” ietvaros, tad aplūkotā kvantu mehānikas metodoloģiskā virzība pati jau ir uzskatāma par “brīnumu”, tuvojoties no savas puses kristīgās ticības patiesību atzišanai. Tas liecina par zīmīgu zinātnes mēģinājumu spert soli reliģijas virzienā šo abu lielo garīgās dzīves jomu savstarpējā dialogā, kura tālāka risināšana ir to kopīgs nākotnes uzdevums. Kā vienu no konkrētiem pētījumiem šajā virzienā varam minēt darbu [25], kurā veidots bibliski teoloģisks realitātes modelis uz kvantu teorijas un kvantu kosmoloģijas pamata.

Autors izsaka pateicību *Dr. phys.* J. Ružam par daudzām diskusijām par kvantu mehānikas pamatu problēmām, *Dr. habil. phys.* M. Balodim par izrādīto interesi, risinot šos jautājumus, un *Dr. phys.* T. Krastai, kura, nepiekrītot šā raksta pamata saturam un tā izklāsta formai, uzņēmās tā teksta ievadišanu datorā.

## Literatūras avoti

1. J. Tambergs. “Zinātnes un reliģijas dialoga problēma 21. gadsimtā” – “Ceļš”, LU Teoloģijas fakultātes izdevums, Nr. 52 (2000), 209.–229. lpp.
2. J. Tambergs. “Dabaszinātniskās pasaules ainās interpretācija bibliskā skatījumā” – “Dabaszinātnes un skolotāju izglītība”, Starptautiskā zinātniskā konference, Rīga, 1999. g. 4.–5. februāris. Rakstu krājums, 1. daļa – Rīga: “Vārti”, 1999.–53.–62. lpp.
3. J. Tambergs. “Kvantu teorijas konceptuālo pamatu loma zinātnes un reliģijas dialogā” [“The Role of the Quantum Theory Conceptual Foundations in the Dialogue between Science and Religion”] – “Dabaszinātnes un skolotāju izglītība”, III Starptautiskās konferences ma-

- teriāli, Rīga, 2001. gada 21.–23. marts. Zin. red. Gunita Praulite, Jānis Gedrovics, Rīga, 2001, 90.–91. lpp.
4. J. Tambergs. “The Role of Conceptual Foundations of Quantum Theory in the Dialogue between Science and Religion” – Paper (6 pages), submitted for the publication in Journal of Baltic Science Education.
  5. Thomas F. Tracy. “Divine action and quantum theory” – *Zygon*, vol. 35, No. 4 (December 2000), p. 891–900.
  6. J. Miķelsons, B. Rolovs, E. Šilters. “Kvantu mehānika” – Rīga: “Zvaigzne”, 1970.
  7. М. Б. Менский. “Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов” – *Успехи физических наук*, том 170, №6 (июнь 2000), стр. 631–648.
  8. Henriks Trūps. “Katoļu Baznīcas vēsture” – Rīga: “Avots”, 1992.
  9. Dž. Bērklis. “Traktāts par cilvēka izziņas principiem. Trīs sarunas starp Hilasu un Filonusu” – Rīga: “Zvaigzne”, 1989.
  10. И. З. Цехмистро. “Имплицитивно-логическая природа квантовых корреляций” – *Успехи физических наук*, том 171, №4 (апрель 2001), стр. 452–458.
  11. Фригьоф Капра. “Дао физики. Исследование параллелей между современной физикой и мистицизмом Востока” – Санкт-Петербург: «ОРИС», 1994.
  12. Edgars Imants Siliņš. “Lielo patiesību meklējumi”. Esejas – Rīga: “Jumava”, 1999.
  13. А. А. Гриб. “Неравенства Белла и экспериментальная проверка квантовых корреляций на макроскопических расстояниях” – *Успехи физических наук*, том 142, №4 (апрель 1984), стр. 619–634.
  14. А. Ю. Севальников. “Квантово-механическая интерпретация субъект-объектных отношений: в поисках философских оснований”. В книге: “Естествознание в гуманитарном контексте”. Сборник статей. РАН Институт философии – Москва: «Наука», 1999, стр. 201–214.
  15. Е. Седов, Д. Кузнецов. “В начале было слово...” – Санкт-Петербург: Христианское общество «Библия для всех», 1994.
  16. Džons Teodors Millers. “Kristīgā dogmatika. Doktrinālās teoloģijas rokasgrāmata mācītājiem, skolotājiem un laikiem” – Rīga: Luterisma mantojuma fonds, “Svētdienas Rīts”, 1999.
  17. Е. Л. Фейнберг. “Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке” – Москва: «Наука», 1992.
  18. *Süddeutsche Zeitung* (München), 20 Dezember 2002, s. 1.
  19. Г. И. Шипов. “Теория физического вакуума. Новая парадигма” – Москва: «НТ-Центр», 1993.
  20. Г. И. Шипов. “Теория физического вакуума. Теория, эксперименты и технологии”. Издание второе, исправленное и дополненное – Москва: «Наука», 1997.
  21. J. Tambergs. “Vai esam Einšteina sapņa piepildījuma liecinieki?” – *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 75/76 (1136/1137), 1998. g. 20. marts, 5. lpp.
  22. Richard T. Hammond. “Torsion gravity” – *Reports on Progress in Physics*, vol. 65 (2002) p. 599–649.
  23. Stīvens Hokings. “Visums rieksta čaumalā” – Rīga: Jaņa Rozes apgāds, 2003.
  24. Washington Taylor. “M(atrix) theory: matrix quantum mechanics as a fundamental theory” – *Reviews of Modern Physics*, Vol. 73, No. 2 (2001), p. 419–461.
  25. Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz. “Geneza zasad kosmologii kwantowej” [The Genesis of the Quantum Cosmology Principles] – Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, seria Fizyka Nr. 72, Wydawnictwo Naukowe, Poznan 1999. [Adam Mickiewicz University Press, Polish text with Summary in English].



ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

## NOSVĒRTS GALĒJI AUKSTO PUNDURU PĀRIS

Saules apkārtnes zvaigžņu kopuma lielu daļu pārstāv sīkas, mazmasīvas, aukstas zvaigznes – M spektra klases sarkanie punduri. Vēl sīkāki, mazāk masīvi un aukstāki ir pēdējā desmitgadē atklātie L un T spektra klases tumšie punduri, kas guvuši galēji auksto punduru nosaukumu (sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Galēji aukstie punduri” – *ZvD 2003./04. g. ziema, 14.–25. lpp.*).

No T. Henrija (*Todd J. Henry*) vadītās “*Tuvo zvaigžņu pētniecības apvienības (Research Consortium on Nearby Stars)*” datiem var smelties ziņas par pašlaik zināmo auksto objektu skaitu tuvā Saules apkārtņē. Līdz 10 parseku (pc) jeb 32,6 gaismas gadu (g. g.) attālumam pavisam ir zināmi 344 objekti. No tiem 236 ir M spektra klases sarkanie punduri, līdzīgi Centaura Proksimai (sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “*Izmērits Proksimas diametrs*” – *ZvD 2003. g. pavasaris, 8.–11. lpp.*), bet deviņi ir L un T klases galēji aukstie punduri. Pagaidām neviens nezina, kāds ir visvājāko sarkano punduru, bet it sevišķi, grūti atklājamo galēji auksto punduru patiesais skaits Saules tuvumā. Domājams, ka tas ir krietni lielāks par pašlaik zināmo. Daži no šiem objektiem var atrasties mums klātāk par 4,5 g. g. tuvo Proksimu. Vēl vairāk, varbūt pastāv pat tik tuvs galēji auksts punduris, ka tas spēj ietekmēt Saules sistēmas pašus ārējos locekļus. Tāpēc astronomi cenšas, pirmkārt, apzināt Saules apkārtnes galēji aukstos pundurus un, otrkārt, noteikt šā veida objektu galvenos raksturlielumus.

Līdzīgi citām zvaigznēm galēji auksto punduru temperatūru un spektra klasi var noteikt, izdarot spektrogrāfiskus novērojumus.

To starjaudu jeb patieso spožumu var uzziņāt, fotometriski izmērot redzamo spožumu un, lai noteiktu attālumu, astrometriski izmērot paralaksi. Vairākumam zvaigžņu pastāv sakarība starp patieso spožumu un masu. Šī sakarība vēsta, ka karstākās un starjaudivīgākās zvaigznes allaž ir arī masīvākās, tā dodot iespēju vienkārši novērtēt zvaigžņu masu. Galēji aukstiem punduriem šī sakarība diemžēl nav spēkā. To virsmas temperatūra un starjauka ir atkarīga vienlaikus gan no masas, gan vecuma: vecākam, bet masīvākam pundurim var būt tāda pati virsmas temperatūra un starjauka kā jaunākam, bet mazāk masīvam.

Taču tieši masa ir ļoti svarīgs galēji auksto punduru raksturlielums, jo tā nosaka pundura piederību vai nu pie istenām zvaigznēm, kurās rit ūdeņradi patērējošais un enerģiju bagātīgi ražojošais kodolprocess, vai arī pie tādām kā “vanckarzvaigznēm” – tajās šis process nespēj darboties, un tāpēc tās izstaro tikai niecīgu enerģijas daudzumu, kas rodas, pundura vielai pamazām sablīvējoties. Robeža starp abu tipu punduriem atrodas pie 0,072–0,075 Saules masām. Tos pundurus, kuru masa ir mazāka par šo robežu, dēvē par brūnajiem punduriem ārkārtīgi tumšā starojuma dēļ.

Pundura masu var uzziņāt tajos gadījumos, kad tas ir fizikāli saistīts vienotā sistēmā ar kādu citu zvaigzni. Šādā dubultzvaigznē sekundārā, mazāk masīvā komponente kustas ap primāro, masīvāko komponenti pēc tiem pašiem likumiem kā planētas ap savu zvaigzni. Tāpēc masas noteikšanai var lietot Keplera trešo likumu. Johanness Keplers (1571–1630), izmantojot Tiho Brahes (1546–1601)

Saules sistēmas planētu novērojumus, noteica planētu kustības trīs likumus. Keplera trešajā likumā norādīts, ka pastāv stingra sakarība starp jebkuras planētas apriņķošanas laiku (orbitālo periodu  $P$ ) un orbītas izmēriem (tās lielo pusasi  $a$ ):  $P_1^2/P_2^2 = a_1^3/a_2^3$ . Izaks Ņūtons (1642–1727) pierādīja, ka planētu kustības likumi ir pakļauti universālam gravitācijas likumam. Vienā sistēmā saistīti debess ķermeņi mijiedarbojas viens uz otru atkarībā no savas masas. Keplera trešo likumu precizētā, vispārinātā veidā raksta šādi:

$$P_1^2(M_1 + m_1)/P_2^2(M_2 + m_2) = a_1^3/a_2^3,$$

kur  $M$  ir centrālā vai galvenā ķermeņa,  $m$  – planētas vai pavadoņa masa, un indekss 1 vai 2 norāda piederību pie vienas vai otras sistēmas. Ja šo likumu attiecina uz divām Saules sistēmas planētām, tad centrālā ķermeņa (Saules) masa ir  $M_1 = M_2$ , bet planētu masas, salīdzinot ar Saules masu, ir gluži niecīgas ( $m_1 \ll M_1$  un  $m_2 \ll M_2$ ) un nav ņemamas vērā. Tā atkal nonākam pie vienkāršotā, empiriskā Keplera trešā likuma.

Precizēto Keplera trešo likumu var rakstīt arī šādi:  $M + m = k a^3/P^2$ , kur  $k = 4\pi^2/G$  un  $G$  ir gravitācijas konstante. Pēc šīs formulas precīzi aprēķina dubultzvaigznes (jeb zvaigžņu pāra) kopējo masu, ja novērojumu ceļā izdodas izpētīt sekundārās komponentes kustību ap primāro komponenti un noteikt orbītas periodu  $P$  un lielās pusass garumu  $a$ . Lai šos orbītas parametrus noteiktu pietiekami precīzi, komponentu kustība jānovēro pilnu apriņķošanas periodu vai vismaz tā ievērojamu daļu.

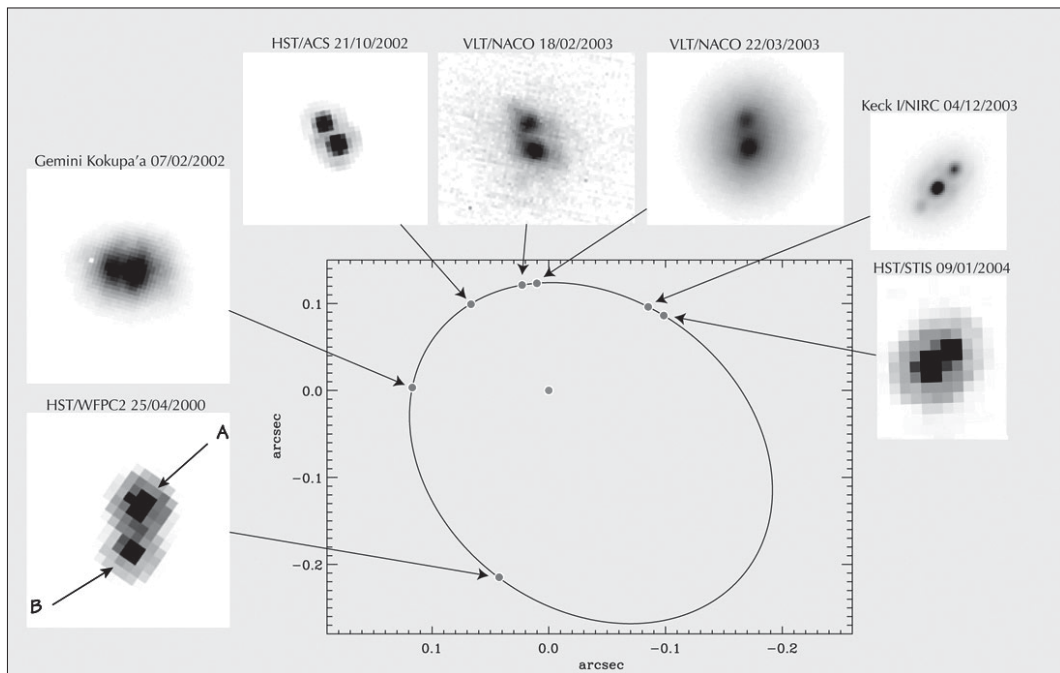
Pēdējos gados ir noskaidrots, ka līdz 15% galēji auksto punduru ietilpst zvaigžņu pāros. Šķiet, jāķeras tik pie novērošanas, un masas kļūs zināmas, taču sīksīkos un tumšos galēji aukstos pundurus novērot nav vienkārši, it sevišķi, ja tie ietilpst ciešos pāros. Te nepieciešams izmantot mūsdienu labākos un lielākos teleskopus – kā kosmosā, tā uz Zemes izvietotos. Bet ikviena lielā teleskopa laiks ir ļoti dārgs gan naudas, gan pieejamības ziņā. Astronomu iesniegtie pieteikumi uz konkrēto teleskopu tiek vispusīgi izvērtēti, un kat-

ram par nozīmīgu atzītam pieteikumam piešķirtais laiks stingri jāievēro. Tāpēc jo īpaši grūti ir organizēt tādu darbu, kura izpildīšanai nepieciešama vesela novērojumu sērija.

Pie darbietilpīgā uzdevuma veikšanas pirmie ķērās 14 astronomi no Vācijas, Francijas un ASV ar Ervē Buiju (*Herve Bouju*) priekšgalā. Par iegūtajiem rezultātiem viņi isi pavēstīja Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) 2004. gada 15. jūnija ziņojumā presei, bet detalizēti – Eiropas zinātniskā žurnāla “*Astronomy and Astrophysics*” 423. sējuma 341.–352. lpp.

Astronomu grupa par novērošanas objektu izvēlējās jau 2000. gadā atklāto un 2001. gadā par dubultzvaigzni atzīto galēji auksto punduri *2MASSW J0746425+2000321*, kura apzīmējumā cipari norāda tā koordinātas 2000. gadā, bet buiti – piederību debess apskatam, kura laikā tas atklāts. Šā objekta dubultīguuma atklāšanas brīdī abas komponentes bija tikai 0,22" (loka sekunžu) attālumā viena no otras. Vēlāk, sekundārai komponentei pārvietojoties attiecībā pret primāro, attālums sārūka pat līdz 0,13". Tieši komponentu ciešais izvietojums viesa izredzes orbītas parametrus noteikt drīzā laikā, taču radīja grūtības novērojumu izpildīšanā.

Tik ļoti ciešas komponentes atsevišķi saskatīt jeb, kā astronomi saka, atdalīt spēj virs Zemes atmosfēras orbītejošais Habla kosmiskais teleskops (HKT) ar savām novērošanas iekārtām. Taču, lai novērojumus varētu izdarīt tik bieži, cik tas nepieciešams orbītas elementu noteikšanai, nācās izmantot arī uz Zemes novietotos milzu teleskopus, kam spoguļu diametrs ir 8–10 metri. Kā zināms, redzamību cauri Zemes atmosfērai ārkārtīgi ietekmē atmosfēras turbulences radītā attēla virmošana, kas liedz skaidri saskatīt attēla detaļas. Laimīgā kārtā tagad ir izstrādātas un šiem milzu teleskopiem pievienotas adaptīvās optikas iekārtas, kas balstās uz nepārtrauktiem atmosfēras virmošanas mērījumiem līdz pat 100 reizēm sekundē un tūlītēju attiecīga labošanas signāla padevi uz gaismas uztvērēja priekšā novietotu nelielu korģejošu spoguļi. Tādējādi spoguļis nerimīgi labo atmo-



Orbita, pa kuru kustas galēji auksto punduru sistēmas *2MASSW J0746425+2000321* sekundārā komponente ap primāro (*punkts centrā*). Redzami septiņi sistēmas attēli, kas iegūti ar kosmosā un uz Zemes novietotiem teleskopiem. *ESO PR foto*

sfēras turbulences radīto efektu un novērs atēla virmošanu. Zvaigznes attēls kļūst reizes desmit asāks un tajā var skaidri saskatīt daudz sīkākās detaļas. Piemēram, punduru pāra attēla katra komponente saskatāma atsevišķi un tās var izmērīt.

Četrus gadus laikā no 2000. gada aprīļa līdz 2004. gada janvārim, izmantojot HKT, Eiropas Dienvidu observatorijas ļoti lielo teleskopu Čilē, kā arī Dvīņu (*Gemini*) ziemeļu teleskopu un Keck observatorijas I teleskopu Havaju salās, izdarīti septiņi pundurpāra *2MASSW J0746425+2000321* astrometriski mērījumi (*sk. att.*). Tie sedz apmēram 60% no orbītas, pa kuru sekundārā komponente riņķo ap primāro, un 36% no apriņķošanas perioda. Tas bija pietiekami orbītas parametru aprēķināšanai. Izrādījās, ka sekundārā komponente kustas pa eliptisku orbītu un vienu apriņķojumu

veic ik desmit gados. Orbītas lielā pusass ir 2,5 astronomiskās vienības gara. Tas nozīmē, ka abas pāra komponentes vidēji ir 2,5 reizes tālāk viena no otras nekā Zeme no Saules. Komponentu attālumu lineārās vienībās varēja uzzināt, jo jau 2002. gadā bija noteikts pundurpāra attālums no Zemes – ap 40 g. g. Zinot orbītas parametrus un izmantojot Keplera trešo likumu, darba autori noteica, ka punduru pāra kopējā masa ir nepilni 15% no Saules masas. Masa noteikta, darba mērķis it kā sasniegts, taču rezultāta nenoteiktība ir ap 1% no Saules masas. Tas autorus isti neapmierina. Nenoteiktību rada orbītas parametru un punduru pāra attāluma noteikšanas kļūdas. Tāpēc zvaigžņu pāra astrometriskos novērojumus ir paredzēts turpināt līdz orbītas simtprocentīgai pārklāšanai, kā arī rūpēties par attāluma precizēšanu.





priekšstatiem un hipotēzēm, par kuru trūkumu nevar žēloties, cik ar novērojumu datiem, kas šos priekšstatus apstiprina vai noraida un palīdz tos sakārtot.

It sevišķi tas attiecas tieši uz šo sākumposmu, t. i., uz protozvaigznes stadiju, kad pašgravitācijas saraušanās procesā jeb kontrakcijā iesaistītais gāzu–putekļu miglājs kļūst par galvenās secības zvaigzni Hercšprunga–Rasela (H–R) diagrammā. Tas, kā rāda pētījumi, zvaigznēm, kuru masas ir atšķirīgas, t. i., lielākas par Saules masu, ir saistīts ar šā posma salīdzinoši (ar citiem posmiem) īso ilgstību un līdz ar to ar ļoti mazo šajā posmā jeb evolūcijas stadijā atrodošos objektu skaitu, kas arī nosaka niecīgo varbūtību šādus objektus atrast un novērot.

Centieniem tos atrast var salīdzināt ar ļoti reti sastopamas sugas pārstāvju medībām un tādēļ katru sekmēšanos šajā ziņā var uzskatīt par izcilu panākumu. Un tāds, kā seko no Eiropas Dienvidu observatorijas (*European Southern Observatory*) publikācijas “*NGC 3603 infrasarkanie novērojumi. III. Miklaini, ļoti sarkanīgi IRS 9 avoti*”<sup>1</sup>, ir izdevies tās autoram D. Nirnbergeram *ESO* un *Virzburgas (Würzburg) Universitātes (Vācija) Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta astrofizikim*, kurš savam pētījumam izmantojis gan *ESO* Lasilas un Paranalas kalnos (Čīle) uzstādītos, gan Kārnegi institūta (*ASV*) Laskampanas observatorijas (Čīle) instrumentus.

Savu meklējumu stratēģiju D. Nirnbergers balstīja uz apsvērumiem par iespējamu situāciju, kāda var izveidoties jaunu un pietiekami daudz masīvu zvaigžņu dzimšanas apgabalā, izejot no tā, ka topošās zvaigznes, kā zināms, parasti ir vairāk vai mazāk biezi nosēgtas ar primārā gāzu–putekļu mākoņa atlieku apvalku, kas ekranizē dzimstošās zvaigznes starojumu.

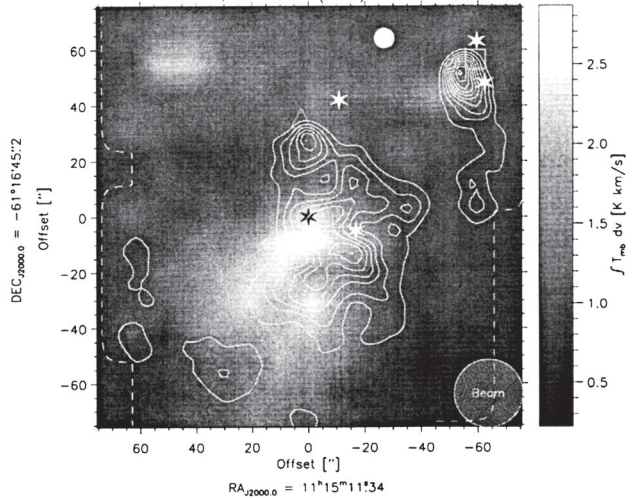
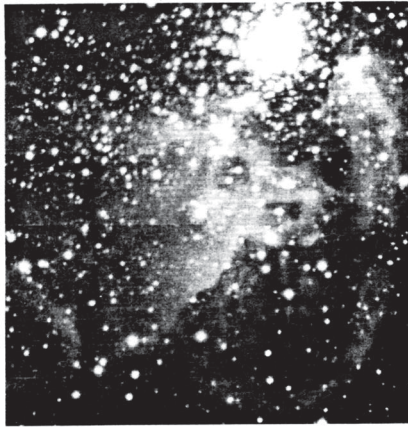
OB spektrālās klases zvaigznes parasti ir lielas masas zvaigznes, un tādēļ to kontrakcija ir strauja, respektīvi, udeņraža degšanas iesākumam nepieciešamā temperatūra un blīvums tiek sasniegts ātri. Tas noved pie tā, ka zvaigzne šajā isajā laika sprīdī ar savu starojumu nepaspēj izkļiedēt to apņēmušo gāzu–putekļu apvalku un... šādas zvaigznes sākumstadiju norises, kas ir ļoti interesantas un svarīgas, paliek novērotājam slēptas.

Ekranizējošais apvalks tiek izkļiedēts (kļūst caurspīdīgs), un zvaigzne ir pieejama novērojumiem optiskajā diapazonā, kurā ir izstrādātas vispilnīgākās metodes un uzkrāta visbagātākā pieredze zvaigznes ģenerētā starojuma atšifrēšanai, kad zvaigzne jau ir stipri evolucionējusi – beigusi šo sākotnējās kontrakcijas stadiju un ieņēmusi savu vietu uz H–R diagrammas galvenās secības, kur jau ir pietiekami daudz zvaigžņu un kuru pētniecībā jau sasniegti visai būtiski un pilnīgi rezultāti. Tas izskaidro, kādēļ lielas masas protozvaigznes ir ne tikai retas un grūti atrodamas, bet arī grūti novērojamas un pētāmas.

Stāvokli šajā jomā gan ievērojami uzlabo jauno tehnoloģiju pavērtās iespējas izdarīt novērojumus infrasarkanajā diapazonā, kurā protozvaigzni aptverošais gāzu–putekļu apvalks ir daudz caurspīdīgāks, lai gan, kā jau atzīmēts, pagaidām iegūstamās informācijas apjoma ziņā šis diapazons potenciāli tomēr atpaliek no optiskā diapazona. To apstiprina arī tas, ka līdz šim pietiekami apstiprinoši jeb droši ir atklātas tikai četras O klases protozvaigznes, kas varētu evolucionēt kā lielas masas zvaigznes – *W3OH-TW*, *Trifid-TC3*, *G34.24+0.13MM* un *IRAS23385*.

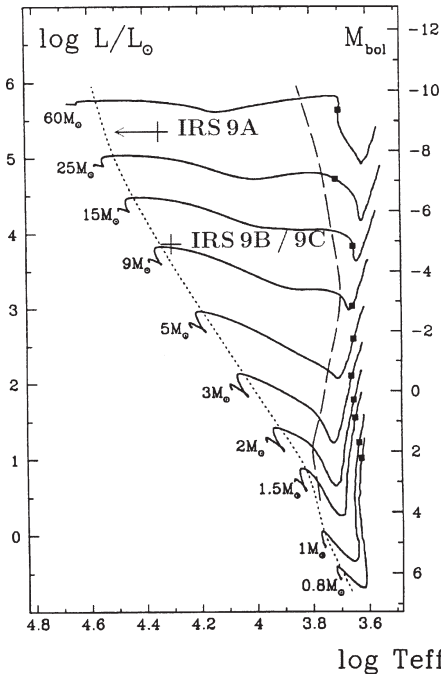
Nemot to visu vērā, D. Nirnbergers ir mēģinājis meklēt jaunas lielas masas zvaigznes zvaigznēm pietiekami bagātos OB zvaigžņu klasteros, izejot no priekšstatiem, ka šīs zvaigznes, ģenerējot intensīvu augstas enerģijas fonu plūsmu, kā arī jaudīgu zvaigžņu vēju, var iztvaicēt ne tikai pašu aptverošo, bet arī blakus dzimstošo zvaigžņu apvalkus. Un gadjumā, kad kādas zvaigznes dzimšana, salīdzinot

<sup>1</sup> Sīkāk var skatīt: *D. E. A. Nirnberger. “Infrared observations of NGC 3603. III. The enigmatic, highly reddened sources of IRS 9” – ESO Scientific preprint No. 1484, April 2003.*



3. att. No trim krāsām J ( $\lambda = 1250 \mu\text{m}$ ), H ( $\lambda = 1,65 \mu\text{m}$ ) un K ( $\lambda = 2,16 \mu\text{m}$ ) sintezēts NGC 3603 IRS 9 apgabala optiskais attēls (*pa kreisi*) un tā radioattēls uz 3,4 cm viļņa (*pa labi*). Ziemeļi – augšā, austrumi – pa kreisi. Attēlu izmēri  $150'' \times 150''$ . Radioattēla labā apakšējā stūrī ir parādīts skenējošā radioteleskopa virziendarbības diagrammas centrālā stara (*beam*) izmērs  $\sim 7''$ . Ar zvaigznītēm ir iezīmēti šajā apgabalā konstatētie spožākie infrasarkanā starojuma avoti. Pētiē IRS 9A-C objekti (A, B un C – *sk. labās puses attēlu*) redzami uz dienvidiem no zvaigžņu kopas, kas iezīmēta ar baltu aplīti. Uz koordinātu asīm ir atliktas ekvatoriālās koordinātas – rektascensija (x ass) un deklinācija (y ass).

Attēls no D. Nirnbergera publikācijas



ar kaimiņos esošajām zvaigznēm, ir nedaudz aizkavējies, pastāv iespēja, ka šīs vecākās “kaimiņienes” noplēš arī dzimstošo zvaigzni sedzošo gāzu–putekļu slāni, t. i., “izģērbj” to un padara novērojamas jau visai agrīnās šīs zvaigznes dzimšanas procesa nianšes.

4. att. IRS 9A-C avotu evolūcijas treku izvietojums uz H–R diagrammas. Evolūcijas treki sākas ar saraušanās (kontrakcijas) fāzi (*labajā pusē*), un zvaigzne evolucionējot pārvietojas pa treku no labās uz kreiso pusi. Ar melnajiem kvadrātiņiem ir parādīts deitērija degšanas sākums. *Raustītā līnija* iezīmē stadiju, kad pazūd konvektīvais apvalks un starojums tiek pārnestis radiatīvi, bet *punktētā līnija* – kad zvaigznei parādās konvektīvais kodols. Treks kreisajā pusē beidzas ar zvaigznes uziešanu uz H–R diagrammas galvenās secības (ūdeņraža degšanas sākums). Uz abscisas ass ir atlikta zvaigznes efektīvā temperatūra logaritmiskā mērogā ( $\log T_{\text{eff}}$ ), uz ordinātas – logaritmiskā skalā izteikta zvaigznes starjauds jeb spožuma  $L$  attiecība pret Saules starjaudu  $L_{\odot}$ .

Attēls no D. Nirnbergera publikācijas

Tabula. **IRS 9A–C objektu astrofizikālie parametri**

| Objekts | $T_{ef}$<br>(K) | $L$<br>( $L_{\odot}$ ) | $M$<br>( $M_{\odot}$ ) | $t$<br>(gadi) | $T_{put}^3$<br>(K) | $M_{put}$<br>( $M_{\odot}$ ) |
|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| IRS 9A  | >22 000         | $2,3 \cdot 10^5$       | ~40                    | $10^4$        | 250                | $>1,1 \cdot 10^{-3}$         |
| IRS 9B  | ~20 000         | $7,0 \cdot 10^3$       | ~10                    | $10^5$        | 250                | $>3,4 \cdot 10^{-5}$         |
| IRS 9C  | ~20 000         | $5,5 \cdot 10^3$       | ~9                     | $10^5$        | 250                | $>2,6 \cdot 10^{-5}$         |

Kā perspektīvu savu pētījumu objektu D. Nirnbergers bija izvēlējis vienu no mūsu Galaktikas spožākajiem optiski novērojamiem jonizēta ūdeņraža (HII) apgabaliem – pazīstamo gāzu–putekļu miglāju *NGC 3603*, kurā atrodas locekļiem bagāta jaunu un masīvu OB zvaigžņu kopa (*sk. 1. un 2. att. 49. lpp.*) un infrasarkanā diapazonā veikto novērojumu gaitā tajā bija atklāti vairāki visai miklaini ļoti nosarkuši (angl. – *reddened*) jeb ļoti sarkani objekti *IRS 9A–C<sup>2</sup>* (*sk. 3. att.*). Novērojumi liecināja, ka kopas locekļi ģenerē iespaidīgu daudzumu ultravioleto kvantu (Laimana kontinuumā kvantu plūsma sasniedz  $\sim 10^{51}$  kvan-

tu/s), bet intensīva zvaigžņu vēja ātrums ir pat vairāki 100 km/s, kas kopumā veicina zvaigznes aptverošo gāzu–putekļu apvalku visai ievērojamu izkliešanās un tā caurspīdīguma palielināšanu.

Spektrālie novērojumi un to interpretācija, kā arī salīdzināšana ar teorētiskajiem zvaigžņu evolūcijas modeļiem (*sk. 4. att.*) ļāvuši izdarīt noteiktus secinājumus par *IRS 9A–C* dabu, respektīvi, šo objektu galvenajiem astrofizikālajiem raksturlielumiem – efektīvo temperatūru ( $T_{ef}$ ), spožumu ( $L$ ), masu ( $M$ ) un vecumu ( $t$ ) (*sk. tabulu*). Tabulā dotas arī šos objektus skatam vēl joprojām sedzošā putekļu slāņa temperatūra ( $T_{put}$ ) un masa ( $M_{put}$ ).

Proti, viss liecina, ka šie objekti ir ļoti masīvas, karstas, starjaudivas un jaunas zvaigznes, faktiski, protozvaigznes, kas, iespējams, notvertas pārejas brīdī vai ceļā uz H–R diagrammas galveno secību. Visdrošāk to var teikt par ļoti masīvo un milzīgo objektu *IRS 9A* (tā rādiusu vērtē  $\sim 1000 R_{\odot}$ ), kura lielā masa (un starjaudiva) nosaka šā objekta sevišķi strauju evolūcijas tempu un padara to par īpaši interesantu tālākai izpētei. 🐦

<sup>2</sup> *IRS – InfraRedSources* – infrasarkanā diapazonā veikto novērojumu rezultātā atklātie kosmiskā infrasarkanā starojuma avoti tiek apzīmēti ar šādu abreviatūru un iekļauti speciālos katalogos.

<sup>3</sup> Novērojumi tuvējā un vidējā infrasarkanā starojuma diapazonā faktiski ir atklājuši divas putekļu komponentes ar temperatūru 250 K un 1150 K objektam *IRS 9A*, un 250 K un 700–750 K objektiem *IRS 9B/9C*.

ARTURS BALKLAVS

## MELNĀ CAURUMA SILUETS

Izolēti melnie caurumi (m. c.), kā zināms, paši par sevi ir gandrīz pilnīgi neredzami, jo ne uz tiem krītošā gaisma, ne arī kāds cits starojums, kas vērsti uz m. c., no tiem netiek atstarots, bet, kā viss, kas nonāk to vairāk vai mazāk ciešā tuvumā, pazūd to dzi-

lēs, un tie praktiski neko neizstaro. Šā iemesla dēļ tad arī tie ir guvuši savu baido apzīmējumu un nosaukumu.

Kā rāda teorētiski pētījumi, m. c. gravitācijas lauks, kas tā tuvumā tiecas uz bezgala lielu intensitāti, ne tikai būtiski maina telpa laika struktūru, bet

izraisa arī savdabīgus kvantu procesus, kas noved pie ļoti īpatnējiem efektiem jeb novērojāmām izpausmēm. Tā, piemēram, šo kvantu procesu ietekmē nerotējošs m. c. izstaro kā absolūti melns ķermenis ar temperatūru  $T = 10^{26}/M_{m.c.}$  K un starjaudu (spožumu)  $L = 10^{35}/M_{m.c.}$  ergi/s, kur  $M_{m.c.}$  ir m. c. masa, izteikta gramos. Tas gan nozīmē, ka pat Saules masas ( $M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{33}$  g) m. c. emitētu starojumu kā absolūti melns ķermenis ar temperatūru tikai  $\sim 10^{-7}$  K un starjaudu  $\sim 50$  ergi/s. Pamanīt tādu gravitācijas slazdu kosmosa plašumos, balstoties tikai uz m. c. ģenerēto starojumu, ir faktiski neiespējami. Taču mazākas masas m. c., ja apejam jautājumu, kur vai kā tādi ir radušies, var atklāties pat kā ļoti spoži objekti. Tā, piemēram, ja  $M_{m.c.} = 10^{20}$  g, tad šāds m. c. emitētu starojumu kā līdz  $T = 10^6$  K sakarsēts ķermenis, respektīvi, tāds m. c. varētu būt ļoti spožs un arī rentgenstarus ģenerējošs objekts.

M. c. starojums rodas tā sauktās kvantu iztvaikošanas dēļ, kas, kā jau iepriekš minēts, rit Švarcšilda sfēras tuvumā pastāvošajā ārkārtīgi spēcīgajā gravitācijas laukā, un šā starojuma ģenerācija notiek uz m. c. masas pakāpeniskas samazināšanās rēķina. Šī samazināšanās gan rit ļoti lēni. Attiecīgi aprēķini liecina, ka būtiska m. c. masas samazināšanās notiek laika sprīdi  $\tau \approx 10^{-35}(M_{m.c.})^3$  gadi un tikai pēdējie  $10^9$  g m. c. masas pārvēršas starojumā 0,1 s laikā, dodot varenu un ļoti cieta  $\gamma$  starojuma uzliesmojumu.

Taču kosmosā pat starpzvaigžņu telpā pilnīgs tukšums vai pilnīga izolācija nepastāv, jo kā starpzvaigžņu, tā starpgalaktiskajā telpā, lai arī ļoti retināta, tomēr ir izkļiedēta matērija<sup>1</sup>, kas mijiedarbībā ar m. c. un pirms pa-

<sup>1</sup> Starpzvaigžņu vidē daļiņu koncentrācija mainās no  $\approx 3 \cdot 10^{-4}$  daļiņas/cm<sup>3</sup> (ap 5 kps virs Galaktikas ekvatoriālās plaknes) līdz  $10^5$ – $10^6$  daļiņas/cm<sup>3</sup> blīvajos gāzu–putekļu mākoņos un planetārajos miglājos.

<sup>2</sup> Sīkāk var skatīt *Jun Fukue. "Silhouette of a Dressed Black Hole" ("Apģērbta melnā cauruma siluets") – Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ), vol. 55, No. 1, 2003 February 25, p. 155–159.*

zušanas tajā var likt sevi manīt un līdz ar to liecināt par m. c. klātbūtni. Tas nozīmē, ka reāli kosmiskie m. c. vienmēr izraisa intensīvāka vai mazāk intensīva starojuma emisiju to procesu gaitā, kas rit, matērijai akrecējot uz m. c. un it sevišķi tā Švarcšilda sfēras tuvumā pastāvošajā ļoti spēcīgajā gravitācijas laukā.

Šim starojumam, kas nāk no m. c., faktiski no tā apkārtnes jeb tiešā tuvuma, kā rāda detalizētāka analīze, vajadzētu būt ar raksturīgām īpašībām, kas varētu palīdzēt m. c. identificēt. Uz vienu šādu iespēju ir norādījis japāņu pētnieks J. Fukue<sup>2</sup>. Runa ir par ēnu, kādu m. c. ir jāmet jeb jāatstāj uz to aptverošo vai ar to saistīto starojumu. Protī, m. c. kā tumšam un necauspidīgam objektam, kas slēpts starojošas lodes vai diska masas centrā, daļa no šā starojuma ir jāaizsedz un, ja šādu ekranizāciju būtu iespējams fotometriski un ar pietiekami lielu izšķirtspēju konstatēt, tad kopā ar citiem parametriem (piemēram, starjaukas un masas novērtējumiem, mainīguma mērījumiem utt.) tas būtu ļoti nopietns arguments m. c. identifikācijai. Vēlreiz jāuzsver, ka runa ir par, lietojot J. Fukues terminoloģiju, "apgērbtu" m. c., jo "kailu" m. c., kā jau iepriekš atzīmēts, pamanīt ir praktiski neiespējami.

Lai pamatotu šos apsvērumus, J. Fukue ir veicis m. c. modeļu datorsimulāciju, aprēķinot iespējamās fotoattēlus, kādus varētu iegūt no šiem m. c., pieņemot, ka tos ietver optiski biezs akrecējošās vielas disks (*sk. att. 50. lpp.*). Augšējā rindā ir aprēķināts standartdisks ar iekšējo robežu, kas atrodas attālumā  $R = 3r_g$  no m. c. centra<sup>3</sup>. Tas ir tā sauktais m. c. ar "atkailināta kakla" (*open-necked* – pēc J. Fukues terminoloģijas) disku. Vidējās rindas attēli ir raksturīgi m. c. ar standartdisku, bet paplašinātu (padziļinātu jeb m. c. tuvāk novietotu), t. i., līdz  $R = 1r_g$  iekšējo robežu (m. c. ar "apkaklīti" – *with a collar*). Apakšējā rindā

<sup>3</sup> Ar  $r_g$  ir apzīmēts Švarcšilda sfēras rādiuss, t. i.,  $r_g = 2GM_{m.c.}/c^2$ , kur  $G$  un  $c$  ir atbilstoši gravitācijas konstante un gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā.

parādīti siluēti, kādi tie ir konvektīvam diskam ar konstantu leņķisko momentu – m. c. ar “paceltu apkaklīti” (*with a stand-up collar*). Malējais kreisais attēls ir skats uz m. c. un to ieskāvušo disku no augšas, t. i., kad skata virziens ir perpendikulārs diska plaknei (leņķis starp skata virzienu un perpendikulu pret diska plakni ir  $0^\circ$ ), bet tālākie – no kreisās uz labo –, kad diska plakne pret skata virzienu atrodas  $70^\circ$ ,  $80^\circ$  un  $89^\circ$  leņķī. Katra attēla izmērs ir  $20r_g$ . Nokrāsu maiņas – no baltas līdz tumši brūnai un melnai – raksturo starojuma temperatūras pazemināšanos.

Tomēr būtiski ir pievērst uzmanību labās puses attēlu kolonnai, proti, ka pat gandrīz pie  $90^\circ$  liela diska nolieces leņķa m. c. siluets paliek pusapļa formā, t. i., nekļūst par apli, kādam tam it kā loģiski vajadzētu būt. Šī īpatnība attiecīgu apstākļu pastāvēšanas rezes, t. i., novērojot m. c. no tā diska šķautnes puses, var nospēlēt visai izšķirošu lomu m. c. identifikācijā.

Kādas ir iespējas reāli novērot šādu m. c. mestās ēnas siluētu? Kā visiespējamāko variantu J. Fukue apskata mūsu Galaktikas centrā (pazīstamais radiostarojuma avots *Sgr A – Strēlnieks A*) iespējami slēpto supermasīvo m. c. ar  $M_{m.c.} \approx 2,6 \cdot 10^6 M_\odot$ . Tā kā šādam m. c.  $r_g = 7,7 \cdot 10^{11}$  cm, tad tā redza-

mais (pie debess sfēras) diametrs apskatītajā optiski biežā diska piemērā labākajā gadījumā varētu būt tikai ap  $24 \mu\text{arcsec}$  ( $1 \mu\text{arcsec} = 10^{-6}$  arcsec), kas, protams, izvirza ārkārtīgi augstas prasības attiecībā pret novērojumos lietotā instrumenta leņķisko izšķirtspēju. It sevišķi optiskajā diapazonā. Tomēr šādu izšķirtspēju varētu mēģināt nodrošināt, izdarot novērojumus radiodiapazonā un šim nolūkam iesaistot globālo radiointerferometrijas tīklu *VLBI (Very Long Base Interferometry)* – ļoti garas bāzes (radio)interferometrija).

Un vēl – kā jau īpaši uzsvērts iepriekšējās rindkopas beigās, Galaktikas centra novērošanā (no Zemes) realizējas tieši tas gadījums, kad m. c. ietverošais disks ir redzams gandrīz no tā šķautnes puses. Tas nozīmē, ka m. c. silueta vajadzētu iezīmēties raksturīgajā pusapļa formā, kas varētu būt ļoti svarīga liecība par tā reālu eksistenci. Ēnas forma, izmēri un temperatūras sadalījums, ja tos izdotos precīzi izmērit, ļautu noteikt gan m. c. masu, gan akrecijas diska parametrus.

Taču, kā viegli saprast, citu galaktiku centros iespējami slēpto m. c. detektēšanai šīs metodes izmantošana ir vairāk nekā problemātiska m. c. siluētu jau pieminēto ārkārtīgi niecīgo leņķisko izmēru dēļ. 🐼

ARTURS BALKLAVS

## TĀLS MILZU KVAZĀRS

Astronomiskos rekordus nevar salīdzināt ar, piemēram, sporta vai Ginesa rekordiem. Tie nav pašmērķis. Taču katras iepriekš sasniegtas robežas pārsniegšana arī astronomijā izraisa lielu interesi, jo var rosināt uz agrāk pieņemtu atziņu pārskatīšanu vai precizēšanu – dot jaunas zināšanas, kas palīdz izprast kosmisko pasauli.

Tas arī pamato to atzinību (publikācija *MNRAS*<sup>3</sup>), ko izraisīja trīs indiešu astrofiziķu ziņojums<sup>2</sup>, ka viņiem izdevies atklāt šobrīd vis-

tālāko zināmo un turklāt vēl milzu (angl. – *giant*) izmēru kvazāru *J1432+158*. Atklājums izdarīts ar Indijas Radioastrofizikas nacionālā centra<sup>3</sup> ļoti lielo metraviļņu diapazona radioteleskopu *GMRT (sk. 1. un 2. att. 50. lpp.)*. Novērojumi tika veikti 333 MHz un 617 MHz frekvencēs attiecīgi 2002. gada 24. augustā un 2003. gada 11. jūlijā.

*GMRT – Giant Metrewave Radio Telescope*. Šis ļoti liela izmēra radioastronomiskais instruments sastāv no 30 visos virzienos grozāmām parabolis-

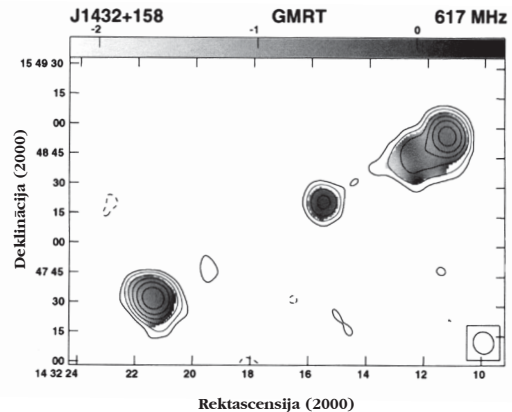
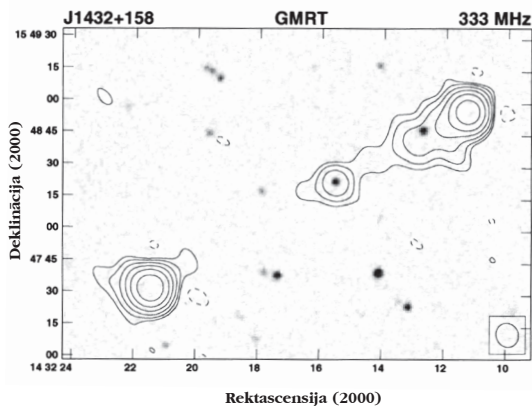


kām 45 m diametra antenām, kas saslēgtas interferometriskā sistēmā. Instruments, kā nosaukums rāda, paredzēts novērojumiem metra viļņu diapazonā ( $\lambda = 6 \text{ m} - 20 \text{ cm}$  vai  $\nu = (50-1500) \text{ MHz}$ ). Kopējais kosmiskā objekta radiostarojumu savācošais laukums nedaudz pārsniedz 19 ha, bet efektīvais laukums, kas nosaka instrumenta reālo jutību, ir ap 30 000 m<sup>2</sup> (3 ha). 12 no instrumenta antenām ir izvietotas vairāk vai mazāk vienmērīgi un kompakti apmēram 1 km<sup>2</sup> lielā platībā, bet pārējās 18 ir sadalītas pa trim Y konfigurācijas interferometra pleciem (katrā plecā 6 antenas), attālumam  $a$  starp galējām antenām sasniedzot 25 km. Šāds radiointerferometra maksimālais bāzes garums  $a$  nodrošina leņķisko izšķirtspēju pēc Releja  $\varphi_R = (249580,4 \lambda/a) = 1' - 2''$ . Viens no GMRT pamatuzdevumiem ir reģistrēt raksturīgo neitrālā ūdeņraža (HI) līniju 1420 MHz frekvencē (tā saukto sīkstrukturās līniju ar  $\lambda = 21 \text{ cm}$ ) ar ļoti lielu sarkano nobīdi  $z$ , kas sagaidāma no galvenokārt HI saturošās protoklasteru un protogalaktiku materiijas pirms tās kondensēšanās galaktikās un to kopās Visuma visagrīnākajās attīstības fāzēs. Runa ir par 21 cm līnijas detektēšanu ar  $z = 3-10$ , t. i., kad Visuma vecums bija tikai daži % no pašreizējā, un šī līnija tagad būtu reģistrējama 350-130 MHz frekvenču diapazonā.

Šādu HI mākoņu atklāšanai ir fundamentāla astrofizikāla nozīme, jo ļauj noteikt ļoti būtiskus ierobežojumus galaktiku un to kopu veidošanās teorijām.

Iegūto novērojumu datu apstrāde atklāja, ka novērotais radiostarojuma avots J1432+158 ir ar raksturīgu pretējos virzienos vērstu izvirdumu (džetu) struktūru (sk. 3. att.), kas ļāva to klasificēt kā kvazāru. J1432+158 sarkanā nobīde  $z$  izrādījās 1,005, kas, ņemot vērā šā avota 168" lielos redzamos leņķiskos izmērus, nosaka, ka tā lineārie izmēri (faktiski šo izmēru projekcija) sasniedz ap 1,35 Mps<sup>4</sup>. Taču, ja pieņem, ka J1432+158 ass, kas savieno centrālo aktīvo galaktiku – kvazāru – ar abiem džetiem, var būt noliekta pret skata virzienu kaut kādā leņķī un šis leņķis, kā lielam vairumam kvazāru, var būt ap 45°, tad J1432+158 patiesie lineārie izmēri var sasniegt pat 1,9 Mps. Tas viss, kopā ņemot, liecināja, ka J1432+158 ir ierindojams ļoti lielo (milzīgo, gigantisko)<sup>5</sup> kosmiskā radiostarojuma avotu grupā un ir šīs grupas vistālākais šobrīd zināmais loceklis.

Zinātniskā interese par šo atklājumu ir saistīta ar to, ka ļoti liela jeb milzīga izmēra kosmiskā radiostarojuma avotu novēro-



3. att. J1432+158 radioattēli, kas iegūti ar GMRT 333 un 617 MHz frekvencēs. Kreisās puses radioattēls ir savietots ar šā apgabala optisko karti. Attēlu labajā apakšējā stūrī parādītas GMRT virziendarbības diagrammas centrālās lapiņas, kas nosaka radiointerferometra leņķisko izšķirtspēju, izmērs ( $\approx 11,4 \times 10,3 \text{ arcsec}^2$ ).

jumi, kā rāda pētījumi, var dot (un dod) nozīmīgu informāciju ne tikai par šādu avotu attīstību un izmaiņām kosmoloģiskā laika gaitā, bet arī izdarīt secinājumus par starpgalaktisko vidi un tās evolūciju atkarībā no sarkanās nobīdes. Nozīmīgi ir arī tas, ka līdz šim zināmo milzīga izmēra radioavotu statistiskā analīze, kas balstās uz

ne pārāk lielu šādu avotu skaitu, uzrāda izteiktu lielas starждаvas avotu deficītu, kā arī, ka neviena šāda objekta izmēri nepārsniedz 2 Mps (izņēmums varētu būt vienīgi 3C 236). Līdz ar to katra jauna šāda objekta atklāšana un izpēte ir ļoti svarīga, jo ļauj precizēt šo statistiku un uz tās balstītās atziņas. 🐦

<sup>1</sup> MNRAS – “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*” – (“Karaliskās Astronomiskās Biedrības Mēnešraksti”) ir viens no pasaulē prestižākajiem zinātniskajiem astronomiskajiem žurnāliem.

<sup>2</sup> Sīkāk var skatīt A. K. Singal, C. Konar and D. J. Saika. “J1432+158: the most distant giant quasar” (“J1432+158: vistālākais milzu kvazārs”) – MNRAS, vol. 347, No. 4, 1 February 2004, L79–L82.

<sup>3</sup> Indijas Radioastrofizikas nacionālais centrs (*National Centre for Radio Astrophysics (NCRA)*), kas ir Punes (*Pune*) pilsētā izvietotā Fundamentālo pētījumu Tata institūta (*Tata Institute of Fundamental Research (TIFR)*) sastāvdaļa, atrodas ap 80 km no Punes.

<sup>4</sup> Salīdzinājumam atgādināsim, ka attālums līdz pazīstamajai Vietējās grupas (pie kuras pieder arī mūsu Galaktika) galaktikai M31 (*Andromedas miglājs*) ir “tikai” 0,69 Mps (1 ps – parseks = 3,26 g. g., 1 Mps =  $10^6$  ps) un tikai attālumi līdz šīs grupas perifērijā novietotajām neregulārajām galaktikām, piemēram, *Mežāža, Jaunavas, Kasiopejas* un *Valzius zvaigznājos* sasniedz atbilstoši 1, 1, 1,25 un 1,3 Mps.

<sup>5</sup> Ļoti liela jeb milzīga izmēra kosmiskā radiostarojuma avotu grupā tiek ierindoti tie avoti, kuru lineārie izmēri pārsniedz 1 Mps. J1432+158 izmēri, protams, kopā ar džeitiem, kā seko no iepriekšējā paskaidrojuma, ir samērojami vai ne pārāk daudz atpaliek no visas Vietējās galaktiku grupas izmēriem.

Var atzīmēt, ka no identificētiem kosmiskā radiostarojuma avotiem lielākais sarkanās nobīdes  $z$  rekords pagaidām pieder arīdžan milzu izmēra objektam no ceturtā Kembridžas radioavotu kataloga 4C 39.24. Tas ir identificēts ar galaktiku, kuras  $z = 1,88$ .

ARTURS BALKLAVS

## INTERESANTI KOSMISKO OBJEKTU UZŅĒMUMI – 3

Kā pirmos šoreiz aplūkosim dažus no *HST* iegūtajiem attēliem, kuri lasītājiem, iespējams, šķīti vizuāli ne sevišķi izteiksmīgi, bet kuriem ir ļoti liela zinātniskā vērtība.

### **Vai saredzētas pašas pirmās galaktikas?**

Nesen (2004. gadā) ar *HST* ir izdevies iegūt ultradziļus Metagalaktikas uzņēmumus, kuros fiksētas šobrīd vistālāk saskatītās un līdz ar to visagrīnākās līdz šim zināmās galaktikas. Droši vien lieki teikt, ka to atrašana jau sen ir bijusi viens no visilgotāko kosmologu sapņu piepildījumiem. Attēli iegūti, izmantojot jutīgās *ACS* (*Advanced Camera for Surveys* – modernizētā debess pārskatu kamera) uzņēmumus, kas

kombinēti ar *NICMOS* (*Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer* – tuvā infrasarkanā diapazona kamera un daudzobjektu spektrometrs) datiem.

Skrupuloza uzņēmuma analīze ir ļāvusi tajā izdalīt ap 54–108 sarkani dūmakainus objektus, kurus iespējams identificēt kā nelie-las galaktikas. Vājāko uzņēmumā fiksēto objektu starojums ir vēl mazāks par apmēram  $4 \cdot 10^{-9}$  no tā, ko dod spožākās ar neapbruņotu aci saskatāmās zvaigznes. Šo objektu sarkano nobīdi  $z$  vērtē ap 6 (precīzāk –  $z = 5,5$ –7). Tas nozīmē, ka jau ap miljards gadu pēc *Lielā Sprādziena* (*L. S.*) Metagalaktika,

kuras vecums pēc visjaunākajiem datiem ir ap  $14 \cdot 10^9$  gadu, ir bijusi strukturējusies, kosmiskajai vielai sablīvējoties daudzās pundurgalaktikās, kas nav līdzīgas mūsu *Galaktikai*. Šie objekti iezīmēti ar zaļiem aplīšiem (sk. att. 52. lpp.). Attēla labajā pusē izvietotie pamatuzņēmuma atsevišķu daļu palielinājumi ļauj labāk saskatīt dažus no šiem pundurobjektiem, kas ir uz *HST* pašreizējo instrumentālo iespēju robežas. Uzņēmums ir neliela dienvidu puslodes debess sfēras daļa *Krāsns (Fornax) zvaigznāja* virzienā. Gaisma no šīm tālajām galaktikām līdz mums tātad ir ceļojusi apmēram 13 miljardus gadu.

Pirms 13 miljardiem gadu Metagalaktikas aizņemtais telpas apjoms bija daudz mazāks, kas veicināja pirmatnējo galaktiku biežas sadursmes un apvienošanās jeb saplūšanu, kā rezultātā veidojās lielākas un “mūsdienīgākas” galaktikas, tostarp arī mūsu dzimtā *Piena Ceļa* galaktika.

Notiek debates, vai šo pundurgalaktiku karstākās zvaigznes ir spējušas jonizēt pirmatnējo pēc *L. S.* atdzisušo auksto, t. i., neitrālo, ūdeņradi un tādējādi, līdzīgi kā Saules gaisma salsilda un izkļiedē rīta miglu, pacelt priekškaru, kas aizsedz Visuma dzimšanas momentam vistuvāko procesu norisi. Aplēses liecina, ka *HST* spēj saredzēt ap 95% atpakaļ laikā līdz *L. S.* Ir cerība, ka lielu daļu no atlikušajiem 5% atsegs nākamās paaudzes kosmiskie teleskopi.

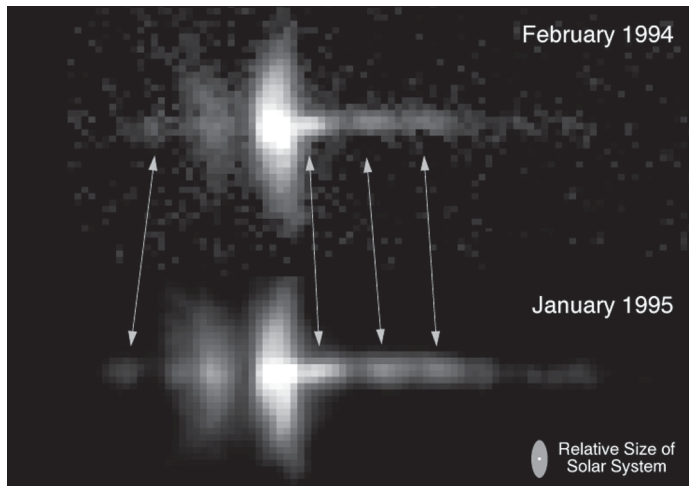
Pētījumus veikusi plaša amerikāņu un angļu zinātnieku komanda: R. Tompsons, R. Bouwens, H. Jans, R. Vindhorsts, M. Stiavelli, A. Bankers, S. Malhotra

1. att. Dzimstošās zvaigznes *HH-30* attēli, kas iegūti ar gada starplaiku, uzrāda ļabi konstatējamās strukturālas izmaiņas.

Visi NASA attēli

ra un Dž. Rouds (*R. Thompson – University of Arizona, Tucson, Arizona; R. Bouwens – University of California/Lick Observatory, Santa Cruz, California; H. Yan – Spitzer Science Center, California Institute of Technology, Pasadena, California; R. Windhorst – Arizona State University, Tempe, Arizona; M. Stiavelli – Space Telescope Science Institute, Baltimore; A. Bunker – University of Exeter and the University of Cambridge, United Kingdom; S. Malhotra and J. Rhoads – Space Telescope Science Institute*).

**Zvaigžņu dzimšanas momentuzņēmumi.** Šajos uzņēmumos, kas izdarīti ar *HST*, novērotājiem, pēc viņu domām, ir izdevies fiksēt trim tikko dzimušām zvaigznēm (sk. att. 53. lpp.) dzimšanas pēdējiem brīžiem vai posmiem raksturīgos dinamiskos un konvulsīvos procesus, kurus pavada spēcīgu un bieži vien ļoti šauri virzītu (kolimētu) sakarsētu gāzu strūklu jeb džetu izmešana starpzvaigžņu telpā. Šiem džetiem var būt būtiska loma protozvaigznes masas noformēšanā un līdz ar to zvaigznes veidošanā. No vienas puses, tie var samazināt protozvaigznes rotācijas momentu, resp., rotācijas ātrumu, kas, kā viegli saprast, veicina vielas nosēšanos uz zvaigzni no akrēcijas diska, t. i., tās masas pieaugšanu. No otras puses – džeti to izplūšanas virzienā aizpūš vielu no



protozvaigznes mākoņa, kas savukārt kavē zvaigznes masas pieaugumu. Reālo zvaigznes masu nosaka abu šo procesu samērs un intensitāte.

Džetu mūžs, t. i., to veidošanās periods, var būt visai Neilgs – tikai kādi 100 000 gadi.

Lai gan skaidrs, ka šīs strūklas rodas vielas pārplūdes ietekmē no akrēcijas diska, to ģenerēšanas mehānisms, t. i., kā šī akrēcija, tās gravitācijas kinētiskā enerģija transformējas virzītos bipolāros džetos, vēl joprojām ir visai neskaidra problēma. Neapšaubāms ir vienīgi tas, ka šajā procesā ļoti lielu lomu spēlē topošās zvaigznes magnētiskais lauks.

Jāzīmē, ka visi šie objekti – *HH-30*, *HH-34* un *HH-47* – ir identificēti kā tā sauktie *Herbiga-Haro (HH) objekti* un tādēļ, lai arī to masas nav precīzi zināmas, šo objektu saistīšana ar tikko dzimušām zvaigznēm ir diskutabla\*.

Neskatoties uz to, astrofizikāli šie objekti ir ļoti interesanti, jo tie neapšaubāmi ir saistīti ar jaunu zvaigžņu dzimšanu. Šis secinājums izriet no šo objektu lokalizācijas – *HH objekti* novērojami tikai jaunu, karstu, tātad

---

\* *Herbiga-Haro (HH) objekti* – neliela izmēra emisijas miglāji, kas parasti novērojami kopā ar patiesi jaunām, tā sauktajām *T Tauri zvaigznēm*. *HH objektiem* ir raksturīgas ātras, jau dažos gados pamanāmas izskata jeb formas maiņas, kas sākotnēji vedināja uz domām, ka šie objekti tiešām ir tikko dzimušas zvaigznes. Taču šos uzskatus vismaz par lielu daļu *HH objektu* nācās mainīt, kad atklājās, ka to masas ir par mazu, lai izveidotos īstas zvaigznes.

Viena no pārsteidzošākām ar *HH objektiem* saistītām parādībām ir šo objektu ātrā kustība prom no sistēmas centrālā objekta – *T Tauri zvaigznes*.

*HH objektus* pagājušā gadsimta 50. gadu sākumā neatkarīgi viens no otra atklāja amerikāņu astronoms Džordžs Herbigi (*George Herbig*) un meksikāņu astronoms Džillermo Haro (*Guillermo Haro*) kā mīklainus miglājus veidojumus Oriona miglāja tuvumā. Šobrīd ir zināmi ap 300 šo objektu, un to skaits pieaug līdz ar modernās astronomijas jaunajām iespējām iespiesties arvien dziļāk putekļu kokonos, kas aptver zvaigžņu dzimšanas šūpuļus.

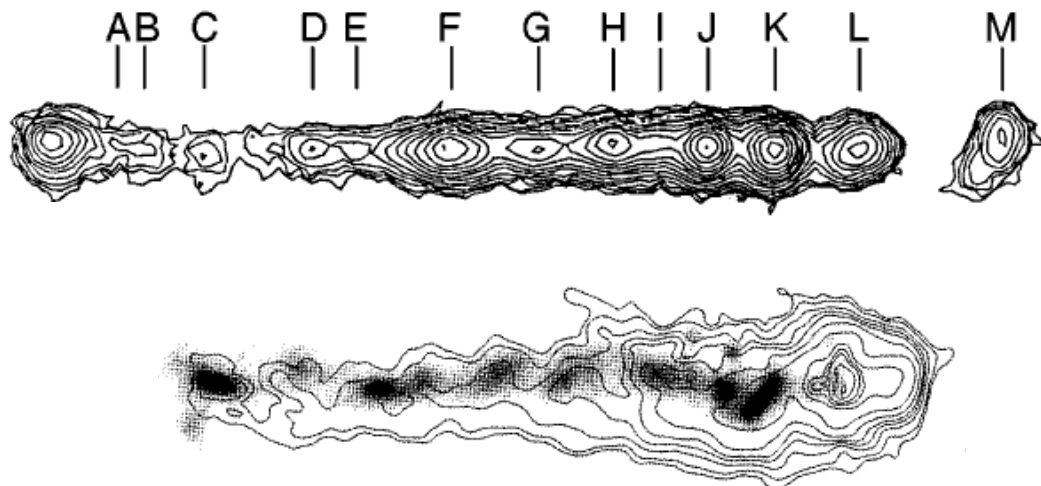
tikko izveidojušos O un B zvaigžņu apgabalos, bet šo spektra klašu zvaigžņu mūžs, kā zināms, nav lielāks par apmēram  $10^6$  gadu.

Mulsinoši liels, salīdzinot ar *HH objektu* parasti mazajām masām, ir no tiem izplūstošo strūklu ātrums, kas var sasniegt 250, bet reizēm pat 450 km/s, kā arī ar strūklām saistīto vielas sabiezējumu kinētiskā enerģija, kura var atbilst enerģijai, kādu Saule izstaro gada laikā. Visai bieži redzamajā gaismā ir saskatāms tikai viens, uz novērotāju vērtais džets. Pretējā virzienā izplūstošo bipolārās strūklas daļu var aizsegst gāzu–putekļu disks, ko var caurskatīt tikai infrasarkanajā starojumā.

Ar *HST* iegūtajos ļoti asajos uzņēmumos ir izdevies atklāt vairākas ļoti sīkas detaļas un apzināt to fizikālos parametrus. Tā, piemēram, *HH-30* uzņēmumos visai precīzi uzrāda tumšu putekļu disku – akrēcijas disku, kas aptver un aizsedz centrālo objektu, domājams, tikko dzimušu zvaigzni. Ar gada pārtraukumu izdarītie uzņēmumi džetos fiksējuši gāzu sablīvējumus, kas ar jau minēto apmēram 250 km/s lielu ātrumu tiek izmesti starpzvaigžņu telpā. Izrādās, ka akrēcijas diska izmēri ir apmēram tādi paši kā mūsu Saules sistēmas izmēri. Interesanta ir arī akrēcijas diska forma – sašaurināta centrālā objekta tuvumā un paplašināta, no tā attālinoties. *HH-30* attālumu vērtē ap 450 g. g., un tas ir novērojams *Vērša (Taurus) zvaigznājā*.

Līdzīga aina paveras arī *HH-34* un *HH-47* uzņēmumos.

Ojekts *HH-34* tomēr pārsteidz ar ārkārtīgi lielo džeta kolimāciju – strūklas atvērums ir tikai ap  $1^\circ$  liels – un daudzajiem gāzu matērijas “šāviņiem”, kuri izmesti no protozvaigznes un kuru ātrums sasniedz 450 km/s. Sevišķi reljefi tie parādās uzņēmumā, kuru 1989. gadā *Kalar Alto observatorijā* (Spānija) aizliegtajā vienreiz jonizēta sēra līnijā ir ieguvis R. Mandts (*R. Mundt*) un kuram ir ļoti liela līdzība ar pazīstamā kvazāra *3C 273* džetu (*sk. 1. att.*). Tas liek domāt par līdzīgiem džetu ģenerēšanas mehānismiem, kaut arī mērogu ziņā atšķirība ir milzīga.



2. att. HH-34 optiskais džets vienreiz jonizēta sēra aizliegtajā līnijā (augšā) un kvazāra 3C 273 džets redzamajā gaismā un radiostarojumā.

Ar HH-34 asociētā optiskā džeta izmēri pie debess sfēras ir apmēram 30 loka sekundes. Objekts novērojams *Oriona miglājā*, un tā attālumu vērtē ap 1500 g. g.

HH-47 attēls iegūts ar *HST WFPC-2* (Wide Field Planetary Camera 2 – plašā lauka planetārā kamera 2) 1994. gada 26. un 29. martā. Objekts novērojams *Buras (Vela) zvaigznājā* un atrodas ap 1500 g. g. no Zemes. Protozvaigzne formējas blīvā putekļu mākonī tā dēvētā *Gumijas miglāja (Gum Nebula)* malā.

Uzņēmumā labi saskatāmi un līdz ar to novērtējami starojumu emitējošo mezglu un šķiedru izmēri. Džeta sinusveida konfigurāciju, kā uzskata pētnieki, ir iespējams izskaidrot ar izvirduma ātruma un virziena izmaiņām laikā.

Visu šo uzņēmumu vērtība slēpjas iespējā gūt, salīdzinot ar iepriekšējo, daudz detalizētāku informāciju un precīzākus datus par zvaigžņu dzimšanu pavadošajiem procesiem, kas nepieciešami adekvātāku modeļu konstruēšanai. Lieki atgādināt, ka tas var ievērojami palīdzēt izprast un restaurēt arī mūsu Saules un Saules sistēmas formēšanās vēsturi.

Bet īpaši nozīmīgi tie ir kosmiskās plazmas fizikas attīstībai, jo ļauj dziļāk ieskatīties tajos procesos, kas pavada magnētisko pārsavienošanos, daļiņu paātrināšanu un triecienviļņu veidošanos.

**Planetārie miglāji.** Ieskatu *HST* uzņēmumos noslēgsim ar diviem planetāro miglāju attēliem. Kā pirmo minēsim *NGC 6369* (sk. att. 53. lpp.), kuram amatieri devuši nosaukumu **Spociņa miglājs**, jo pie debess sfēras tas parādās kā rēgains miglājs, kas aptver vāji spīdošu mirstošu, t. i., par balto punduri topošu zvaigzni (sk. attēla centrā). Uzņēmumu 2002. gada 27. februārī ieguvusi *HST* tā sauktā *Habla mantojuma komanda (Hubble Heritage Team)*: K. Nolls, H. Bonds, S. Kristians, L. Frattare, F. Hemiltons, Dž. Lī, Z. Levejs, E. Masiello, P. Roils un T. Borders (K. Noll, H. Bond, C. Christian, L. Frattare, F. Hamilton, J. Lee, Z. Levay, E. Masiello, P. Royle, T. Border). Ekspozīcijas laiks – 51 minūte.

Attēla krāsojums ir sintētisks un panākts, savietojot astrofotogrāfijas, kas iegūtas ar filtriem, kuri izdalījuši sekojošus vai tiem tuvus viļņu garumus:  $\lambda = 4400 \text{ \AA}$  (B – zilais staro-



jums),  $\lambda = 5007 \text{ \AA}$  (divkārt jonizēta skābekļa atoma (OIII) zaļā līnija),  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$  (V – dzeltenā gaisma),  $\lambda = 6563 \text{ \AA}$  (neitrālā ūdeņraža Balmera sērijas oranžā līnija),  $\lambda = 6583 \text{ \AA}$  (vienreiz jonizēta slāpekļa (NII) sarkanā līnija) un  $\lambda = 8800 \text{ \AA}$  (I – infrasarkanā gaisma).

NGC 6369 novērojams Čūskeša (*Ophiucus*) zvaigznājā. Tā attāluma novērtējums nav sevišķi precīzs – ap 2000–5000 g. g. Attēla šķērsgriezums pie debess sfēras ir 2,4 loka minūtes, kas atbilst 2,5 g. g. pie vidējā attāluma 3500 g. g.

Daudzu astronomisku izdevumu (un ne tikai) lappusēs ir pabijis arī planetārā miglāja NGC 2392 krāšņais attēls (*sk. att. 53. lpp.*), kas ieguvus **Eskimosa miglāja** (*Eskimo Nebula*) iesauku, jo tam ir zināma līdzība sejai, ko apver pūkaina zvēradas vējjaka ar kapuci. Daži astronomi to mēdz devēt arī par *Klauna* vai *Klauna sejas miglāju* (*Clown Nebula*), jo saskatījuši tajā līdzību ar klauna seju.

Šo miglāju jau pazinis slavenais angļu astronoms V. Heršels (*W. Herschel*), kuram pie-

der tā atklājēja gods kopš 1787. gada 17. janvāra.

*Eskimosa miglājs* atrodas *Dviņu* (*Gemini*) zvaigznājā. Tā redzamais lielums ir ap  $10^m$ . Attālumu līdz tam vērtē ap 3000 g. g.

No astrofizikas viedokļa, *Eskimosa miglājs* izraisa interesi ar savu savdabīgo struktūru, kurā redzama šķiedrām caurausta centrālā daļa, bet galvenais – daudzi milzīgām komētām līdzīgi veidojumi, kuru galvas vēstas uz centrā esošo zvaigzni un liecina par ļoti īpatnējiem apvalka veidošanās procesiem. Šo procesu izpratne (modelēšana) būtu liels planetāro miglāju teorijas sasniegums.

Planetārais miglājs veidojies, Saulei līdzīgai sarkanā milža stadijā nonākušai zvaigznei noņemot virsējos slāņus. Miglāja ārējā apvalka veicums nav lielāks par 10 000 gadiem, un tas izplešas ar apmēram 32 km/s lielu ātrumu.

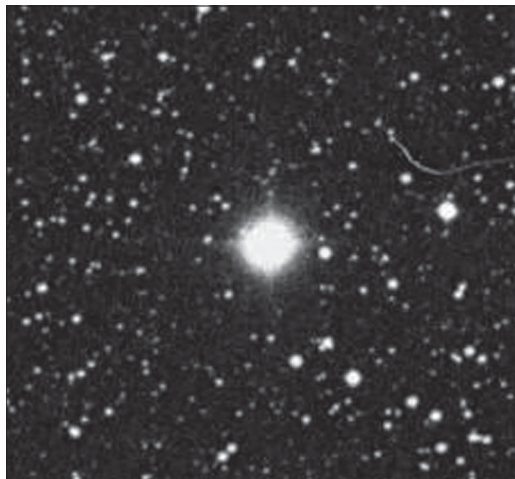
Rakstā izmantota NASA STScI (*Space Telescope Science Institute* – Kosmiskā teleskopa zinātniskais institūts) internetā ievietotā informācija. 🐼

JURIS FREIMANIS

## ĀRPUSGALAKTISKIE PLANETĀRIE MIGLĀJI

Atbilstoši mūsdienu priekšstatiem, nelielas masas zvaigznes (sākotnējā masa – no aptuveni 0,8 līdz dažām Saules masām, robežlielums ir diskutabls) to evolūcijas pēdējās stadijās intensīvi zaudē vielu, ar varenu zvaigžņu vēju izsviežot starpzvaigžņu telpā savus ārējos slāņus (ķīmiskais sastāvs – galvenokārt ūdeņradis un hēlijs ar nelielu smagāko elementu piejaukumu). Pāri paliek ļoti karsts zvaigznes kodols, kura ultravioletais starojums jonizē iepriekš izsviesto gāzi, turklāt veidojas diezgan krasa pāreja starp gandrīz pilnīgi jonizēta ūdeņraža un gandrīz pilnīgi nejonizēta atomārā ūdeņraža apgabaliem. Jonizētās gāzes apgabals spīd atsevišķās spektrālīnijās; redzamajā gaismā pa-

šas spilgtākās ir divkārt jonizētā skābekļa atoma zaļās līnijas (viļņu garumi  $\lambda = 4959 \text{ \AA}$  un  $\lambda = 5007 \text{ \AA}$ ), kā arī neitrālā ūdeņraža Balmera sērijas sarkanā līnija  $H\alpha$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ). Novērotājs redz zaļgani spīdošus apgabalus ap centrālo zvaigzni, kas parasti vairāk vai mazāk līdzinās gredzenam. Šādu objektu sauc par planetāro miglāju, bet centrālo zvaigzni – par planetārā miglāja kodolu. *1. attēlā* redzams jauns, kompakts, spožs un putekļiem bagāts mūsu Galaktikas planetārais miglājs NGC 7027. Planetārā miglāja radītāja zvaigzne ir sfērisks objekts, taču pagaidām līdz galam nenoskaidrotu iemeslu dēļ planetārais miglājs parasti ir vairāk vai mazāk asimetrisks.



1. att. Planetārais miglājs NGC 7027 (mūsu Galaktikā).

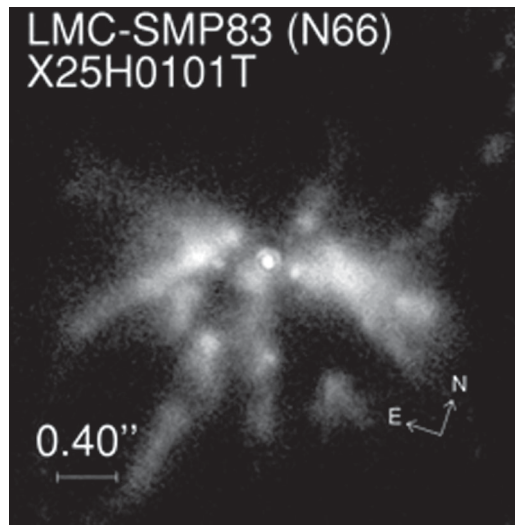
Saprotamu iemeslu dēļ detalizētai izpētei pieejamāki ir mūsu Galaktikas planetārie miglāji (starptautiski pieņemts saīsinājums *PN*, no angļu *planetary nebula*). Pēdējās desmitgades tomēr atklāti daudzi tūkstoši *PN* Andromedas galaktikā, Magelāna Mākonos, citās tuvējās galaktikās un starpgalaktiskajā telpā. Tas bija iespējams galvenokārt tādēļ, ka, veicot novērojumus caur šaurjoslas gaismas filtru augšminēto spektrālīniju rajonos, *PN* spožums ir ļoti liels salīdzinājumā ar citu objektu spožumu. Sevišķi populāra ir jonizētā skābekļa 5007 Å līnija, bet tiek izmantota arī ūdeņraža līnija H $\alpha$ . Ārpusgalaktiskajiem *PN* bija veltīta speciāla Eiropas Dienvidu observatorijas konference Garhingā (Vācijā) š. g. 19.–21. maijā.

Novērojot jonizētā skābekļa līnijas 249 planetārajiem miglājiem eliptiskajās galaktikās NGC 3377 (galaktikas tips – E6), NGC 3379 (E0) un pārejas tipa galaktikā NGC 3384 (S0), R. Ciardullo, Dž. Jakobi (*G. Jacoby*) un un H. Fords (*H. Ford*) 1989. gadā konstatēja, ka dažāda patiesā spožuma planetāro miglāju relatīvais skaits šajās galaktikās – tā saucamā starждаudas funkcija – ir praktiski viena un tā pati

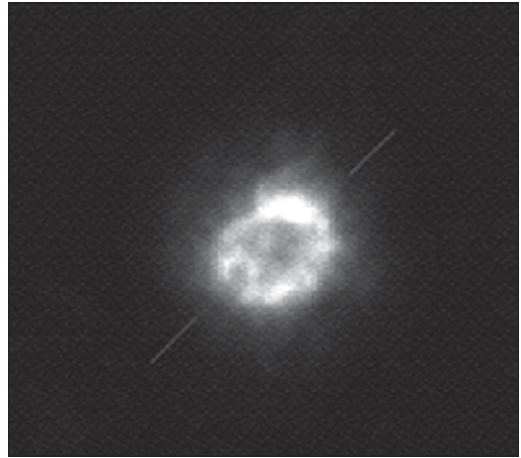
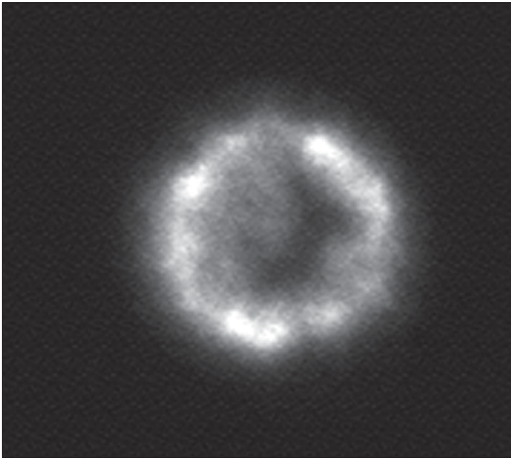
jebkurai no pētītajām galaktikām un tā sakrīt ar *PN* starждаudas funkciju spirāliskajās galaktikās: Andromedas galaktikā (NGC 224 = M 31) un M 81. Tādēļ *PN* redzamo spožumu sadalījuma funkcijas noteikšana jonizētā skābekļa līnijās kādā galaktikā ļauj ar lielu ticamību noteikt attālumu līdz attiecīgajai galaktikai.

Spektrālīniju viļņu garumu nobīdes mērījumi ļauj noteikt planetāro miglāju radiālos ātrumus, tas ir, miglāju tuvošanās vai attālināšanās ātrumus, un no pēdējiem var izdarīt secinājumus par masas sadalījumu pētāmajā galaktikā un galaktikas dinamiku. Šādā veidā M. Arnaboldi ar kolēģiem 1998. gadā novērtēja, ka galaktikā NGC 1316 pilnā masa līdz 16 kpc attālumā no centra ir  $2,9 \cdot 10^{11}$  Saules masas.

Habla kosmiskais teleskops ļāva telpiski izšķirt ārpusgalaktisko *PN* attēlus. Pirmie to izdarīja J. Bleidss (*J. Blades*) ar līdzstrādniekiem 1992. gadā, kuri 5007 Å spektrālīnijā novēroja divus planetāros miglājus Mazajā Magelāna Mākonī un vienu miglāju – Lielajā Magelāna Mākonī. Pēdējais, kuru apzīmēja WS 35 jeb N 66, jeb LMC-SMP 83, izrādī-



2. att. Asimetrisks un nehomogēns planetārais miglājs N 66 Lielajā Magelāna Mākonī.



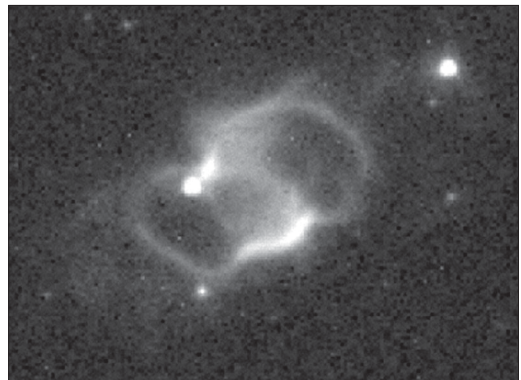
3., 4. att. Gandrīz sfēriski simetriski planetārie miglāji *N 192* un *N 52* Lielajā Magelāna Mākonī.

jās apveltīts ar interesantu struktūru: spoža centrālā zvaigzne un vairāki izteikti asimetriski novietoti spīdoši dobumi. Šā paša miglāja augsti kvalitatīvu attēlu šajā spektrālīnijā ieguva E. Vassiliadis ar kolēģiem 1998. gadā (sk. 2. att.). Bet ne mazums ārpusgalaktisko PN izrādījās gandrīz vai sfēriski simetriski, kā to konstatēja L. Stangelini (*L. Stangbellini*) ar līdzstrādniekiem 1999. gadā (piemēram, sk. 3. un 4. att.). Ļoti savdabīgs izskatās miglājs *SMP 93* Lielajā Magelāna Mākonī (sk. 5. att., ko ieguvuši R. Šovs (*R. Shaw*) ar kolēģiem 2001. gadā).

J. Volšs (*J. Walsb*) ar līdzstrādniekiem 1999. gadā ieguva piecu planetāro miglāju spektrus galaktikā *NGC 5128* (Centaurus A). Izrādījās, ka šajos *PN* ir ievērojami mazāks skābekļa saturs, nekā vidēji mūsu Galaktikas planetārajos miglājos.

V. Maciels ar līdzstrādniekiem (*W. Maciel, R. Costa, T. Idiart*, 2004. g.) veikuši sistematisku 262 planetāro miglāju ķīmiskā sastāva salīdzinošu pētījumu mūsu Galaktikā un Magelāna Mākoņos. Konstatēts, ka hēlija, neona, sēra, argona un skābekļa saturs planetārajos miglājos ir visai līdzīgs šo elementu saturam starpzvaigžņu vides jonizētajos apgabalos (t. s. H II rajonos). Toties slāpekļa

saturs planetārajos miglājos ir ievērojami lielāks, un to var izskaidrot ar kodolreakcijās pārstrādātas zvaigžņu vielas iznešanu asimptotiskā milžu zara zvaigznes virspusē, kad zvaigznes viela sajaucas konvekcijas procesā. Visu minēto smago elementu (t. i., izņemot hēliju) saturs vislielākais ir mūsu Galaktikā, jau mazāks – Lielajā Magelāna Mākonī, un vismazākais – Mazajā Magelāna Mākonī. Salīdzinot vienas un tās pašas galaktikas planetāros miglājus, lielāks skābekļa saturs caurmērā nozīmē arī lielāku neona, sēra un ar-



5. att. Īpatnējas konfigurācijas planetārais miglājs *SMP 93* Lielajā Magelāna Mākonī.


gona saturu (pastāv korelācija), bet mazāku slāpekļa saturu (antikorelācija).

J. Žangs (*Y. Zhang*, Pekinas Universitāte, 2004. g.) pievērsies fizikālo apstākļu izpētei planetārajos miglājos. Miglājā ir divi galvenie fizikālie parametri: elektronu temperatūra  $T_e$  un elektronu koncentrācija  $n_e$ , no kuriem atkarīga praktiski visa pārējā fizika: dažādu ķīmisko elementu jonizācijas pakāpes, spektrālliniju profili utt.  $T_e$  un  $n_e$  konkrētam miglājam nosaka, novērojot spektrāllinijas un salīdzinot novērojumu rezultātus ar teorētiski paredzētajiem. J. Žangs šo procedūru veicis 48 miglājiem, izmantojot neitrālā ūdeņraža (HI) Balmera sērijas linijas. Viņš konstatējis, ka  $n_e$ , kas noteikta pēc HI linijām, ir sistēmātiski lielāka, nekā  $n_e$ , kas noteikta pēc divreiz jonizētā skābekļa (OIII) linijām. Atšķirību viņš skaidro ar to, ka gāze planetārajā miglājā satur sablīvējumus. Temperatūra, kas noteikta pēc OIII linijām, ir augstāka par temperatūru, kas noteikta pēc HI linijām, un to tikai daļēji var izskaidrot ar temperatūras un blīvuma nehomogenitātēm miglāja iekšienē. Dažādiem miglājiem iegūti novērtējumi, atbilstoši kuriem blīvuma sabiezējumi aizņem aptuveni  $10^{-4}$ – $10^{-5}$  no kopējā miglāja tilpuma.

Dž. Feldmeiers (*J. Feldmeier*) ar līdzstrādniekiem (2004. g.) aplūko starpgalaktiskos starp galaktiku kopām atrodošos (starpkopu) planetāros miglājus – tos, kuri nepieder nevienai galaktikai. Zināmo šāda veida objektu skaits sniedzas simtos. Autori uzsver, ka starpkopu *PN*veidojušies no starpkopu zvaigznēm, kas ir praktiski nepētīta starpkopu matērijas forma, atšķirīga no rentgenstarus izstarojošās karstās gāzes. Starpkopu un starpgalaktiskās zvaigznes glabā informāciju par apkārtējo galaktiku dinamisko vēsturi – par tādiem notikumiem kā zvaigžņu izviesšana

pausuma spēku iedarbības dēļ, divām vai vairākām galaktikām savstarpēji tuvojoties, kā arī par Tumšo matēriju. No Zemes novērotāja viedokļa, vairākums starpgalaktisko zvaigžņu pieder Tumšajai matērijai, jo nav novērojamas; starpgalaktisko un starpkopu *PN*pētījumi principā ļauj izdarīt secinājumus par šīs īpašās zvaigžņu populācijas blīvumu, telpisko sadalījumu, masas sadalījuma funkciju utt. Var uzskatīt par pierādītu, ka zvaigznes veidojas arī starpgalaktiskajā telpā.

Planetārie miglāji rodas no t. s. asimptotiskā milžu zara zvaigznēm. Detalizēta šā procesa teorija pagaidām nav izstrādāta. L. Vilsons (*L. Willson*, 2004. g.) norāda, ka līdz šim izstrādātie modeļi, kuros aplūkota starojuma pārnese un putekļu veidošanās zvaigznes apvalkā, vēl joprojām ir pārāk vienkāršoti un nepietiekami atspoguļo būtiskos fizikālos procesus; starp citu, netiek adekvāti aplūkota nestacionāra starojuma pārnese termodinamiski nelīdzsvarotā sistēmā. Tādēļ nav iespējams ne paredzēt planetārā miglāja kodola masu, ja zināma zvaigznes sākotnējā masa, ne arī teorētiski paredzēt masas zuduma intensitāti. Empīriski noskaidrots, ka masas zuduma temps palielinās, pieaugot zvaigznes starjaukai (lielāks starojuma spiediens) un smago elementu daudzumam ārējos slāņos (intensīvāk veidojas putekļi, kas starojuma spiediena ietekmē “aizvelk” sev līdzī gāzi). Nav arī skaidrs, kā veidojas planetāro miglāju asimetrija; radītājzvaigznes rotācija ap asi tiek izmantota dažādās darba hipotēzēs, bet pabeigtas teorijas nav.

Kā vienmēr, kaut ko noskaidrojot, rodas jauni jautājumi un pētījumu objekti. Astronomiem būs jāturpina atklāt jauni ārpusgalaktiskie planetārie miglāji, nosakot to ķīmisko sastāvu utt. Izziņas ceļš ir bezgalīgs. 



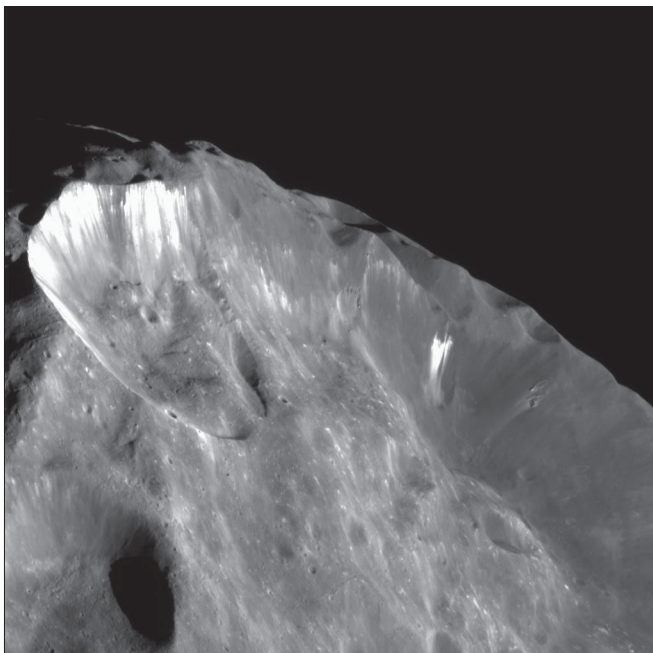
# KOSMOSA PĒTNIECĪBA UN APGŪŠANA

JĀNIS JAUNBERGS

## “CASSINI” IERODAS SATURNA SISTĒMĀ

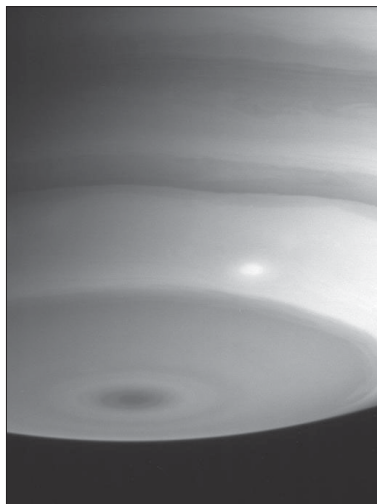
Astronautikas inženieru un planetologu darbs pie “Cassini” misijas sākās pirms vairāk nekā 20 gadiem, drīz pēc “Voyager” startiem no Zemes. Daudziem lieliskiem speciālistiem “Cassini” nozīmē ievērojamu daļu no viņu darba mūža. Viņu centienu auglis ir zonde, kuru nevar vienkārši aprakstīt kā 2,5 tonnas smagu alumīnija konstrukciju ar 4 metru antenu un 3 tonnām degvielas dziļā kosmosa manevriem.

Īstenībā “Cassini” ir cilvēces zinātkāres aģents, Zemes sūtnis Saturna sistēmā, kura radišanā ieguldītie 13 tūkstoši cilvēka gadu un 3,4 miljardi dolāru ir apmēram puse no Heopsa piramidai patērētajiem resursiem. Tas lieci-



“Cassini” pirmā satikšanās ar Saturna sistēmas objektu notika 2004. gada 11. jūnijā. Fēbs ir neliels, 220 km diametra ledus objekts, ko klāj tumšāki putekļi. Milzu krātera vaļņa nobrukums atsedz relatīvi gaišāku ledus pamatiezi. Ūdens ledus ir Saturna pavadoņu uzbūves pamatmateriāls, tektonisks analogs Zemes grupas planētu bazaltiem.

*Visi – NASA/JPL attēli*



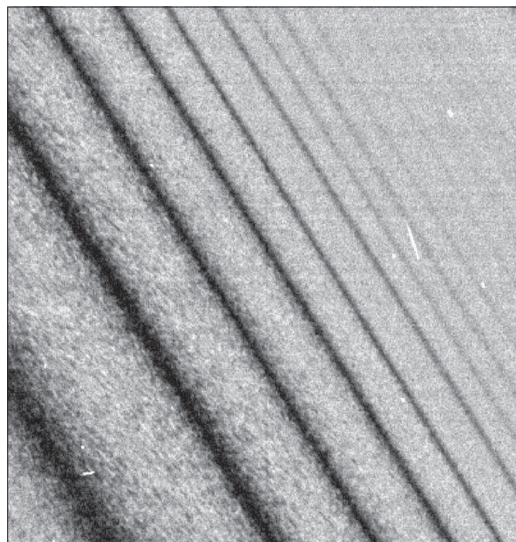
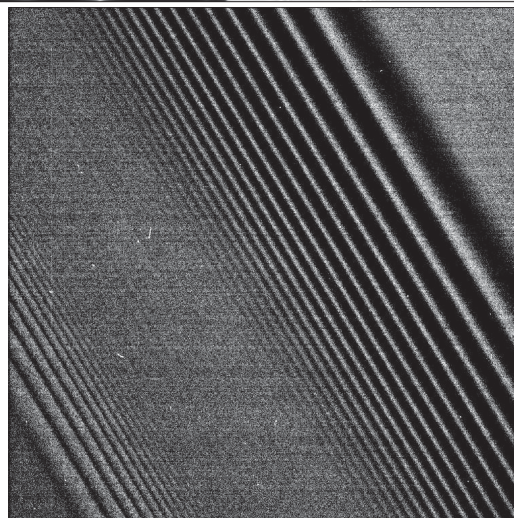
← “Cassini” speciāli konstruētā infrasarkanā kamera var novērot Saturna atmosfēru spektra joslā, kur metāns spēcīgi absorbē no mākoņiem atstaroto Saules gaismu. Tā kā metānu saturošā Saturna atmosfēra šajos infrasarkanajos viļņu garumos ir tumša, redzam mākoņu augstumu atmosfērā: tumšajos apgabalos mākoņi ir dziļāk atmosfērā nekā gaišajos apgabalos.



Saturna gredzeni ir milzīga, dabiska matemātikas laboratorija. “Cassini” uzņemtais Saturna gredzenu Enkes spraugas attēls teicami parāda teorētiski paredzētos spirāliskos blīvuma viļņus, ko izraisa gredzenu daļiņu gravitācijas mijiedarbība ar Saturna pavadoņiem (*sk. arī vāku 1. lpp.*).

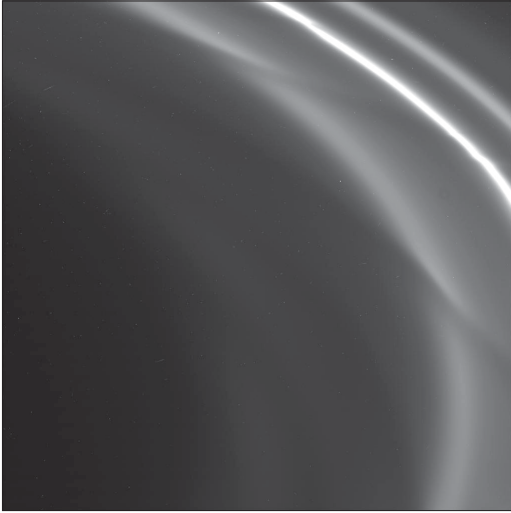
na kaut ko ļoti pozitīvu un cerīgu par Rietumu civilizācijas grību saprast apkārtējo pasauli.

Pēdējos desmit gadus planetoģijas profesionāļu un līdzjutēju vidū valdīja pārliecība, ka “Galileo” un “Cassini” noslēdz grandiozo Saules sistēmas izpētes misiju “zelta laikmetu”. Deviņdesmito gadu projekti kļuva mazāki, lētāki un dažā ziņā produktīvāki. Tomēr tālu no Saules, salīdzinājumā ar Jupitera kuģa izmēriem ir nozīme. Masīvā zondē atliek vairāk vietas vienkāršiem, robustiem borta datoriem, kuri ir labāk pasargāti pret kosmisko radiāciju un temperatūras svārstībām. Lielas zondes daudzo instrumentu elektronikas iz-

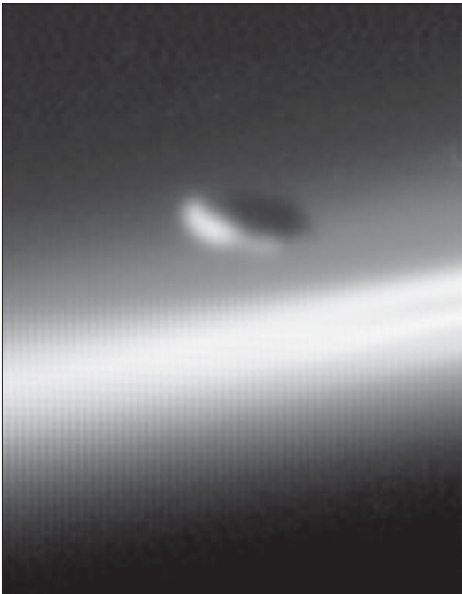


Saturna gredzenu blīvuma un deformācijas viļņi ar 50 metru izšķirtspēju uz pikseli. Katra sprauga atbilst gredzenu daļiņu orbitas perioda veselu skaitļu attiecībai pret kāda liela Saturna pavadoņa, piemēram, Mimasas vai Janusa apriņķošanas periodu.

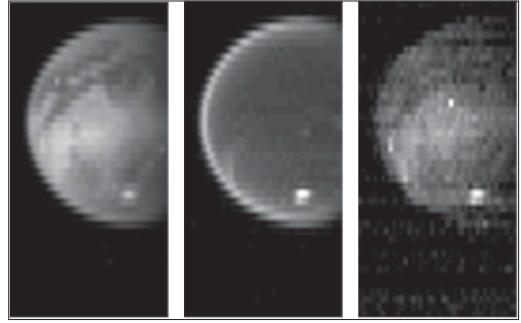
← Gredzenu blīvuma viļņi, skatoties pret Sauli.



Saturna F gredzena blīvuma viļņi rada vizuālu “savijuma” efektu šajā “Cassini” iegūtajā attēlā.



Prometejs ir viens no Saturna gredzenu “ganu mēnešiem”, kas ar savu gravitāciju savāc noklīdušās daļiņas un koncentrē tās atpakaļ gredzenā.



Saturna lielākā, ar biezu atmosfēru apveltītā pavadoņa Titāna fotogrāfijas var uzņemt tikai noteiktās infrasarkanajās spektra joslās, kur atmosfēra ir relatīvi dzidra. Šie “Cassini” iegūtie Titāna virsmas attēli beidzot atrisina pamatjautājumu par Titāna dabu – attēli parāda, ka uz Titāna nav metāna okeāna, toties Dienvidpola rajonā fiksēti metāna miglas mākoņi (*gaišais apgabals*).

dalītais siltums ļauj ietaupīt enerģiju apsildei, un to kopīgais svars nodrošina stabilu novērojumu platformu.

Atgriešanās pie konservatīvāka domāšanas veida atstāj iespaidu uz NASA zinātnisko misiju projektēšanu. Kopš 1999. gada Marsa misiju un 2002. gada “*Contour*” komētu zondes zaudējuma, nemaz nerunājot par “*Columbia*” bojāeju, centieni sasniegt maksimālu kvalitāti dominē pār vēlmi pēc lētuma vai ātruma. Apvienojot konkursa kārtībā izraudzīto “*Discovery*” misiju izdomu un divreiz nopietnāku finansējumu, ir izveidota “*New Frontiers*” programma. Pirmie “*New Frontiers*” projekti drīz sekos “*Cassini*” pēdās ārējā Saules sistēmā, to mērķi būs Plutons un Jupitera sistēma. Taču nākamajos četrus gadus uzmanības centrā paliks Saturns, un jau tagad, pusgadu pēc “*Cassini*” ielidošanas Saturna orbitā, varam “nogaršot” to intelektuālo “mielastu”, ko mums sagādājis līdz šim nopietnākā automātiskā Saules sistēmas zonde un tās pašai izveidotā, prasīgā vadības komanda uz Zemes.

**Saite:**

<http://saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm> – NASA “*Cassini*” misijas lapa. 🐦

## KOSMISKIE TRANSPORTLĪDZEKĻI XXI GADSIMTA SĀKUMĀ. NEATKARĪGO VALSTU SAVIENĪBA

Pēc Padomju Savienības sabrukuma Krievija krasi samazināja kosmonautikas finansējumu. Lai arī daudzi projekti tika pārtraukti, tomēr izdevās saglabāt pilotējamos lidojumus un piedalīties Starptautiskās kosmiskās stacijas būvē. Tā kā daudziem kosmiskās jomas uzņēmumiem, kas agrāk darbojās kā slepeni militārrūpnieciskā kompleksa uzņēmumi, valsts pasūtījumi bija minimāli, tie centās izdzīvot, piesaistot komercpasūtījumus. Daļa uzņēmumu ir pārkārtojuši ražošanu un attīstās, ražojot modernus kosmiskos izstrādājumus (piemēram, “NPO PM Rešetņova”, kas izlaiž lielu daļu Krievijas pavadoņu), bet citi tā arī nikuļo, gaidot palīdzību no valsts.

2004. gadā Krievijas Aviokosmiskā aģentūra tika reorganizēta par Federālo kosmisko aģentūru (FKA). Par tās vadītāju kļuva no Kosmiskā karaspēka atnākušais Anatolijs Perminovs, kurš nomainīja Juriju Koptevu. Tādā veidā aviācija tiek nodalīta no kosmonautikas. Aģentūras finansējums pēdējā gadā ir palielināts, līdz ar to FKA var plašāk atbalstīt ne tikai pilotējamo kosmonautiku, bet arī citus virzienus: sakaru segmenta atjaunināšanu, zinātniskos pētījumus, meteopavadoņus (pašlaik Krievijā nav neviena darbspēji-

ga zinātniskā vai meteopavadoņa), Zemes novērošanas pavadoņus. Tas sola papildu nesējraķešu iepirkumus. FKA cieši sadarbojas ar Eiropas Kosmisko aģentūru (ESA), un 2004. gada pavasarī bija runas par FKA apvienošanos ar ESA, lai gan konkrētas atbildes no ESA šajā jautājumā nav saņemtas.

Pašreiz Krievijā dominē komerciālie raķešu starti, lai gan ir vēl gadījumi, kad raķetes no Aizsardzības ministrijas bez maksas tiek nodotas FKA rīcībā. Visticamāk, ka tad, kad Aizsardzības ministrijas krājumi būs izsmelti, visi nesēji tiks pirkti par naudu.

Kosmisko aparātu palaišanas jomā darbojas tās pašas nesējraķetes (*sk. 1. att.*), kuras kalpojušas jau 40 un vairāk gadu. Vēl joprojām pilotējamo kuģu “Sojuz-TMA” apkalpes un transportkuģus kosmosā nogādā nesējraķetes “Sojuz” (pašlaik – modifikācija “Sojuz-FG”), kas evolucionējusi no pirmās padomju



1. att. Mūsdienās izmantojamās krievu un ukraiņu nesējraķetes.

1. tabula. Nesēja raķešu saimes “Sojuz” celtspēja (t)

| Modifikācija   | Augšējā pakāpe           | LEO (Pļesecka) | LEO (Baikonura) | SSO | GTO (Baikonura) | GTO (ekvatora tuvumā) |
|----------------|--------------------------|----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------------|
| “Sojuz-U”      | -                        | 6,7            | 7,1             |     |                 |                       |
| “Molnija-M”    | “Blok-ML” vai “Blok-2BL” |                |                 | 2,5 |                 |                       |
| “Sojuz-Ikar”   | “Ikar”                   |                |                 | 3,0 |                 |                       |
| “Sojuz-Fregat” | “Fregat”                 |                |                 | 4,8 | 1,4             |                       |
| “Sojuz-FG”     | -                        |                | 7,2             |     |                 |                       |
| “Sojuz 2-1A”*  | -                        | 6,8            | 7,2             |     |                 |                       |
| “Sojuz 2-1B”*  | -                        | 7,9            | 8,2             |     |                 |                       |
| “Sojuz/STK”*   | “Fregat”                 |                |                 |     |                 | 2,4                   |
| “Aurora”*      |                          | 9,2            | 9,8             | 9,2 |                 | 4,35                  |

LEO – zemā orbīta

SSO – solārsinhronā orbīta

GTO – ģeostacionārā orbīta

\* Perspektīvais nesējs

starpkontinentālās ballistikās raķetes (SBR) “R-7” (sk. 1. tabulu). “Sojuz” ražo Samāras uzņēmums “CSKB Progress”, kā degviela tiek izmantota petroleja, un šīs raķetes ir visvairāk izmantotās pasaulē. Komerclidojumiem 1996. gadā tika dibināta Krievijas–Francijas kompānija “Starsem”, kas “Sojuz-Ikar” izmantoja mobilo sakaru pavadoņu “Globalstar” palaišanai. ESA vajadzībām ar “Starsem” atbalstu tika izveidota augšējā pakāpe – raķesbloks “Fregat” (izgatavotājs – “NPO Lavočkina”), kam par pamatu kalpoja padomju starppla-

netu misijām izstrādātais dzinējbloks. “Fregat” dzinēji ir darbināmi līdz 20 reizēm, tādējādi derīgo kravu var nogādāt plaša diapazona Zemes orbītās vai trajektorijā uz citām planētām. “Sojuz-Fregat” tika izmantots zinātnisko pavadoņu “Cluster-2”, kā arī “Mars Express” (sk. 2. att.) palaišanai. 2000. gadā “Starsem” ar “SkyBridge” noslēdza kontraktu par 32 pavadoņu palaišanu, tāpēc bija plāni modernizēt “Sojuz-U” (ar nosaukumu “Sojuz/ST”), kuram tiktu izveidots palielināta diametra raķetes priekšgala plūsmvirzīs, kas tiktu apgādāts ar modernu avioniku, kā arī veikta dzinēju modernizācija. Jāpiebilst, ka šāds “Sojuz” modernizācijas projekts (“Molnija-M” aizstājējs, ar nosaukumu “Rusj”) radās jau pirms 10 gadiem, bet toreiz neatradās finan-

sējums. Vēlāk sakarā ar problēmām mobilo sakaru pavadoņu jomā šis kontrakts tika lauzts, tomēr iestrādes tiks izmantotas citā projektā –

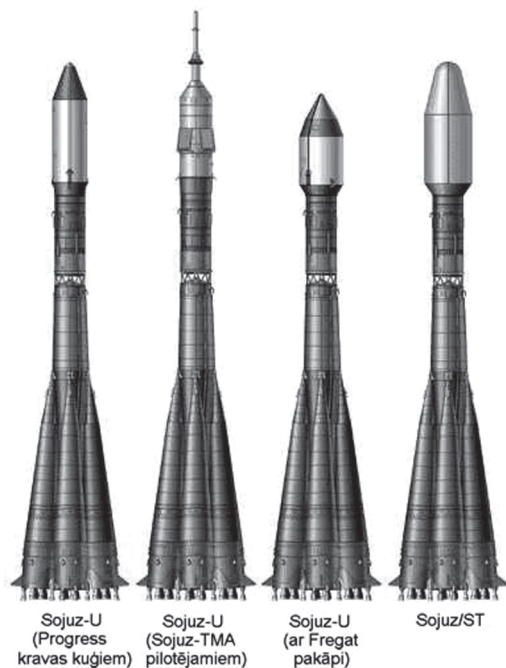
2. att. “Sojuz-Fregat” ar “Mars Express” tiek nogādāts uz starta laukumu 2003. gada 28. maijā.

ESA/“Starsem” attēls





“Sojuz-2”. Ar ESA ir panākta vienošanās par nesējraķešu “Sojuz” palaišanu no Kuru kosmodroma, kas atrodas tuvu ekvatoram un tādēļ ir izdevīga vieta pavadoņu nogādāšanai ģeostacionārajā orbitā. Tas ļautu palaist divreiz smagākus pavadoņus nekā no Baikonuras. Pēc “Ariane-4” aizlaišanas “pensija” Eiropa ir palikusi bez vidējās klases nesējiem, kā arī krievu raķetes vēl joprojām ir salīdzinoši lētākas par Rietumu izstrādājumiem. Ir jau sākti darbi pie starta laukuma celtniecības, un 2006. gadā no turienes vajadzētu startēt pirmajam “Sojuz”. Speciāli tam tiek izstrādāta jauna modifikācija – “Sojuz-2” (cits nosaukums – “Sojuz-STK”). Pirmais starta paredzēts 2004. gada rudenī no Pļeseckas, kad tiks izmēģināta versija “Sojuz-2-1A”, tā būs apgādāta ar digitālām vadības sistēmām un modernizētiem pirmās un otrās pakāpes dzinējiem, kas jau tikuši izmēģināti versijā “Sojuz-FG”. Tiks arī vienkāršota raķetes sagatavoša-



3. att. Nesējraķetes “Sojuz” modifikācijas.  
“CSKB-Progress” attēls

na startam. Nākamajā posmā 2006. gadā tiks izmēģināts “Sojuz 2-1B” ar modernizētu trešo pakāpi (šīs pakāpes principiāli jauna dzinēja izstrādes aizkavēšanās dēļ “Sojuz-2” projekts tika sadalīts divos posmos). Cits “Sojuz” nesējraķešu saimes projekts “Aurora” tā arī palika nerealizēts. Bija paredzēts Austrālijai piederošajā Ziemeļrietumu salā Indijas okeānā izbūvēt kosmodromu, bet “zaļie” bija satraukušies par ietekmi uz salas unikālo dabu, kā arī nespēja vienoties par finansēšanas avotiem. Uz “Aurora” iestrādātnēm ir plānota vēl jaudīgāka raķete “Omega”, kuras trešajā pakāpē tiktu izmantots ūdeņradis-skābeklis. Šāds nesējs krāpniecības ziņā varētu aizvietot “Zenit”, un tādā veidā samazinātos atkarība no Ukrainas. Arī “Omegas” projektam pagaidām nav atbalsta, taču ir mēģinājumi to virzīt sakarā ar jaunā pilotējama kosmosa kuģa “Kliper” izstrādi. “Sojuz” nesēju saime pēdējos desmit gados ir piedzīvojusi trīs avārijas – divas 1996. gadā un vienu 2002. gadā Pļeseckā, kad “Sojuz-U” (ar ESA finansēto zinātnisko pavadoņi “Foton-M”) tūlīt pēc pacelšanās vienā no sānbloka dzinējiem samazinājās vilkme un tas izslēdzās. Raķete ar pilnām degvielas tvertnēm nokrita tuvējā mežā un eksplodēja. Radītais triecienvilnis izsita vairāku kilometru attālumā esošo ēku logus, ievainojot vairākus apsardzes kareivjus, un viens no viņiem pēc gūtajām traumām mira. Avārijas izpētes komisija secināja, ka dzinējā bija iekļuvis svešķermenis, tomēr nespēja noskaidrot, kā tas tur radies.

Otra visvairāk izmantotā nesējraķete ir smagsvara “Proton” (sk. 2. tabulu), ko izgatavo uzņēmums “GKNPC Hruņičeva”. Lai savu raķeti piedāvātu starptautiskajā tirgū, 1995. gadā kopā ar “Lockheed Martin” tika izveidots kopuzņēmums “International Launch Services” (ILS). Tas jau no paša sākuma nedarbojās ar dempinga politiku un noteica viena starta cenu 65–80 milj. dolāru (tirgus situācija kopš tā laika ir mainījusies, un cenas ir kritušas; precīzi neviens nesaka – tas esot komercnoslēpums, bet eksperti leš, ka



“Proton” cena pašlaik varētu būt 25–40 milj. dolāru). Pēdējo 10 gadu laikā “Proton-K” bijušas sešas avārijas, un bija pat brīdis, kad Kazahstāna aizliedza “Proton” startus, jo tie izmanto ļoti toksisku degvielu nesimetrisko dimetilhidrazīnu ar oksidētāju slāpekļa tetraoksīdu, kas piesārņo augsni, raķetei nokrītot. Krievija panāca vienošanos, ka tā maksās par Baikonuras kosmodroma izmantošanu 115 miljonu dolāru gadā. Pēdējā neveiksme notika 2002. gadā, kad raķešbloka “Blok-DM” (to izgatavo korporācija “Enerģija”) dzinēja uzsprāgšanas dēļ pavadoņi “Astra-1K” palika zemā orbitā, un pēc dažām nedēļām tas tika novadīts no orbitas un sadega atmosfērā. Pēc šīs avārijas atklāts bija jautājums par ILS turpmāko nākotni. Hruņičeva uzņēmumam tomēr izdevās saglabāt klientus, nedrošo “Blok-DM” vietā piedāvājot savas izstrādes pakāpi “Briz-M” (modificēta raķetei

“Rokot” paredzētā pakāpe “Briz-K”), ko palaistu ar jauno versiju “Proton-M” (sk. att. 51. lpp.). Šim nesējam ir jauns raķetes priekšgala aizsargapvalks, palielināta dzinēju “RD-253” jauda, tas ir apgādāts ar jaunu datorizētu vadības sistēmu, kas ļauj efektīvāk izlietot degvielu un derīgo krāvu ievadīt dažādu slipu-

mu orbitās, kā arī precīzāk novadīt noteiktos rajonos izlietotās pakāpes, pirms tam iztukšojot degvielas tvertnes, lai nepiesārņotu augsni. Pēc pirmā starta 2001. gada 7. aprīlī ar sakaru pavadoņi “Ekran-M” bija paredzēts veikt vēl divus izmēģinājuma lidojumus, bet valsts struktūrām nebija naudas, lai iepirktu dārgākos “Proton-M”, tomēr atradās klients “Telesat Canada”, kam bija steidzami jāpalaist savs pavadoņi “Nimiq-2” (sakarā ar “Atlas-5” startu aizkavēšanos), un tad jau ar otro reizi sākās “Proton-M/Briz-M” komerciāla izmantošana.

Ir plāni, kā palielināt “Proton” celtspēju (izveidojot kriogēno augšējo pakāpi vai pievienojot cietās degvielas starta paātrinātājus), bet tie droši vien netiks realizēti, jo Hruņičeva uzņēmums strādā pie pilnīgi jauna projekta “Angara”. Tam pamatā būs unificēti pirmās pakāpes elementi, no kuriem varēs sakomplektēt vieglās (1 elements), vidējās (3 elementi) vai smagās klases (5 elementi) nesējus. Dzinējs pirmajai pakāpei būs ar petroleju darbināms vienkameras “RD-191” (modificēts no “Zenit” izmantojamā “RD-170” un “Atlas”, “RD-180”). Tā kā Krievija nolēmusi pārcelt visus militāros startus no Kazahstānas uz Pļesecku, tad militāristus interesē galvenokārt “Angara” smagā versija, ar kuru varētu nogādāt kravas ģeostacionārajā orbitā (kas gan ir ļoti neracionāli – Polārā loka tuvumā palaist ģeostacionāros pavadoņus, bet šeit ir citi – politiski militāri – aspekti). Darbi pie šā projekta rit lēni, un neviens nevar



4. att.  
“Proton”  
saimes nesēj-  
raķetes.  
ILS attēls

2. tabula. Nesējraķešu “Proton” celtspēja (t)

| Modifikācija | Augšējā pakāpe | LEO  | GTO  | GSO  |
|--------------|----------------|------|------|------|
| “Proton-K”   | -              | 20,9 |      |      |
| “Proton-K”   | “Blok-DM”*     |      | 4,35 | 1,5  |
| “Proton-K”   | “Blok-DM”**    |      | 5,25 | 1,88 |
| “Proton-M”   | -              | 22,5 |      |      |
| “Proton-M”   | “Briz-M”       |      | 6,00 | 3,2  |

GSO – pavadoņa masa pēc ieiešanas ģeostacionārajā orbitā

\* Standarta režīmā pēc divu impulsu shēmas

\*\* Trīs impulsu režīmā

skaidri pateikt, kad būs pirmais starts. Pļeseckā ir iesākta starta laukuma būve, bet ne turpinās, jo pietrūkst finansējuma. Kazahstāna piedāvā finansēt Baikonurā šai raķetei starta kompleksa “*Baiterek*” izbūvi, jo saprot, ka pēc “*Proton*” ekspluatācijas beigām tā zaudēs nomas maksas no Krievijas, kā arī “*Angara*” ir ekoloģiski daudz tirāka. Iespējams, ka Baikonurā, nevis Pļeseckā ātrāk tiks sagatavota starta vieta jaunajai raķetei un tā starptautiskajā tirgū varbūt ieies ar nosaukumu “*Baiterek*”. Sākotnēji 1990. gadu vidū nesēja raķete “*Angara*” bija paredzēta visu nesēju aizvietošanai pēc Krievijas aiziešanas no Baikonuras, tādējādi kļūstot neatkarīgiem no Kazahstānas. Tai tika arī izraudzīta starta vieta – kosmodroms “*Svobodnij*” (bijusī SBR bāze) Krievijas Tālajos Austrumos netālu no Ķīnas robežas, kas aptuveni atrodas tajos pašos platumā grādos, kur Baikonura. No Amūras apgabalā plūstošās upes arī nācis raķetes nosaukums – “*Angara*”. Izrādījās, ka “*Angara*” starta laukuma komponentu un raķešu transportēšana pa dzelzceļu uz tālo Svobodniju būs daudz dārgāka nekā Pļeseckā, tāpēc izvēlējās ziemeļu kosmodromu.

Nesēja raķetes “*Zenit*” (sk. 3. tabulu), kas tiek izgatavota Ukrainas uzņēmumos “*Južnoje*” un “*Južmasš*”, divpakāpju versija lido reti, un pēdējo 10 gadu laikā bijušas divas avārijas, viena no tām 1998. gadā, kad tika zaudēti 12 “*Globalstar*” pavadoņi. Trispakāpju raķetes “*Zenit-3SL*” palaišanai no peldošās platformas 1995. gadā tika radīts ASV–Krievijas–Norvēģijas–Ukrainas kopuzņēmums “*Sea Launch*”. Uz naftas platformas bāzes tika izbūvēts starta laukums “*Odyssey*”, un starti notiek Klusajā okeānā tieši uz ekvatora. Kopš 1999. gada, kad pirmoreiz startēja “*Zenit-3SL*”, ir notikuši 14 starti, starp tiem bijusi viena avārija – programmatūras kļūdas dēļ. Daļēja neveiksme bija arī 2004. gada 29. jūnijā (sk. att. 51. lpp.), kad augšējās pakāpes “*Blok DM-SL*” kļūmes dēļ pavadoņi “*Telstar-18/ Apstar-5*” neiegāja paredzētajā orbitā. Izmanojot paša pavadoņa dzinēju, “*Telstar-18*” to-

3. tabula. Nesēja raķešu “*Zenit*” celtspēja (t)

| Modifikācija              | LEO  | GTO   |
|---------------------------|------|-------|
| “ <i>Zenit-2</i> ”        | 13,5 |       |
| “ <i>Zenit-3SL</i> ”      |      | 6,25* |
| “ <i>Zenit-3SLB</i> ”**** |      | 3,6** |
| “ <i>Zenit-2SLB</i> ”**** | 14,0 |       |

\* Starts no ekvatora

\*\* Starts no Baikonuras

\*\*\* Perspektīvais nesējs

mēr sasniedza ģeostacionāro orbitu. Kad “*Boeing*” gatavojās “*Delta-4*” debijai, apzināti tika bremsēts “*Sea Launch*” projekts, lai tas neradītu konkurenci savam jaunajam nesējam. Tomēr pēc “*Delta-4*” atsaukšanas no komercirtīgus “*Zenit-3SL*” varēja netraucēti attīstīties. Tā kā “*Sea Launch*” ir arī mazākas masas sakaru pavadoņu un pavadoņu pacelšanai zemākās orbitās pasūtījumi, kā arī to, ka tomēr raķešu sastāvdaļu un degvielas transportēšana pāri diviem okeāniem ir diezgan dārga, tiek virzīts projekts “*Land Launch*”, rekonstrējot “*Zenit*” starta kompleksu Baikonurā. Projektu finansē Krievijas komercstruktūras, ar mārketingu nodarbošies “*Sea Launch*” (tālajās ārzemēs) un “*Space International Services*” (NVS valstīs). Tiks izmantota modernizētas “*Zenit-3SL*” trīs un divu pakāpju versija. Pirmais starts paredzēts 2005. gada beigās.

Vieglo nesēju jomā (sk. 4. tabulu) Krievijā tiek izmantotas gan gadu gadiem lietotās “*Kosmos*” un “*Ciklon*” (kuras vairs neražo), gan pārbūvētās SBR. Pagājušā gadsimta beigās radās pieprasījums pēc zemās orbitās lidojošu sakaru pavadoņu palaišanas, tāpēc radās dažādi vieglo nesēju projekti. Krievijā notika smago SBR noņemšana no bruņojuma, jo to pieprasa ASV–Krievijas bruņojuma kontroles līgums. Tās ir jāiznīcina līdz 2007. gadam, tomēr atradās racionālāks veids, kā raķetes likvidēt – izmantot kā nesēja raķetes pavadoņu nogādāšanai orbitā. SBR parasti bez pārbūves nevar ievadīt orbitā derīgo kravu, jo tās ir paredzētas citiem mērķiem. Tāpēc ir jāpārbūvē raķetes priekšgals, bieži tās tiek ap-

4. tabula. Uz starpkontinentālo ballistisko raķešu bāzes izgatavotie viegļie nesēji.

| Nesējs    | Bāzes SBR      | Pakāpju skaits | Augšējā pakāpe | Celtspēja (kg) |      | Pirmais orbit. starts | Izgatavotājs     | Marketinga starptautiskajā tirgū |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|------------------|----------------------------------|
|           |                |                |                | LEO            | GTO  |                       |                  |                                  |
| Kosmos-3M | R-14           | 2              |                | 1500           |      | 15.05.1967            | Polot            | Cosmos International             |
| Ciklon-2  | R-36           | 2              |                | 2900           |      | 06.08.1969            | Južnoje          |                                  |
| Ciklon-3  | R-36           | 3              | S5M            | 3600           |      | 24.06.1977            | Južnoje          |                                  |
| Ciklon-4  | R-36           | 3              | ?              | 5800           | 1800 | -                     | Južnoje          | Alkantara Ciklon Space           |
| Dņepr-1   | R-36M2         | 3              | PBV            | 3700           | 600  | 21.04.1999            | Južnoje          | Kosmotras                        |
| Rokot-K   | UR-100NU       | 3              | Briz-K         | 1800           |      | 26.12.1994            | Hruņičev         | Eurokot Launch Services          |
| Rokot-KM  | UR-100NU       | 3              | Briz-KM        | 1900           |      | 16.05.2000            | Hruņičev         | Eurokot Launch Services          |
| Strela    | UR-100NU       | 2              |                | 1600           |      | 05.12.2003            | Mašinstrojeņija  |                                  |
| Start-1   | RT-2PM (Topol) | 4              |                | 600            |      | 25.03.1993            | Voktinskij zavod | Puskovije uslugi                 |
| Start     | RT-2PM (Topol) | 5              |                | 1000           |      | 28.03.1995*           | Voktinskij zavod | Puskovije uslugi                 |
| Štiļ-1    | R-29RM         | 2              |                | 510            |      | 07.07.1998            | Makejev          |                                  |
| Volna     | R-29R          | 2              |                | ~100           |      | -                     | Makejev          |                                  |

\* Avārija.

gādātas ar papildu augšējo pakāpi, modernizētu vadības sistēmu. Piemēram, “Dņepr” ir minimāli pārbūvēta SBR “R-36M2” (pati jau digākā SBR pasaulē – amerikāņu bieds, jo tā varēja nest 10 kaujas galviņas, kas spētu caursist jebkuru pretgaisa aizsardzības sistēmu, ja tāda tiktu izversta), tāpēc derīgās kravas izvietojšanā ir savas īpatnības. Trešā pakāpe darbojas pēc vilkšanas shēmas, kas ir piemērota kaujas galviņu, bet ne pavadoņu izvēršanai. Pavadonis tādēļ ir jāievieto speciālā konteinerā, kas aizsargātu no dzinēju izplūdes gāzēm.

Uz cietās degvielas SBR “Topol” tika izveidota četru pakāpju nesēja raķete “Start-1”. Ir arī piecpakāpju raķete “Start”, kurā divas “Topol” otrās pakāpes kalpo kā 3. un 4. pakāpe. “Start”, salīdzinot ar “Start-1”, ir lielāka celtségja, bet vienīgais starts 1995. gadā bija neveiksmīgs. “Start” palaišanai tika iekārtots kosmodroms “Svobodnij”.

Hruņičeva uzņēmums par saviem līdzekļiem izstrādāja “Briz-KM” modifikāciju izmantošanai “Rokot” raķetē. “Rokot” pirmās divas pakāpes tiek izmantotas no SBR “UR-100NU”. Vēl viena “UR-100NU” versija bez augšējās pakāpes ar minimālām izmaiņām par valdības līdzekļiem tiek pārbūvēta “NPO Mašinstrojeņija”, kas ieguva nosaukumu “Strela”. Lai gan abi projekti sākās aptuveni vienlaikus, tikai 2003. gadā “Strela” veica pirmo lidojumu Baikonurā. Sākotnēji “Strela” bija paredzēts palaist no Svobodnijas, bet toksiskuma dēļ nesējs nav izgājis ekoloģisko ekspertīzi, un, kamēr netiks paveikti darbi tā drošības uzlabošanai, netiek atļauti starti no Amūras apgabala.

Ir arī vairāki projekti no zemūdenēm palaižamo SBR pielāgošanai derīgo kravu nogādei orbitā, kā arī suborbitāliem lidojumiem: “Štiļ”, “Volna”, “Visota” un “Zibj”. Nekādas lielās pārbūves raķetēm gan netiek veiktas – kaujas galviņas vietā ievieto derīgo kravu. Pamattērķis šiem startiem ir militārās raķetes visu sistēmu pārbaude reālā lidojumā, kas katra tipa raķetei ir jāveic pēc noteikta glabāšanas laika. Šo pārbaudes lidojumu laikā tad

arī tiek paņemta kāda krava, lai nelaistu raķeti "pa tukšo". Visi starti notikuši no Barenca jūras, zemūdenei iegremdējoties vairākus metrus zem ūdens līmeņa, kā tas ir paredzēts kaujas režīmā. "Štīl!" bijis viens veiksmīgs starts. "Volna" līdz šim veikusi trīs suborbitālus lidojumus, no kuriem divi ir apšaubāmi: 2001. gadā pēc starta eksperimentālais aparāts "Kosmos-1" ar saules buru neatdalījās no augšējās pakāpes. 2002. gadā eksperimentālais nolaižamais aparāts "IRD-2" netika atrasts Kuras raķešu poligonā Kamčatkas pussalā, kur tam bija jānolaižas, tāpēc nevar zināt, vai neveiksmē vainojams pats aparāts vai raķete, jo ne viens, ne otrs nebija apgādāts ar telemetrijas pārraides iekārtām. 2004. gada beigās paredzēts "Volna" starts ar "Kosmos-1" ievadīšanu orbitā.

Nesēji "Kosmos-3M" tiek palaisti no Pļeseckas un no raķešu poligona "Kapustin Jar", netālu no Kaspijas jūras. Šo raķešu ražošana Omskas uzņēmumā "Poļot" ir pārtraukta jau 1994. gadā, un tiek izmantotas iekrājušās rezerves. Tomēr šīs rezerves izsīkst, un tiek apsvērta iespēja atjaunot "Kosmos-3M" ražošanu, jo tie ir lētāki par citām tādas pašas celstspējas raķetēm.

Divpakāpju "Ciklon-2", ko izgatavoja Ukrainā, pēdējos 10 gados ir lidojis samērā reti (tas arī saprotams, jo tas ir pielāgots viena tipa militāro pavadoņu palaišanai, kam Krievijai pietrūkst finansējuma), bet nav bijušas ne-

vienas neveiksmes. Trīspakāpju versija "Ciklon-3" ir piedzīvojusi trīs avārijas. "Ciklon-2" un "Ciklon-3" vairs netiek izgatavotas, to ir palicis varbūt tikai pāris eksemplāru. Ir pānākta vienošanās par ukraiņu nesējraķešu startiem no Brazīlijas kosmodroma "Alcantara". Tur tiks izmantots modernizēts "Ciklon-4" nelielu pavadoņu nogādāšanai ģeostacionārajā orbitā.

Tā kā netika realizēti vairāku sakaru pavadoņu sistēmu izvērsšanas plāni, ir pārtraukti vēl citi SBR pārbūves projekti (arī vairāki no lidmašīnām palaižamu raķešu projekti), bet jau esošajiem nesējiem ir jācīnās par to palikšanu tirgū. Pēdējā laikā rodas jauna niša, kuru tie aizņem, – nano un mikropavadoņu palaišana. Šādus 1–100 kg pavadoņus parasti izgatavo privātfirmas, organizācijas un universitātes dažādiem eksperimentiem, zinātniskajiem pētījumiem, materiālu pārbaudei kosmiskajā vidē, sakaru nodrošināšanai un izglītojošiem mērķiem. Parasti tie tiek palaisti kā blakuskrava kādam lielākam pavadonim vai grupās. Nesējraķetes priekšgalā tos piestiprina uz īpaša adaptera un, sasniedzot vajadzīgo orbitu, tie tiek izmesti, jo parasti nanopavadoņiem pašiem nav savas dzinējiekārtas.

**Pēdējā brīdī.** 8. novembrī "Sojuz 2-1A" veica pirmo startu no Pļeseckas. Lidojums notika pa suborbitālu trajektoriju, un jaunā nesēja izmēģinājums bija veiksmīgs. 🐦

### Kur var iegādāties gadalaiku izdevumu "Zvaigžņotā Debess"?

"Zvaigžņoto Debesi" vislētāk var iegādāties apgāda "Mācību grāmata" veikalos Rīgā, LU galvenajā ēkā **Raiņa bulvārī 19** (1. stāvā) un **Katrīnas dambī 6/8**, kā arī izdevniecības "Zinātne" grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**.

Jaunākos numurus tirgo Rīgā – Grāmatu nams "Valters un Raņa" (**Aspazijas bulvārī 24**), Jāņa Rozes grāmatnīca (**Krišjāņa Barona ielā 5**), LU Akadēmiskā grāmatnīca (**Basteja bulvārī 12**), karšu veikals "Jāņasēta" (**Elizabetes ielā 83/85**), Rēriha grāmatu veikals (**A. Čaka ielā 50**) u. c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās!

Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas pa tālr. **7325322**.

**Redakcijas kolēģija**

JĀNIS BĀRZDIŅŠ

## PROFESORS RŪSIŅŠ-MĀRTIŅŠ FREIVALDS ZINĀTNES CEĻOS

Profesora Rūsiņa-Mārtiņa Freivalda zinātniskā darbība ir ļoti daudzšķautņaina. Raksta mērķis ir izgaismot dažas no šīm šķautnēm.

Bet vispirms viena piezīme. Lielu un svarīgu rezultāti zinātnē ir saprotami ne tikai mazai speciālistu saujņai, bet daudz plašākai lasītāju saimei. Profesora R. Freivalda svarīgākie sasniegumi lielā mērā atbilst šim kritērijam.

Sākšu ar R. Freivalda kandidāta (jeb, kā tagad teiktu, doktora) disertāciju, kuru viņš spoži aizstāvēja 1971. gadā PSRS ZA Sibīrijas nodaļas Matemātikas institūtā Novosibirskā. Jau kopš matemātiskās loģikas sākumiem 19. gadsimtā bija zināms, ka loģikas funkcijas “ $x \& y$ ”, “ $x \vee y$ ” un “ $\bar{x}$ ” veido pilnu bāzi, t. i., no tām ar superpozīcijas palīdzību var konstruēt jebkuru citu loģikas funkciju. 1941. gadā ievērojamais amerikāņu matemātiķis E. Posts atrada nepieciešamos un pietiekamos nosacījumus tam, lai dotā loģikas funkciju kopa veidotu pilnu bāzi.

1956. gadā vēl slavenāks ungāru izcelsmes amerikāņu matemātiķis Dž. fon Neimans (viņš ir viens no mūsdienu datoru arhitektūras pamatlicējiem) parādīja: ja mēs aplūkojam loģikas funkciju realizāciju ar precizitāti līdz kodēšanai (piemēram, 1 kodējam ar 10, 0 ar 01 un tml.), tad pilnu bāzi veido jau funkcijas “ $x \& y$ ”, “ $x \vee y$ ”. Izvirzījās jautājums – atrast nepieciešamos un pietiekamos nosacījumus, lai doto loģikas funkciju (jeb, precīzāk, loģisko elementu) kopa būtu pilna ar precizitāti līdz kodēšanai. Tādus nosacījumus R. Freivalds tad arī atrada un izpētīja savā kandidāta disertācijā. Šie rezultāti vēl aizvien tiek plaši citēti un nodrošina profesora R. Freivalda atpazīstamību plašās matemātikā aprindās.

Tālāk sekoja habilitētā doktora disertācija, kuru R. Freivalds aizstāvēja 1985. gadā Maskavas Universitātē (kas, starp citu, nebija vienkārši – tajos laikos disertācijām “no ārienes” bija jābūt krietni labākām nekā vietējām). Atkal viens no galvenajiem disertācijas rezultātiem ir izskaidrojams pat populārā izdevumā. Iepriekš bija pierādīts: lai pazītu vārdu simetriju ar Tjuringa mašīnu, ir nepieciešami pēc kārtas  $n^2$  soļi, kur  $n$  – vārda garums. Ilgu laiku kā ļoti ticama tika uzskatīta hipotēze, ka ar varbūtisku Tjuringa mašīnu (kura “mētā monētas”) šo procesu nevar būtiski paātrināt. Taču 1975. gadā R. Freivalds ieguva pilnīgi negaidītu rezultātu – pierādīja, ka ar varbūtību, kas pēc patikas tuva 1, vārdu simetriju var pazīt  $n \cdot \log n$  soļos. Šis rezultāts (precīzāk, R. Freivalda atklātā varbūtību izmantošanas metode) izraisīja lielu rezonansi speciālistu aprindās. Piemēram, tai visaugstāko novērtējumu deva ievērojamais amerikāņu datorzinātnieks M. Blams savā svinīgajā lekcijā 1995. gadā, saņemot Tjuringa prēmiju.

Tālāk sekoja pētījumi algoritmiskajā apmācības teorijā. Arī šeit R. Freivalds ieguva (un, es ceru, vēl arī iegūs) daudzus svarīgus rezultātus.

Pakavēšos tikai pie viena no šiem rezultātiem. Aplūkosim efektīvi sanumurējamas izrēķināmu funkciju klases. (Tādas ir visas “normālās” funkciju klases, piemēram, polinomu klase.) Pieņemsim, ka mums ir zināmas šo funkciju vērtības, bet nav zināmi to rēķināšanas algoritmi – t. s. Gēdeļa numuri. Izvirzās fundamentāls jautājums – kā pēc šādām funkciju vērtībām “uzminēt” to Gēdeļa numurus. Ir skaidrs, ka bez kļūdām to nevar



izdarīt. Taču kāds ir minimālais kļūdu, tas ir, hipotēžu maiņu skaits? Ja mēs lietosim tradicionālo sintēzes stratēģiju, tad  $n$ -tās funkcijas uzminēšanai būs nepieciešamas aptuveni  $n$  hipotēzes maiņas. Taču R. Freivalds (kopīgi ar dotā raksta autoru) pierādīja: ir iespējama tāda sintēzes stratēģija, kura  $n$ -tās funkcijas uzminēšanai pārlasa ne vairāk par  $\log n$  hipotēzēm. Arī šis rezultāts (lidzīgi kā pārējie R. Freivalda rezultāti) bija ļoti negaidīts.

Pēdējos gadus profesors R. Freivalds kopā ar saviem skolniekiem strādā kvantu au-

tomātu jomā. Atzīmēšu tikai vienu rezultātu: kopā ar savu bijušo studentu (tagad LU asociēto profesoru) Andri Ambaini viņš ir pierādījis, ka eksistē valodas, kuras var pazīt gan ar determinētu galīgu automātu, gan ar kvantu galīgu automātu, taču kvantu automāta stāvokļu skaits ir logaritmiski mazāks par jebkura determinēta automāta stāvokļu skaitu.

Gribu izmantot izdevību un novēlēt profesoram Rūsiņam–Mārtiņam Freivaldam vēl daudzus raženus gadus zinātnes ceļos. 🐦

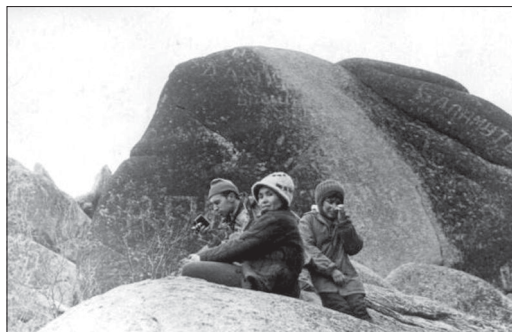
## VISA ZINĀTNE IR VIENOTA

**Rūsiņš Freivalds** ir matemātikas habilitētais doktors, LU profesors, Latvijas ZA akadēmiķis. 2002. gadā viņš apbalvots ar Latvijas Zinātņu akadēmijas Lielo balvu.

Profesors Freivalds ir viens no vadošajiem pasaules datorzinātniekiem, izcils jauno matemātiķu un datorīķu audzinātājs. Ar viņu sarunājas viņa pirmais doktorands, profesors **Agnis Andžāns**.

**A. A.:** – *Kā, jūsūprāt, attīstās matemātika un datorzinātne – cik lielā mērā atsevišķi, cik cieši tās ir savijušās patlaban un cik cieša to kopīga attīstība gaidāma nākotnē?*

**R. F.:** – Zinātņu akadēmijā es, pirmkārt, skaitos matemātiķis; otrkārt, esmu arī datorīķis. Abās šajās lomās jutos pietiekami labi, un studenti pat ne sevišķi izjūt, kurā brīdī es esmu matemātiķis un kurā – datorīķis. Patiesībā robeža starp dažādām zinātnēm ir cilvēku izgudrojums un nav īsti objektīva. Jā, var teikt, ka datorzinātne radās tikai tad, kad izgudroja datorus, bet pēc savām metodēm datorzinātnes matemātiskie pamati ne ar ko neatšķiras no matemātikas. Taču datorzinātne ir arī ļoti daudz inženieriska, un tādēļ es neņemos teikt, ka visa datorzinātne ir matemātikas sastāvdaļa vai otrādi.



Kopā ar studiju biedriem ekskursijā Krasnojarskas novadā.

Man ir liela vēlēšanās kādreiz vai nu uzrakstīt grāmatu, vai nolasīt lekciju sēriju par to, ka klasiskā matemātika ir atstājusi fantastiski lielu pozitīvu iespaidu uz datorzinātni.

Es nesen lasīju lielu publisku lekciju par Furjē transformāciju. Pamatdoma bija parādīt vienu piemēru no ļoti daudziem, kur klasiskā matemātika ļoti ļoti palīdz datorzinātnei jautājumos, kas pirmajā brīdī nemaz nešķiet saistīti ar tradicionālo matemātiku. Tas ir tikai viens piemērs. Taču tādu ir daudz.

Pasaulē dažādu iemeslu dēļ šīs divas zinātnes it kā atrodas nedaudz atstatu. Piemē-

ram, Amerikā Nacionālās zinātnes fonds daudz vairāk izdala naudu datorzinātnei nekā matemātikai. Savukārt Padomju Savienībā datorzinātne skaitījās matemātikas sastāvdaļa, kas, protams, tā nebija.

Šķiet, ka Latvijā mēs esam mazliet par daudz nošķirti – matemātiķi no datorzinātnes. Es nedomāju, ka tagad šo situāciju iespējams mainīt, bet, ja pirms 10 gadiem Matemātikas nodaļa un Datorikas nodaļa Latvijas Universitātē būtu palikušas kopā, es domāju, ka mums patiesībā būtu labāk gan vieniem, gan otriem. Datorikas nodaļas un Matemātikas nodaļas beidzēji un studenti strādā līdzīgus darbus.

**A. A.:** – *Kādreiz uzskatīja, ka matemātika ir tāda kā zinātņu zinātne, ka katrā zinātnē ir īstenībā tik daudz zinātnes, cik tajā ir matemātikas. Vai tā ir joprojām un vai kaut kādā izpratnē, vismaz daļēji, to arī var teikt par datorzinātni?*

**R. F.:** – Man grūti atbildēt, jo, tādos lozungos runājot, ir viegli “piesieties” katram vārdam. Tad, kad es biju students, par skaitļu teoriju teica – tā ir tāda smadzeņu vingrošana, nekādu praktisku pielietojumu tai nekad nebūs. Tagad, lasot lekcijas, piemēram, datu aizsardzībā un kriptogrāfijā, es uz lekcijām nesu līdzīgu lielu, smagu, grāmatu angļu valodā “*Computational Number Theory*”. Un labi saprotu, ka galvenais, kas skaitļu teorijā radās 20. gadsimta pēdējā trešdaļā, ir interpretējams tieši kā datorzinātne un nekas cits. Tie ir ļoti skaisti un dziļi rezultāti. Piemēram, jautājums par eliptiskām liknēm, ko lielākā daļa cilvēku uztver kā kaut kādu ovālu vienību. Patiesībā tās ir ļoti abstrakti matemātiski objekti, ļoti maz saistīti ar elipsēm. Tās ir spēcīgs instruments, lai izstrādātu skaistas kriptosistēmas un ne tikai. Un, ja jūs gribat, piemēram, pārsūtīt savas kredītkartes numuru caur internetu, tad jūs lietojat tādas kriptosistēmas, kur bez eliptiskajām liknēm vienkārši nav iespējams iztikt.

Bet kāds bija tas jautājums?

**A. A.:** – *Jautājums bija, vai matemātika joprojām ir istas zinātnes klasisks piemērs un*

*gluži vai kritērijs un vai kaut kādā izpratnē datoru izmantošana vai datorzinātnes iekļaušana pētījumos mūsdienās sāk spēlēt šādu pašu lomu?*

**R. F.:** – Otrā pasaules kara beigu posmā taisīja atombumbu. Tur piedalījās amerikāņu fiziķis Jūdžins Vigners, un viņš kādus desmit gadus vēlāk uzrakstīja eseju, kas kļuva ļoti, ļoti populāra, – “*Matemātikas neparastā efektivitāte dabaszinātnēs*”. Tajā spilgtiem piemēriem parādīja: matemātika sevi tik pārlicienoši ir pierādījusi daudzās dabaszinātņu nozarēs, ka neviens nevar iedomāties, ka tai tīri nejausi var būt tik nozīmīga loma.

Par datorzinātni es gribētu teikt gandrīz to pašu. 19. gadsimtā bija ļoti izcils vācu matemātiķis Bernhards Rīmanis, kurš nodzīvoja tikai 40 gadu, taču atstāja milzīgu ietekmi kompleksā mainīgā funkciju teorijā, arī ģeometrijā (Rīmaņa ģeometrija) un vēl vairākos virzienos. Kad viņu ievēlēja Berlīnes Zinātņu akadēmijā, viņam vajadzēja uzrakstīt tādu diezgan birokrātisku sacerējumu, astoņas lappuses garu, par savu pētījumu virzieniem. Viņš rakstīja par to, cik starp naturāliem skaitļiem ir pirm-skaitļu. Tas ir ļoti interesants darbs. Birokrātiskā sacerējumā viņš daudz nepūlējās atšķirt to, kas ir zināms, no tā, ko viņš domā. Viņš tur izteica dažādas hipotēzes un uzdeva jautājumus, kas viņam likās interesanti.



R. Freivalds, J. Strazdiņš (1934–2001), A. Salomaa (Turku Universitāte, Somija).

Tagad, 150 gadus vēlāk, joprojām ir viens neatrisināts jautājums, par kuru viņš pats, neskatoties uz savu brīvo attieksmi, kas ir hipotēze un kas ir pierādīts, rakstīja: *“Lūk, būtu ļoti interesanti noskaidrot, bet baidos, ka tas mūs aizvedīs pārāk tālu.”* Tā ir tā saucamā Rimaņa hipotēze, ko šobrīd vienai īpašai kompleksā mainīgā funkcijai formulē tā: *“Vai taisnība, ka visas netriviālās šīs funkcijas saknes atrodas uz vienas taisnes?”* Ir arī tā saucamās triviālās saknes, kuras viegli pamanīt, taču par tām nav runas. Daudzus gadus vēlāk, 1942. gadā, Dāvids Hilberts savā jubilejā teica: *“Ja es varētu pamosties pēc tūkstoš gadiem, tad pirmais, ko es prasītu: ko jūs esat izdarījuši ar Rimaņa hipotēzi?”*

Varētu jautāt, kāpēc es pēkšņi runāju par Rimaņa hipotēzi, kaut ko par kompleksā mainīgā funkciju teoriju. Tas nav tik vienkārši. Izrādās, ka Rimaņa hipotēzi var ekvivalenti noformulēt kā neatrisinātu lineārās algebras problēmu, līdzīgi to var formulēt kā diferenciālvienādojumu problēmu. Apmēram pirms 20 gadiem izrādījās: ja tā saucamā modificētā Rimaņa hipotēze (patiesībā tā ir vispārināta) ir pareiza, tad eksistē ļoti ātrs algoritms, kas pasaka, vai brīvi izvēlēts naturāls skaitlis ir pirmskaitlis vai salikts skaitlis. Un šis algoritms ir būtiski ātrāks nekā visi mūsdienās zināmie, kuru pareizība ir pierādīta. Ko mēs redzam? Kaut kāda problēma klasiskajā matemātikā ir ne tikai komplekso mainīgo funkciju problēma, bet arī algebras problēma, arī diferenciālvienādojumu problēma, arī algoritmu sarežģītības teorijas problēma. Tikai mēs algoritmu sarežģītību vienmēr esam uzskatījuši par datorzinātnes sastāvdaļu, bet citas nosauktās tēmas – par klasiskās matemātikas sastāvdaļu. Bieži vien speciālisti, kuri darbojas vienā katedrā, ne sevišķi labi saprot, ar ko nodarbojas kolēģi citā. Un te pēkšņi izrādās, ka ir kaut kāda problēma, kurai ir daudzas sejas. Var iesaukties: *“Tā taču ir algebras problēma!”* Kāds cits teiks: *“Tā taču ir diferenciālvienādojumu problēma!”* Lūk, tai ir daudzas sejas. Datorzinātnē, izrādās, arī

var atrast matemātikas problēmas. Atcerēsimies, ka 1900. gadā Starptautiskajā matemātikas kongresā Dāvids Hilberts teica savu slaveno runu, kurā noformulēja 23 neatrisinātas problēmas, kam vajadzēja būt un arī bija milzīga nozīme matemātikas tālākajā attīstībā. Tajā kongresā viena sekcija bija veltīta algebrā, cita – ģeometrijai, viena no sekcijām bija teorētiskās fizikas sekcija. Toreiz visi uzskatīja, ka teorētiskā fizika, pats par sevi saprotams, ir matemātikas sastāvdaļa. Šobrīd mēs tā nedomājam, bet kas īsti ir mainījies? Zinātne ir attīstījusies. Vienkārši fizika un matemātika ir labi “saauģušas” kopā.

Manis iepriekš pieminētā Furjē transformācija, protams, ir jāuzskata par matemātisku konstrukciju. Bet, kad es pirms dažām nedēļām pabeidzu savu runu par Furjē transformācijām, viens mūsu kolēģis fiziķis man pienāca klāt un teica: *“Paldies par lielisku runu jautājumā par fiziku.”* Un ir cilvēki, kuri Furjē transformāciju uzskata nevis par matemātikas vai fizikas sastāvdaļu, bet par reālās dabas fenomenu! Lūk, cik viss atrodas cieši kopā – tie ir tikai daži piemēri. Patiesībā visa zinātne ir saistīta.

Par humanitārajām zinātnēm teiks – nu, tas ir kaut kas cits. Nē! Humanitārās zinātnes mēs, eksakto zinātņu pārstāvji, sliktāk saprotam – daži labāk, daži sliktāk, bet es noteikti nevaru teikt, ka es saprotu ļoti labi. Lūk, 50. gadu beigās, 60. gadu sākumā Amerikā Noams Čomskis, ļoti vispusīgi izglītots cilvēks ar mums neparastu dzīvesveidu nāca klajā ar ideju, kura bija noteikti virzīta uz humanitārām zinātnēm – pētīt formālās gramatikas. Viņš gribēja dažādu valodu reālās gramatikas formalizēt daudz lielākā mērā, nekā tas bija darīts iepriekš. Tā ietekmē, piemēram, man labi pazīstams Novosibirskas matemātiķis, pasvitrojiet vārdu matemātikis, Aleksejs Gladkijs dziļi analizēja krievu valodu un atklāja, ka krievu valodā ir nevis seši locījumi lietvārdiem, kā mums skolā mācīja, bet gan četrdesmit divi. Viņš to atklāja, sadalot visu sīkāk un uzrakstot atbilstošās formālās

gramatikas. Es nezinu, kas notiek šai virzienā tagad, vēl vairāk – nav nācies dzirdēt par kaut kādiem lieliem atklājumiem šajā jomā. Humanitārajā pasaulē, manuprāt, šis virziens vēl joprojām nav tik ļoti attīstījies, kā, man liktos, tas ir vērts, toties datorzinātnē tas ir ļoti spēcīgs līdzeklis. Neviena students nevar pabeigt Latvijas Universitātes un ne tikai Latvijas Universitātes Datorzinātnes nodaļu, ja viņš nezina, kas ir formālās gramatikas, nemāk ar tām rīkoties. Tātad zinātne patiesībā ir vienota – visa zinātne, visa pasaules zinātne.

Cits jautājums, ka vienam cilvēkam nav pa spēkam apgūt visu pasaules zinātne. Tomēr zinātnes dalījums nozarēs, man šķiet, ir jāuztver kā mākslīgs. Nu, piemēram, fizika un ķīmija – molekulārajā līmenī tas nūdien ir viens un tas pats. Kvantu fizika no kvantu ķīmijas atšķiras tik maz, ka tie drīzāk ir vienas grāmatas dažādu nodaļu nosaukumi, ko tikpat labi var samainīt – kvantu fiziku saukt par kvantu ķīmiju un otrādi.

**A. A.:** – *Kas jums zinātnē šķiet visinteresantākais un kā tas ir saistīts ar virzieniem, kuros jūs esat strādājis?*

**R. F.:** – Tas ir ārkārtīgi subjektīvi, jo, kas vienam ir interesanti, to otrs varbūt nevar ciest! Mana nodarbošanās ar datorzinātne sākas sešdesmito gadu vidū, un es, kā toreiz sāku strādāt algoritmu sarežģītības teorijā, tā nekad to neesmu pametis. No otras puses, interese ir mani aizvedusi citos virzienos, taču esmu vienmēr atgriezies atpakaļ. Pedējos sešos gados es un mani skolnieki nodarbojamies ar kvantu algoritmiem un to sarežģītību. Grūti pateikt, kādai nozarei tas objektīvi būtu pieskaitāms.

Latvijas Fiziku biedrība mani laiku pa laikam paaicina pastāstīt, kas notiek mūsu pētījumu grupā. Droši vien īstajiem datorīkiem tā šķiet kaut kāda fizika, fiziķiem vajadzētu uzskatīt, ka tā ir datorika, bet patiesībā tā ir vairāk matemātika. Kvantu skaitļošana radās ap 1980. gadu.

Rietumu literatūrā minēts: 1982. gadā fiziķis, Nobela prēmijas laureāts, Ričards Feinmans

uzrakstīja rakstu. Tā galvenais saturs – lai precīzi modelētu laika periodā  $n$  notiekošus kvantu procesus ar klasiskajiem datoriem, vajag eksponentu no  $n$  modeļēšanas soļi. Citiem vārdiem, modelējot aprēķinu apjoms drausmīgi ātri aug, aug, aug, aug! Bet paskatieties uz to no otras puses – vai tad neatradīsies kādi matemātiski uzdevumi, citi nekā kvantu procesu modeļēšana, kuriem eksistē kvantu modelis – daudz, daudz, daudz mazāks nekā tas klasiskais uzdevums? Un to vajadzētu kaut kā izmantot, defektu pārvēršot par efektu!

Bet kāpēc es saku – no 80. gada? Kad viss jau bija labi attīstījies (pirmie spēcīgie soļi bija ap 1985. gadu, kad patiešām izveidojās tas, ko šodien sauc par kvantu skaitļošanu), izrādījās, ka kādā grāmatā, kas nejausi atradās man plauktā (to uzrakstījis ļoti interesants padomju (toreiz) matemātiķis Jurijs Maņins, Ļeņina prēmijas laureāts ģeometrijā, bet tagad Maksa Planka matemātikas institūta direktors Bonnā, Vācijā), ievadā runāts par to, kas un kā ir saistīts ar matemātiku un dabaszinātnēm. Starp citu, tur teikts – mums trūkst izpratnes par rēķināšanas procesiem kvantu līmenī. Un tālāk nāk teksts, ko toreiz nesapratu, tāpēc ieliku grāmatu plauktā, un tikai tagad, kad man cits cilvēks parādīja ar pirkstu, apjēdzu – tā taču ir kvantu skaitļošana!

Jurijs Maņins arī tagad laiku pa laikam pievēršas jautājumiem par kvantu skaitļošanu, bet tā nav viņa galvenā interese.

Es gribu teikt: dažādi cilvēki neatkarīgi ir nonākuši pie domas, ka kvantu mehānikai var būt sakars ar skaitļošanas procesu, ka skaitļošanas process patiesībā ir fizikāls process un tas ir atkarīgs no tiem fizikas likumiem, kādi darbojas atbilstošajā līmenī. Ja visa rēķināšana ir makroskopiska, nu, piemēram, ar skaitīkļiem vai ar mūsdienu datoriem, tas ir kaut kas viens. Ja datori kļūst mazāki, tad bez kvantu efektiem mēs nekādi nevaram iztikt. Jautājums tikai, vai mēs pret tiem cināties vai mēģinām tos izmantot savā labā.

Man šķiet, ka tas pašreiz ir pats interesantākais, kas notiek skaitļošanas zinātnē, da-

torzinātnes matemātikajos pamatos. Tikai es paredzu nākamo jautājumu – labi, teorētiski pie tāfeles var runāt par ļoti daudz ko, bet kas notiek praktiski? Praktiski ir uzbūvēti pirmie kvantu datorī tajā nozīmē, ka eksperimentāli ir realizēti kvantu skaitļošanas procesi, taisnība, ar ļoti mazu atmiņu. Pašlaik pasaules rekords ir vienas lielas molekulas iekšienē realizēta kvantu skaitļošana ar septiņiem informācijas bitiem. Kaut arī septiņi biti ir ļoti niecīgs atmiņas daudzums, tomēr jāsaka – tie ir tādi skaitļošanas procesi, kādi klasiskajos datoros, klasiskajā fizikā, klasiskajā pasaulē vienkārši nav iespējami. Piemēram, ir tāds kvantu algoritms lielu skaitļu sadalīšanai pirmreizinātajos, kas strādā ar daudz mazāku soļu skaitu nekā klasiskajos datoros realizējamie. Ar tā palīdzību skaitlis 15 ir sadalīts pirmreizinātajos. Protams, mēs mākam to arī izdarīt galvā, bet svarīgākais – dzīvē ir realizēts kvantu algoritms.

Atkal paredzu jautājumu – bet kā šis lietas var attīstīties tālāk? Un ko no tām var sagaidīt? Es ieņemu tādu ļoti piesardzīgu pozīciju. Pasaulē daudzi cilvēki ir iesaistīti šajā projektā. Var teikt, ka tas nav viens projekts. Japāņiem ir savas pētnieku grupas. Amerikāņiem – savas, bet tās ļoti cieši sadarbojas, neskatoties uz to, ka šiem pētījumiem naudu ņem vai nu no Savienoto Valstu Federālā budžeta, vai no atsevišķām firmām – piemēram, firma “Microsoft” iegulda milzīgus līdzekļus, arī firma “IBM”. Arī Eiropas Savienība iegulda milzīgus līdzekļus, un ir ļoti izstrādāts pētnieku tīkls, kurā piedalās arī Latvija. Ja tik daudzi cilvēki strādā, tad jau kaut ko izdomās! Kāpēc es esmu piesardzīgs – es neesmu pārliecināts, ka tas būs tāds kvantu dators, kādu mēs šobrīd iedomājamies. Bet, ka būs liels efekts un varēs darīt kaut ko, kas klasiskajos datoros nav iespējams, – par to gan es esmu pārliecināts.

**A. A.:** – *Man ir jautājums, kas tagad labi iederas, bet bija ielānāts drusku vēlāk. Vairākas reizes tika uzsvērts, ka milzīgu naudu iegulda amerikāņi, japāņi un citi. Droši vien*

*Latvijā lielu naudu ieguldīt pētījumos nebūs iespējams. Vai arī bez šādiem finansiāliem ieguldījumiem matemātikā un datorzinātnē iespējams izdarīt kaut ko fundamentālu?*

**R. F.:** – Sāksim ar to, ka formāli Latvijas valdība naudu iegulda. Es pats esmu granta vadītājs. Latvijas Zinātnes padome mūsu grupai maksā noteiktu summu. Protams, to nekādi nevar salīdzināt ar to, kas notiek Rietumos, bet tomēr. Pēc Latvijas standartiem tas ir pilnīgi normāls grants, man būtu grēks sūdzēties. Jāsaprot, ka tas ir grants teorētiķiem. Vajadzētu prasīt tā: ko Latvijas valdībai darīt apstākļos, kad naudas patiešām ir maz? Vai vajadzētu finansēt uz tālu nākotni vērstus projektus? Kādu atdevi Latvija var sagaidīt no šādiem pētījumiem? Man gribas teikt – tā nav naudas šķiešana, bet arī nav tāda naudas ieguldīšana, kā tas ir, būvējot kādu fabriku. Vispirms man šķiet, istā atdeve ir tāda, ka Latvijas Universitātē studentiem ir piedāvāts isti moderns pētījumu virziens, kurā patiešām notiek kaut kas būtisks. Ir iespējas braukt uz konferencēm. Nauda mūsu grupai patiesībā nāk no dažādiem avotiem. Piemēram, mans bijušais students Andris Ambainis tagad ir “liels cilvēks”. Pēc datorzinātņu doktora grāda aizstāvēšanas Latvijā 1997. gadā viņš aizbrauca turpināt izglītību Savienotajās Valstīs, Kalifornijas Universitātē Bērklījā. Tur viņš izstrādāja savu otro doktora disertāciju. ASV visprestižākā datorzinātnes un industrijas biedrība “Association for Computer Machinery” katru gadu rīko disertāciju konkursu. Kalifornijas Universitātē Bērklījā, kura ir viena no lielākajām Amerikas universitātēm, šim konkursam izvirzīja tieši Andra Ambaiņa disertāciju, un tā iekļuva finālpieciniekā. Nu, nedaubūja galveno balvu, bet tas nekas. Man šķiet, ka “Oskara” nominācija ir ne mazāk svarīgs panākums, kā “Oskara” piešķiršana. Noskaidrojot, kura no ļoti dažādām disertācijām ir pati, pati labākā, jāņem vērā arī vērtētāju personiskā attieksme.

Juris Smotrovs ir ieguvis starptautiskas atzinības par labāko darbu starptautiskās konfe-



rencēs. Ir izcēlies arī Marats Golovkins un daudzi citi. Tādējādi mēs diezgan bieži esam dabūjuši līdzekļus, lai mūsu jaunie cilvēki varētu braukt uz starptautiskām konferencēm un tur piedalīties. Lūk, piemēram, 2002. gadā es un pieci mani studenti dabūjām naudu, lai aizbrauktu uz konferenci par kvantu skaitļošanu Bērklījā, Kalifornijas Universitātē (*sk. vāku 3. lpp.*). Mums pat visiem nebija tur jāuzstājas. Saprotiet, tā ir milzīga nauda. Amerikāņi uzskatīja to par lietderīgu, to varēja atļauties. Mums ir bijuši līgumi ar zviedriem, sadarbība ar japāņiem, un mēs ceram turpināt šo sadarbību. Tādā kārtā mūsu studenti, nodarbojoties ar modernajām lietām, tiek pie svarīgas matemātiskas informācijas, redz, “kā tās lietas notiek”. Arī mūsu pasniedzējiem iespēja paaugstināt kvalifikāciju: ne jau tikai studentiem vajag, lai viņi augtu, arī pasniedzējiem. Tas nekas, ka pasniedzējs jau dabūjis visādus grādus. Pasaule attīstās, viņam arī jāattīstās. Es domāju, ka Latvija īsto labumu no teorētiķiem saņem tieši tādā veidā: nevis no teorēmām, ko cilvēki pierāda, bet no tā, ka pie mums attīstās tas virziens. Mēs varam nodrošināt saviem studentiem pilnvērtīgu zinātnisku darbību. Nav slikti, ja cilvēki aizbrauc uz citurieni, pamācās vēl. Droši vien ne visi atgriezīsies, bet, piemēram, Andris Ambainis ir atgriezies, viņš strādā Latvijas Universitātē.

**A. A.:** – *Vai es pareizi sapratu, ka tā lielā nauda nemaz nav nepieciešama, lai...*

**R. F.:** – Nauda ir nepieciešama. Es gribu teikt, ka ir vajadzīgs finansiālais atbalsts no Latvijas un patiesībā nemaz ne tik mazs. Vajag dibināt starptautiskus kontaktus un attīstīt sadarbību. Es pasvītēju vārdu – sadarbību, kuras dēļ mums patiešām jāstrādā ne vien Latvijai, bet arī ārzemēm. Visam ir jāattīstās tāpat kā biznesā. Es sevi nekādā nozīmē negribu uzskatīt par biznesmeni, bet arī kaut kas no biznesa ir šādā darbā.

Jautājumā par zinātņi un naudu ir vairā-

kas lielas patiesības, un tās patiešām visas ir patiesības. Pirmā. Daudzi saka, un es viņiem varu tikai piekrist: ar talantu ir tāpat kā ar sudraba karotītēm. Ja tu to pārdod par naudu, tad tā vairs nav. Viss, pārdevi, un cauri. Tā ir viena patiesība. Un otra patiesība ir tā: neredzu, ka kādam būtu pienākums ļoti ļoti rūpēties, lai es savu neatkārtojamo individualitāti varētu labi izkopt un pierādīt tik daudz teorēmu, cik es patiešām ģenētiski spēju. Es būtu ļoti priecīgs, ja par mani rūpētos un, ticiet man, pierādītu daudz vairāk. Bet tai pašā laikā es saprotu, ka par sevi un savas grupas attīstību ir jācinās. Var strīdēties par to, cik Latvijas valdība iegulda naudu. Es, piemēram, uzskatu, ka stipri par maz. Bet tas neatņem man pienākumu nodarboties ar, ja gribat, zinātnisku biznesu, kas patiesībā nav biznesa parastajā nozīmē.

**A. A.:** – *Man visu mūžu, no skolas gadiem sākot, zinātnieka ideāls ir bijis Pastērs, kura atklājumu dēļ neizmērojams daudzums bēdu un ciešanu, un izmisuma ir izzudis no pasaules un izzudis vēl. Vai matemātikā un datorzinātnē arī kaut kas tāds ir iespējams?*

**R. F.:** – Domāju, ka pareizā atbilde ir “jā”, bet nav tik viegli uzreiz minēt kādus piemērus. Lūk, viens piemērs: ātrā Furjē transformācija. (Tas ir oficiālais nosaukums, bet patiesībā būtu jāsaka citādi.) Diskrētajai Furjē transformācijai ir izdomāts ļoti veiksmīgs algoritms, tāds viltīgs – matemātikas olimpiādes tipa, bet ļoti jauks algoritms. Kā tas radās? Divi cilvēki strādāja ļoti praktiskai lietai: viņiem vajadzēja pēc seismoloģiskajiem datiem atšķirt, kur ir bijusi zemestrīce un kur, piemēram, pazemes kodolsprādziens. Saprotams, ka aukstā kara apstākļos tam bija milzīga nozīme. Varētu gari stāstīt, kā šim nolūkam lieto Furjē transformāciju. Lūk, šis viens algoritms galu galā ietaupīja tik daudz naudas, ne tikai viņu laboratorijā, bet visā pasaulē, ka tas jau ir kaut kas. Man nav nekādu konkrētu skaitļņu.

*(Nobeigums sekos)*

JAZEPS EIDUSS

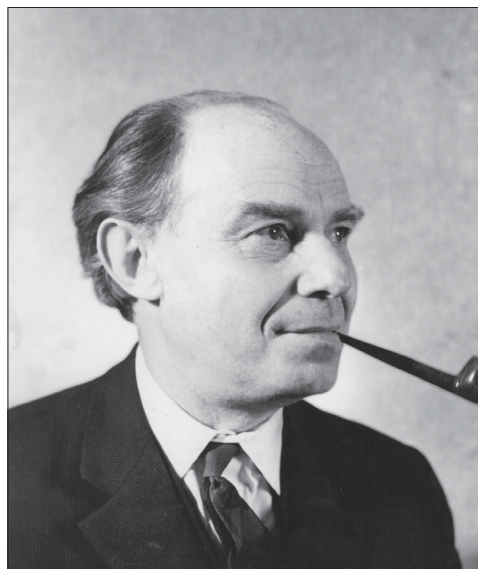
## LONDONAS UNIVERSITĀTES BERKBEKA KOLEDŽA

(*Nobeigums*)



1938./39. mācību gada laikā, Minhēnes krīzes saspringtajās dienās un vēlāk studijas turpinājās vairāk vai mazāk ierastā gaitā, kaut gan klīda visādas baumas, sākot no koledžas slēgšanas līdz tās pārveidei par dienas koledžu, lai varētu īstenot aptumšošanas piesardzības pasākumus. Es kā jau jaunpienācējs un svešinieks par to neko daudz nezināju, izņemot to, ko redzēju norisināties manu acu priekšā, – es tikai braukāju ar riteni uz Belteinas skolu, koledžu, Patniju, nedēļas nogalēs – uz Epsomdaunsu un atpakaļ. Tas nekādi nenožīmē, ka notiekošais nenodarbināja manu prātu un sirdi. Bija taču sabiedriskā telpa ar tās sarunām un diskusijām, avīzes un radio, bija taču Īdena Vudžere un mani jaunie draugi. Es vienīgi biju ārpus aktīvas dalības tai nemiera, bažu un drūmu priekšnojautu gaisotnē. 1938./39. mācību gada beigās biju iejuties gluži labi un pildīju dažādus pienākumus Studentu apvienībā.

Koledža bija izvietojusies Brīmsbildingā un Greistoukpleisā pāri ielai, kur bija bibliotēka un daudzas auditorijas. Administrācija un vadība bija Brīmsbildingā, tāpat arī sabiedriskā telpa, galvenā auditorija, laboratorijas utt. Brīmsbildinga būtībā bija koledžas sirds. Tā bija apbrīnojami mājīga ēka. Drūma, ar tumšām galvenajām kāpnēm, ar mazām, dēļiem atdalītām istabiņām; tā bija vesela kaktu un šķirbu valstība, diezgan netīra, jo uzturēt vecās telpas tādā tīrībā un spodrībā kā jaunās Blūmsberijā bija pilnīgi neiespējami. Vietas trūkuma dēļ laboratorijas bija piekrāmētas,



Jāzeps Eiduss 60. gadu sākumā.

īpašiem eksperimentiem tajās bija izveidotas ar dēļiem atdalītas blakustelpas. Auditorijas bija noputējušas, visur bija nepieciešama balināšana, pamatīga pārkrāsošana un tīrīšana, taču tas nekādi nebija istenojams. Kaut kas šai mājā bija gluži kā no Dikensa romāniem nācis. Tomēr mēs visi to milējām un citādu redzēt nevēlējāmies. Lietveža mistera Trupa Horna kabinets bija dēļiem atdalīta, nedaudz paplašināta istabiņa, kurai manā skatījumā piemita ipaša pievilcība. Tā bija šaura, un šis apstāklis radīja iesaipaidu, ka griesti ir augstāki, nekā tie bija istenībā. No grīdas līdz pat pašiem griestiem stiepās senlaicīga izskata sarkankoka sekreters ar neskaitāmām mazām ni-

šām – sapnis man, kurš biju nekārtīgs puisis un nekad nespēju savos papīros uzturēt kārtību. Šis sekreters kaut kā apbrīnojami sadereja ar istabas īpašnieku. Vārdu sakot, šī ēka visādā ziņā bija neparasta, veca un briesmīgi angļiska, ja tā drīkst izteikties.

Iespējams, viena no visspilgtākajām nama iezīmēm, kas manā atmiņā saglabājusies visskaidrāk un dzīvāk, bija sabiedriskā telpa, tās kamīns ar tā priekšā novietotajiem diviem vecmodīgiem, čikstošiem atpūtas krēsliem, kurus ikviens steidzās ieņemt pirmais, tenisa galdiņš, mazā niša, kurā ne reizi vien biju atsēdies, skūpstidams mazo, smukiņo Pegiju no Hendonas un klausīdamies viņas murrāšanā: “*Ak, Džo, kādēļ gan tev nav tūkstotis gadā?*” Beigās viņa dabūja savu misteru Snowu ar tūkstoti gadā, mēs viņu saucām par “*der Schnee*”, un kopā ar viņu devās uz Austrāliju. Šajā sabiedriskajā telpā norisinājās ārkārtīgi saistošas un interesantas debates. Sākumā mani pārsteidza tajās valdošais tolerances gars un īsteni demokrātiska attieksme, tāpat kā vispāri pieņemtais respekts pret oponenta viedokli. Un tad vēl svinīgā parlamentāriešu formula “*Šis nams...*”. Tā bija Anglija! Varu pieminēt kādu epizodi, kas uz mani atstāja lielu iespaidu. Karš jau bija sācies (tas vēl arvien bija “savādais” karš). Padomju Savienība būtībā bija Vācijas sabiedrotā. Es, kā jau pārliecināts komunist, stūrgalvīgi iestājos par komunistu versiju, ka Anglija necinās par neatkarību un demokrātiju, bet gan piedalās imperiālistiskā un tātad netaisnā karā un mums nevajadzētu karot pret Vāciju. PSRS par līdzīgu runu es tiktu nošauts kā ienaidnieka aģents, kā kapitulants un vācu spiegs. Šajā gadījumā nekas tāds nenotika. Neviens mani nenolamāja, patriotiskāk noskaņoti studiju biedri man pieklājīgi iebilda, komunisti mani atbalstīja. Joks ir tāds, ka tieši tajās debatēs mani ievēlēja par vadītāju! Kopumā tā bija patiešām brīnišķīga un patīkama, isti mājīga uzturēšanās telpa, siltuma un savstarpējas sapratnes pilna, un, protams, ierasta randiņu vieta, kur neņēma ļaunā, ja otrs kavējās.

Tur nekad nebija garlaicīgi. Lina Čiversa tur bija valdošais gars – draudzīga, iejūtīga, izpalīdzīga, vienmēr aktīva un viegli iesaistāma citu cilvēku problēmu risināšanā. Starp citiem draugiem, kuri diskutējās bija mani pastāvīgie sarunbiedri un pazīstami kā sabiedriskās telpas “slaisti”, es pieminētu Makkormiku, iru čali, kurš prata neticami daudz dažādu valodu un bija dzīvespriecīgs un neatvairāmi simpātisks. Nedrīkst aizmirst Periju, Maka pilnīgu pretstatu: gara auguma, blonds, ļoti atturīgs un nesatricināms, īsts angļis kā no bilžu grāmatas. Vēl bija viņa sirdsraudzene Roda, dzimusi Šanhajā, siksti konservatīvais torijs Raits, ar kuru arvien diskutēju ilgi, Hilda Kroma no Liepājas, Tonijs Lavless, Pīters Trents, daudzi citi, kuru uzskaitīšana aizņemtu ne mazums laika. Taču pieminēju vismaz šos tāpēc, ka viņi ne tikai pastāvīgi uzturējās sabiedriskajā telpā un manā tiešajā apkārtnē, bet arī uzticīgi apmeklēja pabu “*Blue Anchor*” (“*Zilais enkurs*”) pāri ielai, aiz Greisoukpleisas. (Turp kopā ar Hildu Kromu aizgāju sava pēdējā Londonas apciemojuma laikā; mani pārņēma dīvainas, nostalgiskas, sentimentālas sajūtas, kaut arī “*Blue Anchor*” izskats bija lielā mērā mainījies, tāpat kā Anglija vispār.)

Sabiedriskā telpa mani pievilka ar vēl ko citu. Kad gaisa uzlidojumi jau bija sākušies, mums bija jādežurē ugunssardzē, nomainot citam citu. Man patika vienam tumsā palikt sabiedriskajā telpā un improvizēt uz tās klavierēm. Neparastā vide un vientulības izjūta man sniedza savdabīgu iedvesmu, un man gāja pie sirds tas, ko spēlēju, kaut gan stipri vien šaubos, ka spēlēdams būtu varējis sagādāt baudu vēl kādam citam.

Vēl gribu pakavēties pie cita manas Berkebeka koledžas dzīves aspekta, kurš ārkārtīgi veicināja manu iekļaušanos jaunajos apstākļos. Ar to domāju manus braucienus uz Grīnfordu reizi nedēļā. Savulaik biju diezgan sportisks puisis par spīti tam vai varbūt tieši tāpēc, ka man bija samērā vāja ķermeņa uzbūve. Daudz nodarbojos ar vieglatlētiķu, vin-

grošanu, airēšanu (pēc kara pat kļuva par Latvijas čempionu četrinieku airēšanā). Grīnfordā es spēlēju koledžas regbija komandā. Tā kā biju mazs un veikls, parasti biju flanga uzbrucējs un guvu ne mazums punktu. No visām spēlēm vislabāk atceros maču pret "Grenadieru gvardiem". Nav grūti iedomāties, kā šie milži mūs samala miltos. Lai nu kā, pēc mačiem mēs visi devāmies uz mazgājamo telpu, kurā bija milzīga vanna, apmēram 2x2 metri, kurā tad nu mēs visi barā tupējām, ar mugurām atbalstījušies pret vannas sienu un kājas izstiepuši uz vannas vidu, un sarunājāmies. Ūdens drīz vien kļuva duļķains, un tagad tas viss man rādās kā viena drausmīgi antihigiēniska padarīšana, taču toreiz mēs jutāmies gluži apmierināti un pēc tās vienkārši noskalojāmies dušā. Grīnfordai bija tradīcijas spēks. Sestdienas pēcpusdienā nedoties uz Grīnfordu bija nieedomājami. Turp brauca arī daži jaunāki pasniedzēji. Īpaši labi atceros mūsu komandas galveno aizsargu Ēriku Džordžu, atlētiskas miesasbūves, ļoti izskatīgu cilvēku, ar kuru sadraudzējos. Kādā spēlē es sarāvu ceļgala skrimslī, un man bija nepieciešama operācija. Slimnīca bija evakuēta, jo bumbošana jau bija sākusies. Lai gan tā atradās labu gabalu prom no Londonas (kaut kur netālu no Slau pilsētiņas), arī mums trāpīja. Slimnīca bija izvietojusies pielāgotās skolas telpās. Skolas zāle tika pārvērsta milzīgā palātā ar neskaitāmām gultām, kuras pārsvārā bija aizņēmuši ievainoti karavīri, briti un franči. Starp tiem bija lielisks, tipisks Londonas koknejiētis (angļu tautas valodā Londonas strādnieku šķiras loceklis), kurš ar savu pastāvīgi dzirkstošo humoru mūs pamatīgi uzmundrināja, jo īpaši uzlidojumu laikā.

Ēkai trāpīja dažas bumbas, viena no tām – dzemdību palātā. Tieši mūsu palātai neviena bumba uzmešta netika, kaut gan visa māja spēcīgi drebēja un stikla lauskas lidoja pa gaisu, par spīti aizlimētajām rūtīm. Šādos brīžos koknejiētis, kurš nebija pārvietojams, jo viņa kāja atradās sarežģītā ekstensijā un ar saitēm caur trisi bija piestiprināta pie atsvara, mēdza iz-

saukties tēlotā izmisumā: "Ak, mīļo māmiņ! Ak, kāpēc gan pametu savu mazo šūpulīti!" vai kaut ko tamlīdzīgu.

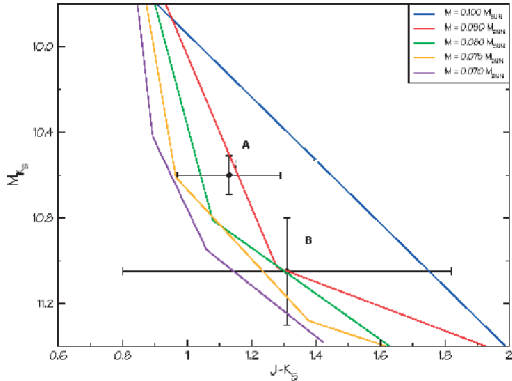
Viņš uz mums atstāja nomierinošu iespaidu un neļāva mums krist panikā, tieši viņš, kuram no visiem taču klājas vissmagāk un kurš tomēr nezaudēja galvu. Un es vienkārši dievināju viņa burvīgo koknejiēšu akcentu, kurā arvien esmu klausījies ar baudu (sava pēdējā Anglijas apciemojuma laikā to gan dzirdēju mazāk – vai tas patiešām pamazām izzūd?). Lai nu kā, šī trauma pielika manai flanga uzbrucēja karjerai punktu.

Pirmā kursa eksāmenus nokārtoju ļoti labi, biju starp izcilniekiem. Tolaik (nezinu, vai arī tagad) Berkbeka koledža pastāvēja tāda tradīcija, ka pirmā kursa trīs labākie saņem sava veida stipendiju – viņi tika atbrīvoti no atlikušā studiju laika mācību maksas. Tad nu es to saņēmu, un tas atrisināja daudzas manas problēmas.

Bez izklaidēm Berkbeka koledža, kuras sev sarūpējām paši, bija arī koncerti teātra lielajā zālē. Šie koncerti notika dienā, un slavenā pianiste Maira Hesa, tāpat kā citi, aktīvi piedalījās to rīkošanā, kā arī pašu priekšnesumu sniegšanā.

Bija arī teātra izrādes studentu izpildījumā. Atceros kādu sirreālistisku lugu "The Lighthouse" ("Bāka"), kurā aktieri atveidoja jau sen mirušus cilvēkus, un tas radīja nedaudz baisu sajūtu. Īstenībā līdzīga sajūta mani pārņēma tagad, kad vēlreiz izdzīvoju jau sen aizgājušu pasauli un sevi pašu tajā. Pusgadsimts var nebūt īpaši daudz, taču manā gadījumā ir klājušies tik daudzi laikmeta slāņi, katrs no tiem notikumiem bagāts, it īpaši ņemot vērā pasaules gaitu vispār, ka tie gadi šķiet esam nogrimuši vēl dziļāk, un šobrīd es atkal dzīvoju un darbojos pēc tās sen apglabātās pasaules likumiem.

Kādā citā lugā bija Ķīnas motīvi, un iepriekšminētais Maks sniedza vienreizēji lielisku, komisku priekšnesumu. Regulāri tika rīkotas jaunpienācēju ballītes, pati pirmā no kurām man izvērtās par diezgan neaizmirsta-



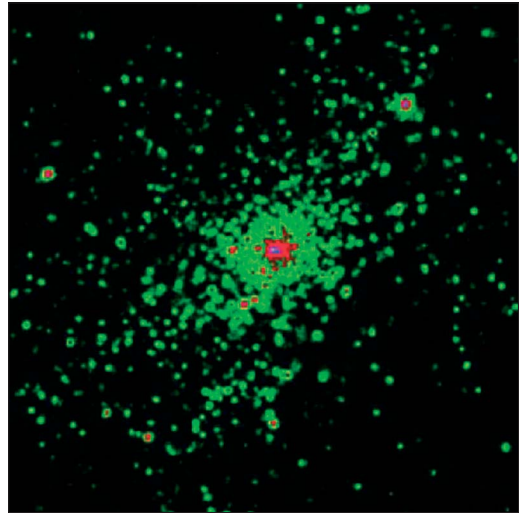
2. att. Galēji auksto punduru sistēmas 2MASSW J0746425+2000321 primārās komponentes (A) un sekundārās komponentes (B) izvietojums krāsu–starjaušanas diagrammā. Lielās abu koordināšu – krāsu indeksa un absolūtā K lieluma – kļūdas galvenokārt rodas attāluma noteikšanas neprecizitātes dēļ. Iezīmētas arī dažādas masas galēji auksto punduru teoretiskās izohronas.

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu “Nosvērts galēji auksto punduru pāris”.

1. att. NGC 3603 ir infrasarkanajos staros spožs (ap 20 g. g. šķērsriezumā) miglājs ar vaļēju jaunu un ļoti karstu (~20 000 K) OB spektrālās klases zvaigžņu kopu centrā, kas ģenerē arī intensīvu rentgenstarojumu (sk. 2. att.). NGC 3603 atrodas mūsu Galaktikas Kuģa Ķīļa (Carinae) spirāles zarā apmēram 22 000 g. g. attālumā.

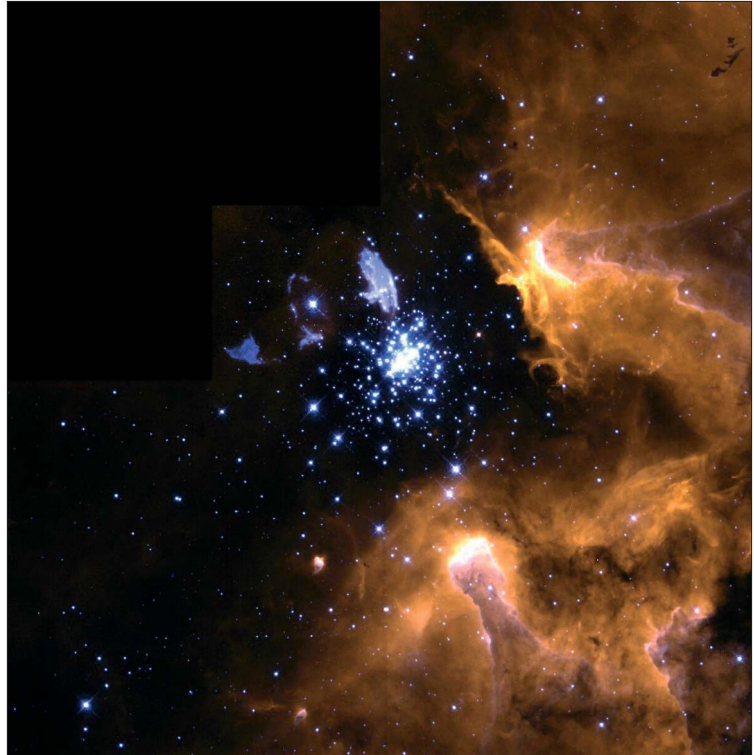
NASA attēls

Sk. A. Balklava rakstu “Sekmīgas protozvaigžņu medības”.

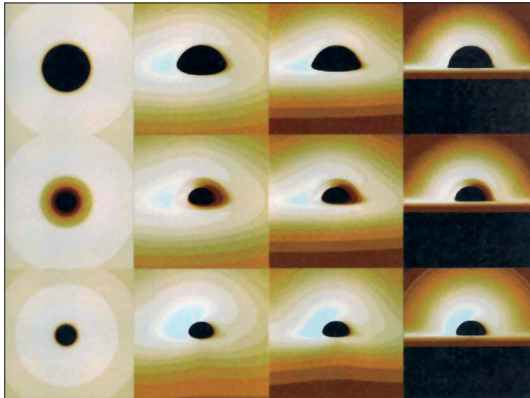


2. att. Miglājā NGC 3603 izvietotās zvaigžņu kopas attēls rentgenstaros.

NASA attēls







Ar vielu segta (“apgērbta”) melnā cauruma silueti, ko iezīmē ēna, kuru m. c. met uz optiski biezu akrēcijas disku, dažādiem diskciem un to nolieces stāvokļiem attiecībā pret novērotāju (*pa-skaidrojimus skatīt tekstā*). Attēls no *PASJ*, vol. 55, No. 1, 2003 February 25, p. 157.

Sk. A. Balklava rakstu “Melnā cauruma siluets”.

1. att. Apgaismota GMRT antena krēslas stundā.

2. att. Skats uz daļu no GMRT.  
Attēli no GMRT mājaslapas

Sk. A. Balklava rakstu “Tāls milzu kvazārs”.



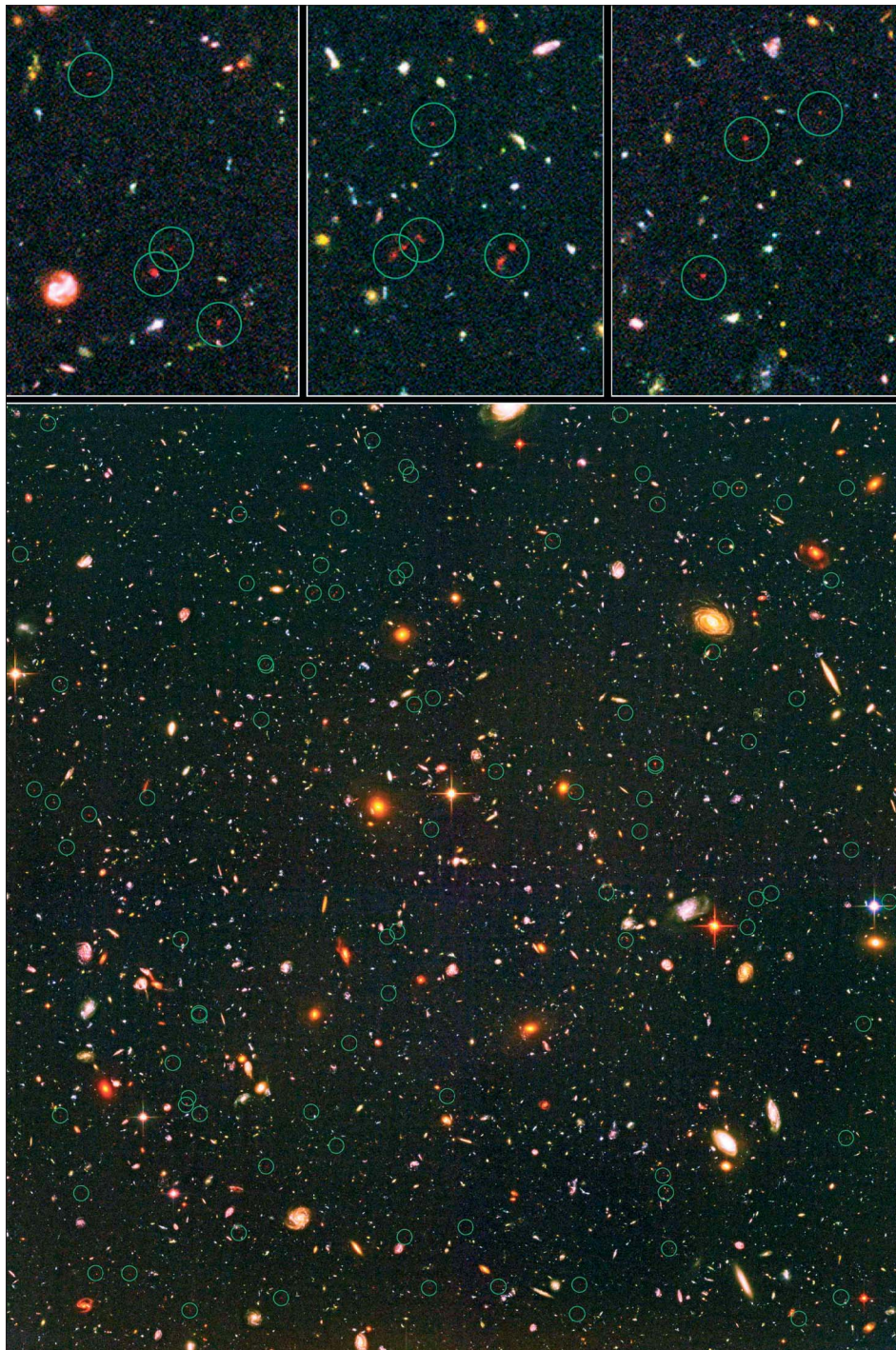


“Proton-M/Briz-M” ar pavadoni “AMC-15” tiek uzstādīts startam, kas notika 2004. gada 15. oktobrī. Nesēja izmaksu samazināšanas dēļ ražote netiek krāsota. *ILS attēls*



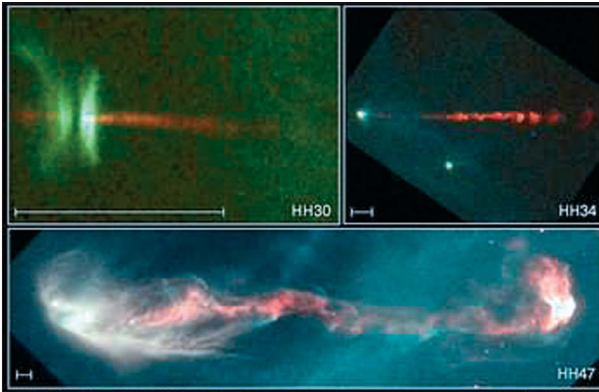
“Zenit-3SL” starts ar “Telstar-18” pavadoni 2004. gada 29. jūnijā. “Sea Launch” attēls Sk. D. Krieviņa rakstu “Kosmiskie transportlīdzekļi XXI gadsimta sākumā. Neatkarīgo Valstu Savienība”.





3. att. Ar Habla kosmisko teleskopu (HST) saskatītas pirmās galaktikas, kas izveidojušās pirms apmēram 12 miljardiem gadu.  
*NASA attēls*

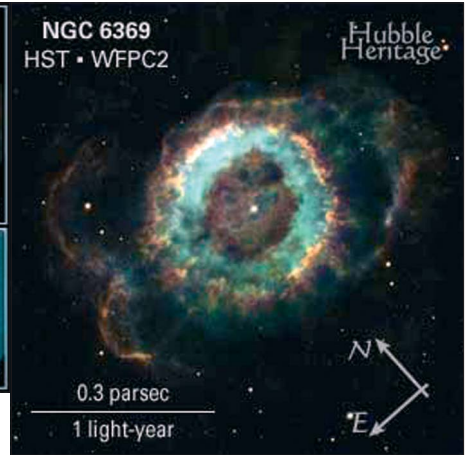
Sk. A. Balklava rakstu "Jauni interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3".



4. att. HST fikse eruptīvus procesus, kas pavada trīs jaunu zvaigžņu dzimšanu.

6. att. Planetārais miglājs NGC 2392, kas ieguvis **Eskimosa miglāja** nosaukumu.

NASA attēli



5. att. Planetārais miglājs NGC 6369, ko astronomi iesaukuši par **Spociņa miglāju**.



Sk. A. Balklava rakstu "Jauni interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3".





1



2



3

Fotografējuši

9. novembrī Dainis Kārkluvalks, "Talsu Vēstis":  
1 – eksponēts 4 s;  
2 – plkst. 21:47, 15 s;  
3 – 10. novembrī Raitis Freimanis Stokholmā, 5 s.

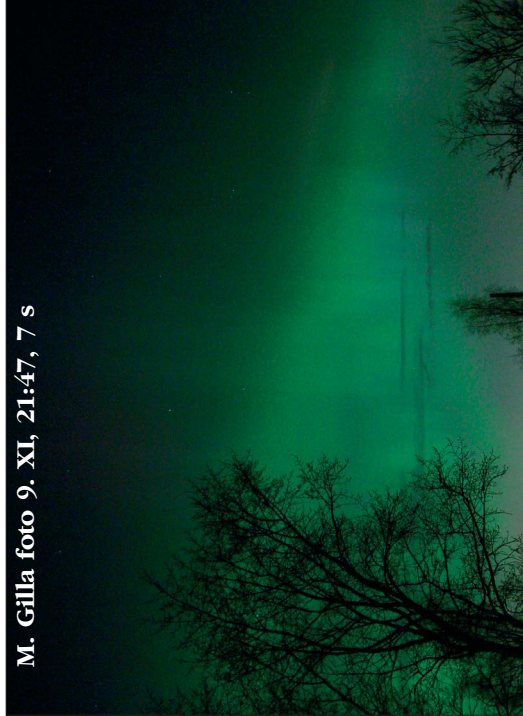
Sk. M. Gilla rakstu "Novembra kāvi rotā Baltijas debesis".



R. Freimaņa foto 10. XI, 20 s

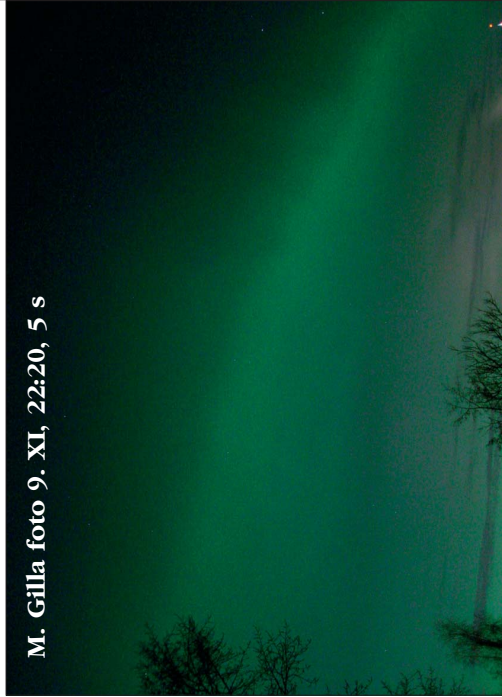


M. Gilla foto 9. XI, 21:47, 7 s



Sk. M. Gilla rakstu "Novembra kāvi rotā Baltijas debesis".

M. Gilla foto 9. XI, 22:20, 5 s

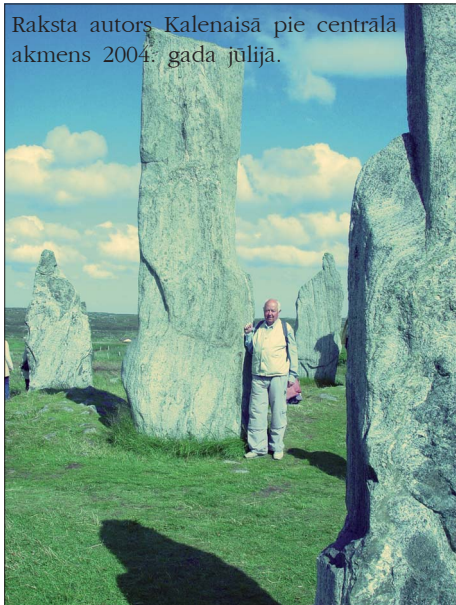


D. Kārkluvalka foto 9. XI, 22:07, 4 s





Raksta autors Kalenaisā pie centrālā akmens 2004. gada jūlijā.



Kalenaisas kopskats no dienvidpuses.



Kalenaisas akmeņu aplis no rietumpuses.

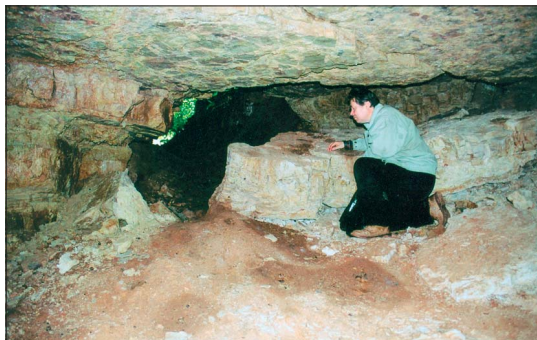


Kalenaisa II.



*Visi att. – autora foto*

*Sk. J. Klētnieka rakstu "Kalenaisa – "Hebridu Stounbendža"".*



Skats no Vidējās Zanderu alas virzienā uz izeju. Raksta autors pie 6 t smagā nobrukušā dolomīta bloka – autiģenās brekcijas apmēram 4 m no alas ieejas.



Bagātīgi "nopludinātā" siena ar skaistiem dzintara krāsas notecējumiem kādā Zanderu dolomītu alā. Sienas fragments (dolomīta bloks) ir apmēram 1 m garš.

*Autora foto*

*Sk. I. Jurģiša rakstu "Līgatnes meteorīta meklējumos".*

mu. Tika sarīkots aizraujošs ķekatknieku sirojums pa Londonas ielām ar mērķi savākt naudu jaunas ēkas celtniecībai Blūmsberijā, kas kara apstākļu dēļ likās nesasniedzams sapnis, kaut gan pats ķekatknieku sirojums bija šausmīgi interesants un jautrs. Mēs soļojām no Blūmsberijas uz Brīmsbilingu un tā līdz pat *“Zilajam enkuram”*. Varētu piebilst, ka ēka Blūmsberijā un ne viena vien tika patiešām uzcelta pēc kara un tur pašlaik sekmīgi darbojas ļoti liela un plaši pazīstama Berkbecka koledža.

Koledžas bibliotēka atradās Greistoukpleisā. Man tā bija ļoti mīļa, tajā valdīja kaut kāda mājīga gaisotne, tur cilvēks jutās īpatnēji brīvs. Pie grāmatu plauktiem drīkstēja brīvi iet klāt. Iespējams, ka tā tas ir visur Anglijā, bet tas tik stipri atšķiras no mūsu bibliotēkām ar to kārtību un stingrību, šī uzticēšanās lasītājam mani dziļi aizkustināja. Pie sienām bija uzraksti: *“Atceries, ka nepareizi atlikta grāmata ir pazaudēta grāmata.”* Es šo brīdinājumu atceros visu savu mūžu. Es to sajūtu kā lielu nelaimi, ka man neizdevās glābt šo bibliotēku 1941. gada 10. maijā, par spīti manām pūlēm, jo manā rīcībā toreiz bija tikai neliels rokas ugunsdzēsamais aparāts.

Laboratorijas koledžā bija ļoti nabadzīgi aprīkotas, salīdzinot ar mūsdienu standartiem, bet puslīdz atbilda visnepieciešamākajām prasībām. Telpas, protams, bija ļoti šauras, pieblīvētas, sadalītas sīkās istabiņās ar finiera starpsienām, smalcīgas. Tomēr tās man bija mīļas. Es tur jutos kā īpašnieks, kad kļuvu par demonstrētāju un Dr. Netltons man teica: *“Tagad jūs varat te brīvi rīkoties un veikt pats savus eksperimentus.”* (Viņš man svinīgi pasniedza arī mācības spēku tualetes atslēgu, it kā mana jaunā statusa simbolu.) Lai nu kā, šajā laboratorijā tika izpildīti augstvērtīgi zinātniski darbi. Sekojot profesora Bleketa tradīcijām, notika pētījumi kosmisko staru jomā. Šos darbus toreiz veica Eriks Džordžs, un tos turpināja Pīters Trents, kuru vēl satīku Anglijā 90. gados un ar kuru sarakstos vēl šodien. Dr. Netltons nodarbojās ar oma vē-

tības absolūto noteikšanu. Viņš man ar lepnumu teica, ka viņam izdevies sasniegt precizitāti vienu lieluma kārtu augstāku par eksistējošo un no tā iznāksot laba publikācija. Šo darbu viņš veica mazā mazā istabiņā pagrabā, piepildītā ar milzīgu vadu daudzumu, kas manī radīja lielu cieņu. Rezultāts man toreiz šķita visai pieticīgs, jo sapratne auga tikai līdz ar briedumu un nāca daudz vēlāk.

Es gribētu tagad veltīt dažus vārdus citiem saviem pasniedzējiem, vismaz tiem, ar kuriem man bijuši kontakti ārpus lekcijām.

Fizikas nodaļu vadīja profesors Dž. D. Bernals, kurš stājās uz Mančestras Universitāti aizgājušā profesora Bleketa vietā. Profesors Bernals atnāca no Kembridžas.

Viņš bija Karaliskās biedrības loceklis, ekvivalents mūsu akadēmīķim, turklāt visjaunākajam, jo viņu ievēlēja 39 gadu vecumā. Viņam bija īpatnēja dzeltenīga sejas krāsa, kupli, nedaudz izspīruši mati, klusa balss un vienmērīgs nemodulēts runas veids, kas skanēja neemocionāli, tomēr atstāja spēcīgu iespaidu. Baumoja, ka viņam esot fantastiski panākumi pie sievietēm un viņš esot radījis pilnīgu sajukumu Kembridžas sievietu vidū. Katrā ziņā ne ar savu ārieni, bet saruna ar viņu patiešām īpatnēji valdzināja un apbūra.

Viņš bija viens no viesiem, ko Idena Vudžere regulāri ielūdza uz vikendu Tanherstā, Epsomā, par kuriem vēl mēģināšu pastāstīt vairāk, jo starp šiem viesiem bija izcili interesanti cilvēki. Es mēģināju uzturēt kontaktu ar profesoru Bernalu arī pēc savas aizbraukšanas no Anglijas, bet šie kontakti tika radikāli pārtraukti ar KGB pūlēm, un neviena vēstule nesasniedza mērķi. Kādā miera konferencē Stokholmā aukstā kara laikā Bernals satika LPSR delegātu Vili Lāci un jautāja par mani. Es jau toreiz biju notiesāts kā angļu spiegs, un Latvijas premjeram V. Lācim vajadzēja nomurmināt kaut ko visai nepārlicieņošu, kā man vēlāk stāstīja viņa sievas brālis Voldemārs Kalpiņš, ar kuru biju sēdējis kopā cietumā pirms kara. Arī V. Lācis pats par šo epizodi rakstījis savā dienasgrāmatā.

Es iestājos koledžā drīz pēc Bernala kā fizikas nodaļas vadītāja atnākšanas. Tajā laikā apgrozībā bija amizants stāsts, kas liecināja par profesora vispārzināmu izklaidību. Nodaļa bija sagatavots svinīgs pusdienu galds par godu notikumam. Visi sanāca, izņemot pašu vaininieku. Tā kā viņa aizmāršība bija vispār pazistama, nolēma aizbraukt viņam pakal uz viņa mājām. Bija atklāts noslēpums, ka tādu māju viņam bija vairākas, vismaz trīs, par kurām varēja būt runa kā par "mājām". Tika irēts taksonometrs, un sākās meklēšana. Patiešām, viņš tika atrasts vienā no šīm mājām un ar triumfu atvests. Cik šai leģendai taisnības, to toreiz zināt nevarēju, bet neiespējama tā nebija, ievērojot Bernala reputāciju.

Lekcijas par elektrību lasīja Dr. Netltons. Viņš tās lasīja no burtnīcas, kurā viss bija uzrakstīts vārdu pa vārdam, kā pārliecinājos, kad reiz varēju starpbrīža laikā iemest aci tajā burtnīcā. Tā, piemēram, tur bija rakstīts: *"Šodien es ar jums runāšu par XYZ un t.t."* Mani tas uzjautrināja, bet vēlākos gados, kad pats sāku lasīt lekcijas, mani vienmēr nomierināja apziņa, ja man acu priekšā bija kādas piezīmes, pat ja uz tām neskatījies, lai būtu nodrošināts pret nejašu "prāta aptumsumu" (tādas lietas gadās). Lai nu kā, viņa lekcijas bija ļoti izsmelošas, un viņš bija izcils fiziķis.

Turklāt viņš bija ārkārtīgi labsirdīgs. Viņa bija kaut kas aizkustinošs, kas izraisīja otrā cilvēkā gandrīz vai maigumu. Pret mani viņš izturējās ļoti labi, un man ar viņu notika daudzas sirsnīgas sarunas par visādiem jautājumiem. Viņš man šķita kā visistākais angļis. Viņš pat izrunāja svešus cilvēku vārdus ar angļizētu akcentu, tāpat arī svešvārdus (kā Čērčils). Ap viņu bija tāda kā vecmodīga aura, kaut kas no Dikensa laikiem.

Doktors Dž. Brediks lasīja teorētisko fiziku. Viņš arī atnāca no Kembridžas un bija izcils eksperimentētājs (viņa grāmata par fizikāla eksperimenta tehniku tulkota un izdota Vācijā un citās zemēs).

Viņš bija ārkārtīgi jauks cilvēks, izpalīdzīgs, nedaudz pļāpīgs, strādājis kopā ar lielo krie-

vu fiziķi Kapicu, kad tas darbojās Anglijā kopā ar Rezerfordu, un lūdza mani kontaktēties ar Kapicu, kad es braucu uz PSRS. Šis kontakts man dārgi maksāja, kad mani pratināja KGB viri vēlākos gados, cenzdamies saistīt to ar manu "spiegošanas darbību" Anglijas labā, vismaz liekot man atzities tajā. Doktors Brediks bija nedaudz izklaidīgs. Viņš vienmēr bija nekārtīgi ģērbies, kreklis karājās ārā no biksēm. Mēs viņu šad tad drusku izjokojām. Man viņš bija miļš gan kā cilvēks, gan kā cienības vērts fiziķis.

Arī R. A. Sidejs pasniedza teorētisko fiziku. Viņš bija no Austrālijas, un man patika viņa īpatnējā austrāliešu izruna. Viņš bija ļoti spējīgs un, kad radās kāda problēma vai pasmags uzdevums, viņš vienmēr izsaucās: *"Vai, tas taču ir viegli!"*

Viņš staigāja ar neskūtu bārdi (ļoti neangliski), un es reiz uzrakstīju pirms lekcijas uz apakšējās tāfeles (kurai uzbīdīja otru) citātu no Bibeles Soģu grāmatas 17. nodaļas *"Samsons un Dalila"*: *"Ja manus matus nocirptu, tad mans spēks man tiktu atņemts un es taptu vājš un kļūtu kā katrs cilvēks."* Atnācis un atsedzis tāfeli, viņš kādu brīdi, klusu ciešot, pastāvēja tās priekšā, tad noslaucīja uzrakstīto un turpināja. Tomēr nelidzēja.

Eriks Džordžs, pajauns pasniedzējs, vadīja laboratorijas darbus. Viņš bija ļoti kompetents, ar labu galvu un labām rokām, ar spēcīgu un skaistu, bet nebūt ne rupju miesas būvi. Es viņu jau pieminēju kā mūsu koledžas regbija komandas galveno "stuti". Viņam piemita vēl viena ārkārtīgi simpātiska īpašība. Viņš bija muzikāls un labi spēlēja klavieres. Viņš man iedeva atslēgu no sava dzīvokļa, lai es tur varētu iet un nodarboties ar savām mūzikas studijām vai vienkārši savam priekam. Viņa zinātniskā darbība bija veltīta kosmisko staru pētījumiem. Cik es zinu, viņš aizbrauca uz Austrāliju, kur turpināja savus pētījumus. Nu jau viņš diez vai vairs ir dzīvs. Viņš man bija ļoti miļš.

Pols Dēnešs (*Dienes*) bija mans matemātikas pasniedzējs, tāpat kā R. Dž. Kuks un A.



A. Bolls, bet man ar viņiem nebija personīga kontakta, kā arī ar ķīmijas pasniedzējiem A. Dž. Velču un D. I. Dž. Aivsu. Dēnešam grāsošs veltīt vairāk "telpas", jo viņš bija viens no tiem cilvēkiem manā dzīvē, kam bijusi vislielākā ietekme manā personības veidošanā.

Viņš bija ļoti interesants un oriģināls kā lektors. Man patika, kā viņš mēdza pieteikt problēmu, un, ja neviens nezināja, kā to atrisināt, viņš ar apburošu smaidu mēdza teikt savā ungāriskajā izrunā: *"Tas izdarāms ar mazu triku."*

Ar Polu Dēnešu man iznāca īpaša saistība. Kādu dienu viņš pie manis pienāca un jautāja, vai es protot krieviski, nākdams no Baltijas. Es atbildēju apstiprinoši, un viņš man piedāvāja mācīt viņam šo valodu. Viņš griebeja iemācīties tikai sarunu valodu un aicināja mani savās mājās. Izrādījās, ka viņš bija precējies ar skulptori vārdā Šari, ar kuru bija šķīries un kura dzīvoja Amerikā. Viņam bija pieauguši bērni. Viņa māja uz mani atstāja neizdzēšamu iespaidu. Kāda liela pagalma vidū stāvēja pilnīgi kvadrātiska vienstāva ēka ar logu vienīgi jumta pusē. Tā bija Šari darbnīca, viņa nevēlējās, lai pasaules notikumi iejauktos viņas dzīvē. Tikpat neparasta kā pati māja bija arī iekšējā iekārta. Vienā stūrī bija ļoti plata, zema gulta, rakstāmgalds, kamīns, citā stūrī bija norobežots virtuves komplekts, sastāvošs no gāzes plīts un paliela virtuves galda. Virtuves galda virsma bija paceļama un zem tās, izrādījās, bija vanna. Citā stūrī bija tualete. Viss istabas vidus bija tukšs. Gar sienām – grāmatu plaukti. Šajā telpā tad mēs arī sākām mācīties. Vēl pēc kāda laika viņš man jautāja, vai man neesot māsa. Es atbildēju apstiprinoši, un viņš man lūdza, vai es nebūtu ar mieru, ja manā vietā pie viņa ietu mana māsa, jo viņam vienmēr esot vairāk ko runāt ar sievieti, nekā ar vīrieti. Tā nu viņi abi sāka mācīties un jāsaka, "aizmācījās" diezgan tālu. Izveidojās cieša draudzība, kuras dēļ Pols aizgāja dzīvot pie manas māsas (viņam tajā laikā, proti, 40. gadu sākumā, bija jau 59 gadi; manai mācai – 22). Tas notika jau pēc

manas aizbraukšanas no Anglijas un tikai vēlāk es dabūju zināt gan par viņu šķiršanos, gan arī par Pola ļoti neparasto izceļšanos un dzīvi. Izrādījās, viņš cēlies no visaugstākās un gāru aristokrātijas. Viņa tēvs bija Ungārijas galvenais tiesnesis, un viņš dzīvoja ārkārtīgi labos apstākļos. Gadījās, ka viņu kā mazu zēnu nolauņoja kāds maniaks, kas viņu turēja ieslodzījumā un spīdzināja. Kad viņu atrada, viņš bija garīgi ļoti stipri traumēts un nespējīgs normāli mācīties. Tēvs viņu aizveda uz kādu no savām muižām, kur viņš mācījās ar mājskolotāju. Pēc kāda laika viņš savu stāvokli izprata un nolēma ar paša gribasspēku sevi izārstēt. Viņš cieta no dažādām fobijām (suņi, cilvēki, mežs un tamlīdzīgi) un spieda sevi no šīm fobijām atbrīvoties. Tas viss notika vēl pirms Pirmā pasaules kara. Būdams bagāts, skaists un interesants cilvēks, viņš nolēma savu pazaudēto bērnību atgūt un sāka piekopt jaunu dzīvi. Tā viņu noveda Parīzē, viņš iepazinās ar tolaik ļoti pazīstamu dejojātāju Aisedoru Dunkani, ar kuru kopā sāka braukāt apkārt un uzstāties ar dejām. Parīzē viņš iepazinās arī ar vienu no pasaules slavenākajiem matemātiķiem Anrī Puankarē, kurš izteica domu, ka Pols varētu kļūt matemātiķis. Viņš sāka studēt matematiku un spīdoši beidza Sorbonnu, kļūdamas par pasaulē pazīstamu matemātiķi.

Parīzē viņš iepazinās arī ar kreisi noskaņotu ungāru emigrācijas sabiedrību, kļuva par komunistu un, kad 1919. gadā Ungārijā pēc Pirmā pasaules kara uz kādu laiku nodibinājās padomju valdība, viņš šajā valdībā kļuva par izglītības komisāru (ministru). Kad revolūciju sagrāva, viņš bēguļoja un nonāca kaut kādā oāzē Āfrikas tuksnesī, kur slēpās, līdz apstākļi pasaulē nomierinājās. Tad viņš aizbrauca uz Angliju un sāka strādāt Londonas Universitātē, kļūdamas par manu matemātikas profesoru. Mūsu draudzība turpinājās, un, kad viņš aizgāja pensijā un sāka dzīvot kādā nelielā ciematā netālu no Redingas, mūsu jauniešu kompānija pie viņa mēdza braukt pavadīt nedēļas nogali. Tie bija īpatnēji izbrau-



kumi. Mēs visi gulējām kaudzē uz grīdas vienā istabā, un svētdienas ritā viņš uzlika plati, parasti ar kādu no Baha Brandenburgas koncertiem, un ar to ienāca mūs modināt. Tā pie viņa tika pavadītas svētdienas. Vēlāk Pols aizgāja dzīvot pie Alana Buša un tur arī nomira.

Koledža bija vēl viens cilvēks starp mācību spēkiem, kurš gan tieši nebija saistīts ar mūsu nodaļu, bet kuram bija ļoti liela ietekme uz mani. Tas bija profesors Dž. B. S. Holdeins, parasti saukts vienkārši Džei Bi Es. Es neatceros, kā mēs iepazīnāmies. Viņš varēja pienākt klāt saistībā ar manu izcelšanos no Baltijas vai arī mūs iepazīstināja dēļ viņa rakstiem laikrakstā “*Daily Worker*”. Tāpat kā profesors Bernals, viņš bija komunisti. Arī viņš bija liels kā personība, un ar viņu bija ārkārtīgi interesanti sarunāties. Profesors Holdeins bija dzīva enciklopēdija, ar kolosālām zināšanām, vienmēr dzīvības pilns un temperamentīgs. Jutos ļoti glaimots, ka viņš vispār ar mani ielaidās sarunās. Viņš bija iesaistīts kādos slepenos militāros pētījumos, bet viens no tiem kļuva plaši pazīstams. Viņš mēģināja noskaidrot, cik ilgi cilvēks var izdzīvot cieši noslēgtā telpā bez skābekļa pieplūduma. Tas bija svarīgi jūras spēkiem, noskaidrojot izdzīvošanas iespējas avarējušās zemūdenēs ekstremālās situācijās. Šo eksperimentu viņš izdarīja ar sevi pašu. (Arī profesors Bernals veica svarīgus militārus pētījumus. Viņš reiz nolāsija lekciju par bumbu sprādzienu iedarbību uz stikla logu rūtīm, kas gaisa uzlidojumu apstākļos bija ļoti aktuāli.)


Tagad daži vārdi par eksāmeniem Berkbeka koledžā. Tie bija ļoti stingri, kā, droši vien, arī citur. Tie notika rakstveidā, ar jautājumu izvēli. Jautājumi bija sastādīti, iespiesti un ielikti aploksnēs kādā citā augstskolā. Uzrakstītie darbi ar atbildēm anonīmi tika sūtīti uz vēl kādu citu augstskolu novērtēšanai. Prasības augstai atzīmei bija ļoti stingras. Īpaši lielu sasprindzinājumu prasīja gala pārbaudījumi.

Eksāmeni notika sešos priekšmetos: mehānikā, siltumā, elektrībā un magnētismā, op-

tikā (tas bija saskaņā ar vispārīgo programmu). Divi pārbaudījumi bija saistīti ar speciālajiem priekšmetiem, kas raksturīgi dotajai koledžai un atbilda tajā veiktajai zinātniskajai darbībai. Viens jautājums bija izteikts svešvalodā. Klāt nāca divi praktiski eksāmeni, no kuriem viens saturēja jau agrāk izstrādātu darbu, bet otrs bija ar pētniecisku raksturu un izdomu. Tieši to es neizturēju un sev ilgi to nevarēju piedot.

Tik tālu par manu studiju periodu. Ar to domāju mūža gadus, ko nodzīvoju Anglijā. Šo gadu vadlīnija vijas uz un ap Berkbeka koledžu, ar kuru biju saistīts no šā posma sākuma līdz pat brīdim, kad vētrainā 1941. gada rudens dienā no neliela Skotijas ciemata Gerokas uzkāpu uz “*Harmonic*” klāja.

Notikumiem bagātā dzīve, kas tam sekoja, pamazām aizēnoja nesenās pagātnes ainas, taču tās nekad neizgaisa pilnībā, turpinādama dzīvot manas sirds un prāta dzīlēs. Un, gadiem ritot, arvien pieaugdama savā skaidrībā un spēkā, tās tiecās iznākt manas uzmanības loka virspusē, radot dedzīgu vēlēšanos vēlreiz ieraudzīt tās vietas, vēlreiz satikt tos cilvēkus, vēlreiz izdzīvot tās dienas, nu jau ar brieduma gudrības acīm un ar “viss jau bijis” rezignāciju. “*Das gibt's nur einmal, Das kommt nicht wieder*” (“*Tas gadās tik vienreiz, tas nenāk vairs*”).

Un tomēr Dievs deva man šo iespēju. Pēc pusgadsimta man izdevās skatīt Londonu vēlreiz. Tā bija mainījusies un tomēr palikusi tā pati. Skatīt Berkbeka koledžu, kas cēlusies augšām no 1941. gada 10. maija pelniem, skatīt dažus vecāka gadagājuma ļaudis, kas palikuši no maniem karalaika draugiem un paziņām, tāpat arī dažus no Berkbeka koledžas jaunās paaudzes. Daži atiruši gali tika sasieti kopā, viens otrs loks noslēdzās, viena otra problēma tika atrisināta. Šis tas bija palicis tāds, kādu to atstāju. Man tas bija jāapkopo sava veida pārskatā, vairāk sev pašam nekā citiem, un jāuztic papīram tas, ko vēl varēju glābt no manas zūdošās atmiņas. Tāpēc esmu sācis pierakstīt dažus fragmentus. 

AGNIS ANDŽĀNS

## STARPTAUTISKĀS KOMANDU OLIMPIĀDES

### “BALTIJAS CEĻŠ – 2003” UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

(Uzdevumus sk. “Zvaigžņotās Debess” 2004. gada vasaras numura 44.–46. lpp.)

1. Apzīmējam  $g(x) = \frac{f(x)}{f(1)}$ . Funkcija  $g$  arī apmierina uzdevuma nosacījumus, un  $g(1) = 1$ . Ar matemātisko indukciju pēc  $\max(p, q)$  pierāda, ka katram  $x = \frac{p}{q}$  vērtība  $g(x)$  ir noteikta viennozīmīgi (pierādījumā pietiek apskatīt gadījumus  $x \geq 1$ ). Viegli pārbaudīt, ka funkcija  $g\left(\frac{p}{q}\right) = p \cdot q$ , kur  $p, q$  – naturāli skaitļi un LKD  $(p, q) = 1$ , apmierina visas prasības. Tāpēc uzdevuma atrisinājumi ir funkcijas  $f\left(\frac{p}{q}\right) = a \cdot p \cdot q$ , kur LKD  $(p, q) = 1$  un  $a = f(1) \in \mathbb{Q}_+$ .

2. Ja  $x_0$  ir vienādojuma atrisinājums, tad vienādojumam  $x_0 \cdot x^2 + px + q = 0$  eksistē atrisinājums  $x = x_0$ ; tāpēc  $D \geq 0 \Leftrightarrow p^2 - 4x_0q \geq 0$ .

3. Nevienādību pārveidojam par

$$x + y + z + \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \geq 2 \left( \sqrt[3]{\frac{y}{x}} + \sqrt[3]{\frac{z}{y}} + \sqrt[3]{\frac{x}{z}} \right)$$

No nevienādības starp vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko iegūstam:

$$\sqrt[3]{\frac{y}{x}} \leq \frac{1}{3} \left( y + \frac{1}{x} + 1 \right),$$

kā arī līdzīgas nevienādības attiecībā uz  $x$  un  $z$ , resp.,  $z$  un  $y$ . Tāpēc pietiek pierādīt, ka:

$$x + y + z + \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \geq$$

$$\geq \frac{2}{3} \left( x + y + z + \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \right) + 2;$$

tas seko no nevienādības  $a + \frac{1}{a} \geq 2$  pozitīvam  $a$ .

4. Tā kā  $a^2 + bc \geq 2\sqrt{a^2 \cdot bc} = 2a\sqrt{bc}$  u. tml., pietiek pierādīt, ka:

$$\frac{1}{\sqrt{bc}} + \frac{1}{\sqrt{ac}} + \frac{1}{\sqrt{ab}} \leq \frac{a}{bc} + \frac{b}{ca} + \frac{c}{ab}.$$

To viegli pamatot, ievērojot, ka lielums  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$  lielāks vai vienāds ar nevienādības kreiso pusi, bet mazāks vai vienāds ar labo.

5. Vispirms ar matemātisko indukciju pierādām, ka  $a_n = 2^{2^{n-2}}$ . Tā kā  $1 + a_1 = 1 + \sqrt{2}$ , pietiek pierādīt, ka:

$$(1 + a_2)(1 + a_3) \dots (1 + a_n) < 2a_2a_3 \dots a_n.$$

To dabū, kreisajā pusē atverot iekavas un summējot tur iegūtās ģeometriskās progresijas locekļus.

6. Apzīmēsim  $m = \frac{n}{d}$  un pieņemsim, ka

{1; 2; ... ;  $n$ } var sadalīt  $d$  elementu apakškopās  $A_1, A_2, \dots, A_m$   $t$  dažādos veidos. Katra no  $C_n^d$  šādām apakškopām ietilpst vienā un tai pašā daudzumā sadalījumu; šis daudzums tāpēc ir  $s = \frac{t \cdot m}{C_n^d}$ . Tā kā katrā sadalījumā vismaz vienas apakškopas summa nav negatīva, tad

šādu apakškopu ir vismaz:

$$\frac{t}{s} = \frac{C_n^d}{m} = \frac{d}{n} \cdot C_n^d = C_{n-1}^{d-1}.$$

**7. Atbilde:** 9901.

**a)** Ja  $X = \{100; 101; \dots; 10000\}$ ,  $a \in X$ ,  $b \in X$  un  $a \neq b$ , tad  $a \cdot b \geq 100 \cdot 101 > 10000$ ; tātad  $a \cdot b \notin X$ . Tātad kopā  $X$  var būt 9901 elements.

**b)** Pieņemsim, ka  $x_1 < x_2 < \dots < x_k$  ir tie  $X$  elementi, kas nepārsniedz 99. Ja tādu nav, viss pierādīts. Ja  $x_1 = 1$ , kopā  $X$  nav citu elementu. Ja  $1 < x_1 < 100$ , apskatām pārus

$$\begin{array}{ll} 200 - x_1, & (200 - x_1) \cdot x_1 \\ 200 - x_2, & (200 - x_2) \cdot x_2 \end{array}$$

...

$$200 - x_k, \quad (200 - x_k) \cdot x_k$$

Skaidrs, ka:

$$\begin{aligned} x_1 < x_2 < \dots < x_k < 100 < 200 - x_k < 200 - x_{k-1} < \dots \\ < 200 - x_1 < 200 < (200 - x_1) \cdot x_1 < (200 - x_2) \cdot x_2 < \dots \\ < (200 - x_k) \cdot x_k. \end{aligned}$$

Tāpēc visi skaitļi apskatāmajos pāros ir dažādi un lielāki par 100 un no katra pāra kopā  $X$  ir augstākais viens skaitlis. Tāpēc ir vismaz  $k$  skaitļi, kas lielāki par 100 un nav kopā  $X$ , un ir tieši  $99 - k$  skaitļi, kas mazāki par 100 un nav kopā  $X$ . Tāpēc vismaz 99 skaitļi nav kopā  $X$ .

**8. Atbilde:** otrajam spēlētājam.

Pierādīsim ar matemātisko indukciju, ka  $2k$  konfekšu gadījumā pirmajam spēlētājam ir uzvaroša stratēģija. Pie  $k = 1$  tas ir acīmredzams. Pieņemsim, ka tas ir spēkā  $2n$  konfekšiem, un apskatīsim  $2n + 2$  konfektes. Ja  $2n + 1$  konfekšu gadījumā uzvar otrs, tad pirmais apēd 1 konfekti un kļūst par otro spēlētāju ar  $2n + 1$  konfekšiem. Tāpēc varam pieņemt, ka  $2n + 1$  konfekšu gadījumā uzvar pirmais. Saskaņā ar induktīvo pieņēmumu viņa pirmais gājiens spēlē " $2n + 1$ " nav apēst vienu konfekti. Tāpēc " $2n + 1$ " spēlē viņš ēd  $n$  konfektes, atstājot otrajam  $n + 1$  konfekti, un uzvar. Tad skaidrs, ka " $2n + 2$ " spēlē pirmais uzvar, ar pirmo gājienu apēdot  $n + 1$  konfekti. Induktīvā pāreja izdarīta.

Atliek ievērot, ka spēlē ar 2003 konfekšiem pēc pirmā gājienu paliek vai nu 2002, vai

1002 konfektes; tāpēc otrs spēlētājs var uzvarēt saskaņā ar iepriekš pierādīto.

**9.** Apzīmēsim Fibonači skaitļus šādi:

$$F_0 = 1, F_1 = 2, F_2 = 3, \dots, F_{10} = 144.$$

Mēs aplūkosim divu veidu situācijas.

"N" apzīmēs situāciju, kad mēs zinām N vienu otram sekojošus naturālus skaitļus, viens no kuriem ir n. "N?M" apzīmēs situāciju, kad mēs zinām N+M vienu otram sekojošus naturālus skaitļus, viens no kuriem ir n, un ir uzstādīts (bet vēl nav atbildēts) jautājums: "Vai n ir kāds no pirmajiem N skaitļiem?" Skaidrs, ka sākuma situācija ir " $F_{10}$ ".

**Teorēma.** Eksistē stratēģija, kas garantē: pēc tam, kad ir uzdoti  $i$  jautājumi un saņemtas atbildes uz pirmajiem  $(i - 1)$  no tiem ( $i = 1, 2, \dots, 9$ ), tiek iegūta viena no situācijām " $F_{10-i}$ "; " $F_{9-i} ? F_{10-i}$ "; " $F_{10-i} ? F_{9-i}$ ".

Teorēmu pierāda ar matemātisko indukciju; katrs nākamais jautājums daļa "hipotēžu nogriežni" ar garumu  $F_{10-i}$  divos nogriežņos tā, ka to garumi ir  $F_{9-i}$  un  $F_{8-i}$  un garākais no tiem ir visa hipotēžu nogriežņa galā.

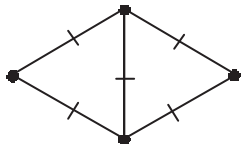
Tātad pēc 9 jautājumu uzdošanas rodas viena no situācijām "OO", "O?OO", "OO?O". Skaidrs, ka ar 10. jautājumu mēs varam uzziņāt vajadzīgo.

**10. a)** Izvēlamies  $x_i \equiv 0 \pmod{4}$  pie  $1 \leq i \leq 6$ ,  $x_i \equiv 1 \pmod{4}$  pie  $7 \leq i \leq 12$ ,  $y_i \equiv 0 \pmod{4}$  pie  $i = 1; 2; 3; 10; 11; 12$ ,  $y_i \equiv 1 \pmod{4}$  pie  $4 \leq i \leq 9$ . Tad mums ir 12 punkti ar vajadzīgajām īpašībām.

**b)** Pieņemsim, ka  $P_1, \dots, P_{13}$  ir kaut kādi režģa punkti,  $P_i = (x_i, y_i)$ ,  $1 \leq i \leq 13$ . No Dirihlē principa seko: no katriem pieciem šiem punktiem var izvēlēties divus, kuru abscisām ir vienādas paritātes un ordinātām ir vienādas paritātes, tātad to veidotā nogriežņa viduspunkts arī ir režģa punkts. Atkārtojot šo spriedumu, mēs iegūstam piecus punktu  $P_i$  pārus bez kopīgiem elementiem, katram no kuriem to veidotā nogriežņa viduspunkts ir režģa punkts. Pielietojam šiem pieciem viduspunktiem to pašu novērojumu un iegūstam vajadzīgo.

**11. Atbilde:** jā.

**Risinājums.** Sākam ar četriem punktiem, kas nosaka piecus vienādus attālumus  $d$  (sk. zīm.) Apzīmējam šo konfigurāciju ar  $\alpha$ .



Izvēlamies divus vektorus  $\vec{a}$  un  $\vec{b}$  ar īpašībām:

- 1)  $|\vec{a}| = |\vec{b}| = d$ ,
- 2)  $\angle(\vec{a}, \vec{b}) = 60^\circ$ ,

3) konfigurācijām, kuras iegūst no  $\alpha$ , pārbidot to par  $\vec{a}$  un  $\vec{b}$ , nav kopīgu punktu ne savā starpā, ne ar  $\alpha$ .

Tad  $\alpha$  un abas tās "kopijas" kopā dod  $3 \cdot 4 = 12$  punktus un  $3 \cdot 5 + 3 \cdot 4 = 27$  attālumus  $d$ .

Līdzīgi turpinot, pakāpeniski iegūstam:  $3 \cdot 12 = 36$  punktus un  $3(27+12) = 117$  attālumus;

$3 \cdot 36 = 108$  punktus un  $3(36 + 117) = 459$  attālumus;

$3 \cdot 108 = 324$  punktus un  $3(108 + 459) = 1701$  attālumus;

$3 \cdot 324 = 972$  punktus un  $3(324 + 1701) = 6075$  attālumus.

**12.** Novelkam riņķa līniju  $\omega$  caur M, C, N; tās krustpunktu ar AC apzīmējam ar O. Pierādīsim, ka O ir  $\triangle AMN$  apcentrs.

Skaidrs, ka  $\angle MON = 180^\circ - \angle MCN = 90^\circ$ . Apzīmēsim  $\omega$  rādiusu ar R, tad:

$$OM = 2R \sin 45^\circ = R\sqrt{2}.$$

Līdzīgi  $ON = R\sqrt{2}$ , tātad  $OM = ON$ . Novelkam riņķa līniju ar centru O un rādiusu  $R\sqrt{2}$ ; tā iet caur M un N. Tā kā  $\angle MAN = \frac{1}{2} \angle MON$ , tā iet arī caur A.

**13.** No taisnleņķa trijstūra BAP seko  $BP \cdot BF = BA^2 = BE^2$ . Tāpēc riņķa līnija, kas iet caur F un P un pieskaras nogriežnim BC, pieskaras tam punktā E. Līdzīgi riņķa līnija, kas iet caur P un G un pieskaras nogriežnim BC, pieskaras tam punktā E. Bet ir tikai viena riņķa līnija, kas pieskaras BC punktā E un iet caur P.

Tātad abas minētās riņķa līnijas sakrīt.

**14.** Apzīmēsim MN, NK, KM viduspunktus atbilstoši ar  $B_1, C_1, A_1$ . Skaidrs, ka  $\triangle NKM$  un  $\triangle A_1B_1C_1$  ir homotētiski. No Šteinera–Karno teorēmas seko, ka perpendikuli, kas no M, N, K vilkti attiecīgi pret AB, BC, CA, krustojas vienā punktā, jo  $AM^2 - MB^2 + BN^2 - NC^2 + CK^2 - KA^2 = 0 + 0 + 0 = 0$ . Vajadzīgais rezultāts seko no homotētijas.

**15.** Tā kā  $CR \cdot CP = CM^2 = DM^2 = DQ \cdot DP$ , tad

$$CR = \frac{DQ \cdot DP}{CP}.$$

Bez tam no Talesa teorēmas

$$\frac{AP}{BP} = \frac{AT}{BS} = \frac{AT}{DQ}, \text{ no kurienes } AT = \frac{AP \cdot DQ}{BP}.$$

Mums jāpierāda, ka  $\frac{DQ \cdot DP}{CP} = \frac{AP \cdot DQ}{BP}$  jeb

$DP \cdot BP = AP \cdot CP$ ; bet tas ir labi zināms fakts (teorēma par hordu nogriežņu reizinājumiem).

**16.** Apzīmēsim  $a - b = p$  un  $ab = k^2$ . Pakāpeniski iegūstam

$$(b + p)b = k^2;$$

$$\left(b + \frac{p}{2}\right)^2 - \left(\frac{p}{2}\right)^2 = k^2;$$

$$\left(b + \frac{p}{2}\right)^2 - k^2 = \left(\frac{p}{2}\right)^2;$$

$$(2b + p + 2k)(2b + p - 2k) = p^2.$$

Tā kā  $p$  – pirmskaitlis, no šejienes seko, ka

$$\begin{cases} 2b + p + 2k = p^2 \\ 2b + p - 2k = 1 \end{cases}.$$

Atrisinot sistēmu, iegūstam  $a = \left(\frac{p+1}{2}\right)^2$ ,  $b = \left(\frac{p-1}{2}\right)^2$ .

Skaidrs, ka par  $p$  var ņemt jebkuru nepāra pirmskaitli.

**17.** Jā, Marijai ir taisnība.

Vispirms pieņemsim, ka Marijas programma par dalītāju  $d$  paziņo "salikts skaitlis". Tā kā  $d > 1$ , masīvā ir vismaz divi  $d$  dalītāji: 1 un  $d$ . Tāpēc Marijas programma nepārbauda  $d$  dalīšanos ar  $d$ ; tātad atrastais  $d$  dalītājs ir starp 1 un  $d$ . Tātad  $d$  tiešām ir salikts skaitlis.

Tagad pieņemsim, ka  $d$  ir skaitļa  $n$  salikts dalītājs, kura mazākais pirmreizinātājs ir  $p$ , tad  $d \geq p^2$ . Skaitlis  $p$  ir sastopams masīvā; pieņemsim, ka pirms tā vēl ir  $n$  dalītāji  $a_1, \dots, a_k$ . Viegli saprast, ka  $pa_1, pa_2, \dots, pa_k$  ir  $n$  dalītāji, kas mazāki par  $d$ . Tāpēc  $a_1, \dots, a_k, pa_1, \dots, pa_k$   $d$  ir  $2k + 1$  skaitļa  $n$  dalītāji, kas nepārsniedz  $d$ . Tāpēc Marijas programma pārbauda vismaz  $k + 1$  skaitļa  $n$  dalītājus un atrod starp tiem skaitļa  $d$  dalītāju  $p$ .

**18.** Tāds krāsojums ir iespējams. Piemēram, var rīkoties šādi. Katru naturālu skaitli  $k$  izsakām kā  $k = 5^m \cdot k'$ , kur  $m$  – nenegatīvs vesels skaitlis un  $k'$  – naturāls skaitlis, kas nedalās ar 5. Divus skaitļus  $k_1$  un  $k_2$  krāsojam vienā un tai pašā krāsā tad un tikai tad, ja  $k_1' - k_2'$  dalās ar 5.

Konstrukcijas pareizību atstājam pārbaudīt lasītājam patstāvīgi.

**19.** Pieņemsim, ka  $a + b = p \cdot q$ ,  $p \neq q$ ,  $p$  un  $q$  – pirmkaitļi. Varam pieņemt, ka  $p \neq 3$ . Tā kā  $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$  ir kvadrāts, tad  $(a + b)^2 - 3ab$  jādalās gan ar  $p$ , gan ar  $q$ ;

tātad  $3ab$  jādalās gan ar  $p$ , gan ar  $q$ . Tā kā  $p$  nav 3, tad vai nu  $a$ , vai  $b$  jādalās ar  $p$ ; tā kā  $a + b$  dalās ar  $p$ , tad ar  $p$  dalās gan  $a$ , gan  $b$ . Ja  $q \neq 3$ , tad līdzīgi iegūstam, ka ar  $q$  dalās gan  $a$ , gan  $b$ ; tāpēc būtu  $a + b > pq$ . Tātad  $q = 3$ .

Apzīmējam  $a = kp$ ,  $b = lp$ ; iegūstam

$$3p = a + b = (k + l)p \text{ un } k + l = 3.$$

Tātad vai nu  $a = p$ ;  $b = 2p$ , vai arī  $a = 2p$ ,  $b = p$ . Abos gadījumos skaitlis  $a^3 + b^3 = 9p^3 = (3p)^2 \cdot p$  nav kvadrāts. Iegūta pretruna.

**20.** Apzīmēsim skaitļa  $n$  visus pozitīvos nepāra dalītājus ar  $t_1, t_2, \dots, t_s$ ; ar  $2^k$  apzīmēsim maksimālo divnieka pakāpi, ar kuru dalās  $n$ . Tad skaitļa  $n$  pozitīvie dalītāji ir

$$t_1, \dots, t_s, 2t_1, \dots, 2t_s, \dots, 2^k t_1, \dots, 2^k t_s. \text{ Tāpēc}$$

$$2n = (2^{k+1} - 1)(t_1 + \dots + t_s) + (k + 1) \cdot s - 1.$$

Labā puse var būt pāra skaitlis tikai tad,

ja gan  $k$ , gan  $s$  ir nepāra. Tad skaitlim  $\frac{n}{2^k}$  ir nepāra skaits dalītāju, tātad tas ir kvadrāts.

Tāpēc  $n = 2^{2^{k+1}} \cdot x^2 = 2 \cdot (2^k \cdot x)^2$ . 🐦

## RISINA LASĪTĀJS ✨ RISINA LASĪTĀJS ✨ RISINA LASĪTĀJS ✨ RISINA LASĪTĀJS

### Rudens numurā publicēto uzdevumu (76. lpp.) atrisinājumi

**1.** Kāpēc paisumi un bēgumi atkārtojas nevis ik pēc 12 stundām, bet pēc 12 stundām un 25 minūtēm? Šo uzdevumu pareizi ir atrisinājis **Varis Karitāns** no Rīgas.

Paisumus uz Zemes izraisa gan Saule, gan Mēness, taču Mēness izraisītie paisumi ir ievērojami stiprāki. Tāpēc paisumu atkārtošanās periods tiek noteikts ar laika starpību starp Mēness kulminācijām, bet to intensitāte – ar Saules un Mēness savstarpējo izvietojumu.

Tā kā Zeme rotē ap savu asi tajā pašā virzienā, kādā Mēness apgriežas ap Zemi, tad noteiktā Zemes vietā Mēness lec ar katru dienu vēlāk, atpaliekot par vienu dienu sava sinodiskā perioda, t. i., 29 dienu, laikā. Tāpēc vienā dienā vidējā atpalikšana būs 1/29 dienas jeb 50 minūtes. Tā kā paisumi notiek gan tad, kad Mēness atrodas augšējā, gan apakšējā kulminācija, laika starpība starp tiem būs 12 stundas un 25 minūtes.

**2.** Kosmiskais kuģis ar masu  $M$  lido ar ātrumu  $u$  un atklāj, ka tam pretī ar ātrumu  $v$  kustas meteoroidu grupa, kas šobrīd atrodas attālumā  $l$ . Kāds spēks jāattīsta kuģim, lai “aizskrietu” no meteoroidiem?

Arī šo uzdevumu ir atrisinājis **Varis Karitāns!**

Kosmosā nav absolūtas atskaites sistēmas. Atrodieties uz kuģa klāja, mums šķitīs, ka meteoroidi lido



mums pretī ar ātrumu  $u + v$ , bet kuģis nekustas. Taču, atrodoties uz viena no meteoroidiem, novērotājam šķietis, ka kuģis kustas ar ātrumu  $u + v$ , bet meteoroids nekustas.

Šeit un tālāk tiek uzskatīts, ka kosmiskā kuģa ātrums ir daudz mazāks par gaismas ātrumu, citādi šis ātrumu saskaitīšanas likums nav derīgs, bet ir jāizmanto speciālās relativitātes teorijas ātrumu saskaitīšanas likums.

Pāriesim atskaites sistēmā, kas ir saistīta ar meteoroidiem (t. i., kurā tie ir nekustīgi). Tajā sākuma momentā kuģis atrodas attālumā  $l$  un tuvojas ar ātrumu  $u + v$ . Ir jāatrod tāds kuģa paātrinājums, ka tā ātrums samazināsies līdz nullei šajā atskaites sistēmā, kamēr kuģis nolidos attālumu  $l$  (ja attīstītais spēks būs minimāls) vai mazāk. Šo spēku  $F$  meklēsim, izmantojot kuģa paātrinājumu  $a$ :  $F = Ma$ .

Kuģa kustības vienādojums (koordinātas atkarība no laika) ir  $S(t) = -l + (v + u)t - at^2 / 2$ , kur  $S$  ir kuģa koordināta. Ātruma atkarība no laika ir  $v(t) = (v + u) - at$ . Laika momentā  $t_1$  kuģis pietuvosies meteoroidiem ar nulles ātrumu, turklāt tā koordināta būs  $S(t_1) = 0$ . Mēs iegūstam divu vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} (v + u)t_1 - at_1^2 / 2 = l \\ (v + u) - at_1 = 0 \end{cases} \text{ vai } \begin{cases} at_1^2 / 2 = l \\ (v + u) - at_1 = 0 \end{cases},$$

kur no pirmā vienādojuma tika atņemts otrais, pareizināts ar  $t_1$ . Tagad no otrā vienādojuma var izteikt  $t_1$ , un tad, ievietojot to pirmajā, atrast kuģa paātrinājumu. No otrā vienādojuma iegūsim, ka  $at_1 = v + u$ ,

tad ievietosim  $at_1$  izteiksmi pirmajā vienādojumā:  $\frac{(v + u)^2}{2a} = l$ , un, izsakot paātrinājumu,  $a = \frac{(v + u)^2}{2l}$ .

Tātad kosmiskā kuģa attīstītais spēks ir  $F = Ma = \frac{M(v + u)^2}{2l}$ .

Reālajā situācijā, ja meteoroidu mākoņa izmērs ir mazāks par attālumu līdz tam, ir daudz vieglāk novirzīties uz malu, nevis pārvietoties atpakaļ. Ja šā akmeņu mākoņa izmērs ir  $L$ , tad spēks, kas ir

jāattīsta perpendikulārā virzienā, lai to apietu no malas, ir  $F_{perp} = \frac{M(v + u)^2}{2l} \cdot \frac{4L}{l}$ . Tiešām, kuģa ātrums mākoņa virzienā nemainās, bet perpendikulārā virzienā kuģis kustas paātrināti, tātad

$$\begin{cases} L = at_1^2 / 2 \\ l = (v + u)t_1 \end{cases}, \text{ t. i., kamēr tiks pāriets ceļš } l, \text{ perpendikulārā virzienā kuģis attālināsies par } L$$

## Uzdevumi

**1.** Saule atrodas 8000 pc no Galaktikas centra, bet Galaktikas diska rādiuss ir 25 000 pc. Atrodiet tādas pašas zvaigznes kā Saule zvaigžņlielumu, ja tā atrodas uz mums tuva Galaktikas diska ārējās malas. Vai ar mūsdienu teleskopiem ir iespējams novērot tādu zvaigzni? Ievērojiet, ka Saules redzamais zvaigžņlielums ir  $-26^m,80$ , bet  $1 \text{ pc} = 206\,265 \text{ a. v.}$

**2.** No 36 pilniem Saules aptumsumiem, kas notika no 1950. līdz 2000. gadam, 12 bija vērojami jūnijā vai jūlijā. Ar ko izskaidrojama šā pilno aptumsumu lielāka iespējamība vasaras mēnešos?

Gaidām jūsu atrisinājumus **līdz 1. februārim!** Pareizo atbilžu autorus nosauksim, labākos vai oriģinālākos atrisinājumus publicēsim.

Mūsu adrese: “Zvaigžņotā Debess” (ar norādi “*Risina lasītājs*”), Raiņa bulvāris 19, Rīga, LV-1586, e-pasts: [astra@latnet.lv](mailto:astra@latnet.lv) (žurnāla redakcija), [dima@latnet.lv](mailto:dima@latnet.lv) (sadaļas autors).

**Dmitrijs Docenko**

## INFORMĀCIJA SKOLOTĀJIEM, SKOLĒNIEM un IKVIENAM INTERESENTAM

### par iespējām iegūt un papildināt savas zināšanas astronomijā:

- no oktobra līdz maijam **Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmēs** var noklausīties profesionālu astronomu un amatieru stāstījumus un uzzināt astronomijas jaunumus. Sanāksmes notiek mēneša pirmajā trešdienā Latvijas Universitātē, Rīgā, Raiņa bulvārī 19, 12. aud., sākums plkst. 18.10. Ieeja brīva. Informācija internetā – <http://www.astr.lu.lv/LAB/index.htm>;
- no oktobra sākuma līdz marta beigām trešdienu vakaros, ja debesis nav apmākušas, var doties uz **LU Astronomisko torni** Rīgā, Raiņa bulv. 19, kur notiek **debess spīdekļu demonstrējumi** ar teleskopu. Sapulcēšanās LU vestibilā plkst. 20.00. Bez iepriekšējas pieteikšanās. Ieejas maksa skolēniem Ls 0,30, pieaugušajiem Ls 0,50;
- mācību gada laikā katra mēneša otrajā un ceturtajā pirmdienā plkst. 18.00 LU Astronomijas institūtā (AI) Rīgā, Raiņa bulv. 19, 404. telpā darbojas **Jauniešu astronomijas klubs**. Pieteikties pa e-pastu: [jak\\_lv@hotmail.com](mailto:jak_lv@hotmail.com) vai mob. tālr. 6857624 (Kristine Adgere);
- darbdienās laikā no plkst. 16.00 līdz 19.00 **Tehniskās jaunrades nama jauniešu astronomijas centrā** Rīgā, Annas ielā 2, 19. telpā 5.–9. klašu skolēni var apgūt astronomijas pamatjautājumus un iemācīties veikt novērojumus. Pieteikties pa tālr. 7374093;
- 9.–12. klašu skolēni savas zināšanas astronomijā var pārbaudīt Rīgas pilsētas **Atklātajā astronomijas olimpiādē**. Informācija pa tālruni 7374093;
- visa mācību gada laikā var doties ekskursijās uz LU **Astronomijas institūtu** (tālr. 7034580), LU AI **Astronomisko observatoriju** Rīgā (tālr. 7611984) un **Astrofizikas observatoriju** Baldones Riekstukalnā (tālr. 7932863), **F. Candra Kosmonautikas muzeju** (tālr. 7614113) un **Ventspils Starptautisko radioastronomijas centru** Ventspils rajona Irbenē (tālr. 3681541). Visur iepriekš jāpiesakās. Ieeja par ziedojumiem;
- informāciju par astronomiju latviešu valodā var atrast interneta lappusēs: <http://www.astr.lu.lv>, <http://www.liis.lv/astron/>, <http://www.ichub.lv/kosmoss/index.html>, <http://www.astro.lv/>, <http://www.liis.lv/astro/>.

I. V.

JĀNIS JAUNBERGS

## METEORĪTU PANSPERMIJA

Aerokosmiskie inženieri joko, ka Zemes okeānu ūdens ir pietiekami tālu attīstījies, lai būvētu raķetes un palaistu sevi kosmosā.

Cilvēku darbības ārpus Zemes tomēr ir niecīgas, salīdzinot ar dabisko “vielmaiņu” starp Zemi un pārējo Saules sistēmu. Stratosfērā nonākušais ūdens Saules ultravioletajos staros sašķeļas par skābekli un ūdeņradi, kas ir pietiekami viegls, lai lēnām aizplūstu kosmosā. Līdzīgs process jau sen noārdīja visu Venēras ūdeņi, un Saules evolūcijas tālākajās fāzēs arī Zemes okeāni atgriezīsies kosmosā.

Ledus blūķi – komētas, kas no ārējās Saules sistēmas iemaldās Zemes apkaimē, reizēm ietricas mūsu atmosfērā un papildina šejienes hidrosfēru.

Cilvēces kosmiskās aktivitātes uz monumentālo dabas procesu fona ir nozīmīgas nevis ar tām dažāto ūdens tonnām, ko raķešdzinēji izmet kaut kur Marsa vai Saturna orbitā, bet gan ar īpašo, nekur citur Visumā neatrodamo informāciju, ko tās nes no vienas planētas uz citu.

Miljardos gadu, kas pagāja, līdz Zemes viela iemācījās ar tehniskām metodēm transportēt informāciju, nejauši meteorīti veica tādu pašus ceļus kā kosmiskās zondes. Līdzīgi daudzām nepietiekami sterilizētām zondēm, asteroidu triecienos izsistie Zemes ieži aiznesa kosmosā Zemes mikroorganismu sporas. Varbūt vēl tagad heliocentriskās orbitās riņķo 65 miljonus gadu vecas koraļu atliekas no Jukatānas pussalas?

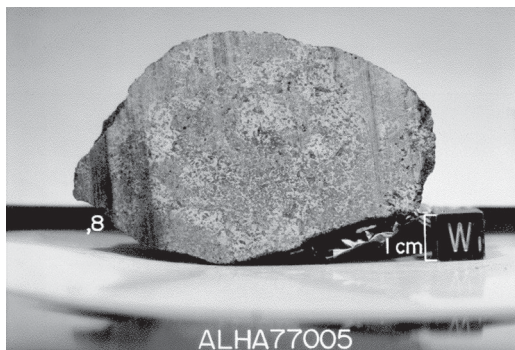
Matemātiskie modeļi liecina, ka lielu asteroidu triecieni tiešām var paātrināt Zemes virsmas iežus līdz otrajam kosmiskajam at-

rumam. Vislielāko eksobiologu interesi izraisa paātrinājuma jeb spallācijas procesi triecienviļņu mijiedarbībā ar planētas virsmu. Izrādās, ka triecienviļņi teorētiski var pietiekami “maigi” paātrināt akmeņus tā, ka to iekšiene nerasniedz sterilizācijai nepieciešamu temperatūru. Mikrobu sporas tātad varēja nonākt heliocentriskās orbitās gan no Zemes, gan Venēras, bet it īpaši no izmēros mazākā Marsa, kura gravitācijas pārvarēšanai pietiek ar salīdzinoši nelielu 5,02 km/s ātrumu.

Kas notiek ar mikrobu sporām akmens plaisās, ja šis akmens riņķo ap Sauli kaut kur starp Venēras un Marsa orbitām? Tā līdzsvara temperatūra ir ap  $-20^{\circ}\text{C}$ , pietiekami silta, lai ledus kosmiskajā vakuumā ātri sublimētos. Ledus iztvaikošana pilnībā aptur mikrobu dzīvības procesus. Varbūt mikrobiem tā arī ir labāk, jo turpmākajos mēnešos sāk uzkrāties jonizējošā starojuma iedarbība.

Tikai lielu, tonnām smagu iežu blūķu iekšiene ir pasargāta no Saules vētrām, kas mazākus objektus caurstaro ar letālu, augstas enerģijas (vairāku MeV) protonu plūsmu. Pašas intensīvākās Saules vētras notiek Saules 11 gadu aktivitātes cikla maksimumā, tātad arī maziem meteorītiem var “laimēties” dažos gados veikt starpplanētu ceļu bez pārmērīgas apstarošanas.

Pilnīgi sastingušās šūnas radiāciju pārcieš labāk nekā dzīvas šūnas ar aktīvu vielmaiņu. Pret radiāciju visnoturīgāko *Deinococcus radiodurans* mikroorganismu sporas pat tā pielāgojušās imobilizēt savu DNS molekulu, lai radiācijas atšķeltie DNS fragmenti paliek savās vietās un vēlāk rekombinējas, atjaunojot



Marsa meteorīts *ALHA77005* šķērs griezumā.

*NASA/JSC foto*

sākotnējos gēnus. Ne velti *Deinococcus radiodurans* sporas sekmīgi pārcieš 1500 reizi lielāku jonizējošā starojuma dozu nekā cilvēki.

Tomēr, gadu tūkstošiem riņķojot ap Sauli, pat lielā akmens blukī iespiežas pārāk daudz caurspiedīgo Galaktikas kosmisko staru, kuru daļiņu enerģija mērāma gigaelektronvoltos. Ja sporas nesošais akmens pietiekami drīz netrāpa augligai planētai, tā dzīvības informācija galu galā iet bojā neskaitāmu jonizācijas izraisītu molekulāru bojājumu dēļ.

Tie 32 Marsa meteorīti, kas pēdējos 190 gados ir atrasti uz Zemes, ir ceļojuši ap Sauli miljoniem gadu, kā to liecina uzkrātās apstarojuma pēdas minerālu kristālos. Droši vien nekāda dzīvība nevar izturēt tik ilgu kosmisko ceļojumu nelielā meteorītā. Tomēr visā Zemes pastāvēšanas laikā šeit ir krituši miljoni tonnu Marsa meteorītu (*sk. att.*). Domājams, ka pēc katra liela asteroīda sadursmes ar Marsu līdz Zemei nonāca svaiga Marsa meteorītu šalts, no kuriem pirmie ieradās pēc pavisam īsa sešu mēnešu ceļojuma. Pretējā virzienā dzīvības digļiem bija grūtāk pārceļot, jo Zemes pamēšanai vajag 2,2 reizes lielāku ātrumu.

#### Saites:

NASA Marsa meteorītu lapa: <http://www2.jpl.nasa.gov/snc/>; triecienu ģeoloģisko pēdu analīze: <http://www.impact-structures.com/>; raksts par meteorītiem uz Marsa: <https://www3.imperial.ac.uk/pls/portal-live/docs/1/11430.PDF>; raksts par Marsa iežu izmešanu asteroīdu triecienos: <http://www.lpl.arizona.edu/~jmelosh/HeadSNC.pdf>; populārs pārskats par Marsa meteorītiem, ieskaitot to izcelsmes pierādījumus: <http://stupendous.rit.edu/richmond/answers/martian.html>

Varbūt nav nejausi, ka dzīvība parādījās uz Zemes jau pirmajos simtos miljonu gadu, kad iekšējā Saules sistēmā vēl bija ļoti daudz asteroīdu. Praktiski vienīgais drošais arguments par dzīvības izplatību Visumā ir dzīvības parādīšanās uz Zemes uzreiz, tiklīdz Zemes virsma pietiekami atdzisa. Tas var liecināt par dzīvības vieglu rašanos no nedzīvām vielām, bet var arī dot mājienu par Zemes dzīvības aizmetņu atceļošanu no vēsākām vietām. Tuvākā, relatīvi vēsākā vieta ir Marss, kas mazāku izmēru dēļ paguva ātrāk atdzist un iegūt cietu garozu.

Marsa dzīvības vai tās palieku meklējumi ir centrālais motivācijas faktors Marsa izpētē un ekspedīciju plānošanā. Diez vai mēs kādreiz uzzināsim, vai Venēra paguva pietiekami atdzist un iegūt mikrobu sporas no Marsa vai Zemes, pirms Saules pieaugošā jauda un siltumnīcas efekts to uzkarsēja līdz pašreizējam stāvoklim. Taču Marss, visticamāk, joprojām glabā stāstu par dzīvības pirmsākumiem.

Ja uz Marsa nav mikrobu pēdu, tad Zemes dzīvība šeit arī ir radusies un tai nav izdevies aizceļot citādi, kā vien būvējot kosmiskās zondes. Ja uz Marsa ir organismi ar līdzīgu ģenētisko kodu, tad varēs atšifrēt, kurš dzīvības atzars – Zemes vai Marsa – ir senāks. Ja Marsa dzīvība izmanto citādu kodu vai citādus pamata ķīmiskos procesus, tad tā ir radusies neatkarīgi, un Visums satur bezgala daudz dažādu biosfēru. Otrais variants ir interesantāks par pirmo, taču pēdējais variants būtu patiešām fenomenāls atklājums, kas liktu vēlreiz pārvērtēt Zemes vietu Visumā. Atbildi var sniegt vienīgi eksperiments – Marsa dzīvības meklējumi, kam vajadzīgi nopietni dziļurbumi Marsa garozā, līdzīgi pētnieciskiem urbumiem uz Zemes.

MARTIŅŠ GILLS

## NOVEMBRA KĀVI ROTĀ BALTIJAS DEBESĪS

Lai arī pēdējais piedzīvotais Saules aktivitātes maksimums bija 1999.–2001. gadā un šobrīd Saules aktivitāte tuvojas cikliskajam minimumam, tomēr 2004. gada 6. un 7. novembrī uz Saules notika spēcīgs Zemes virzienā raidīts uzliesmojums. Tas radija negaidītu iespēju 9. novembrī Latvijā novērot ziemeļblāzmu. Jāpiebilst, ka izcili labi paveicās arī ar laika apstākļiem, jo kopš oktobra beigām pārsvarā bija mākoņains un miglains laiks. Ap 7. novembri interneta portālos, piemēram, *www.spaceweather.com*, norādītā ziemeļblāzmu iespējamība tika pieminēta tikai kā stipri teorētiska, jo laika ziņu portāli nesolīja skaidras debesis vairāku dienu garumā (jāpiebilst, ka mākoņains bija arī lielā daļā Centrāleiropas un Rietumeiropas). Tomēr 9. novembrī neilgi pirms saulrieta kļuva skaidrāks, un līdz ar tumsas iestāšanos pat pilsētas apstākļos varēja labi saredzēt zvaigznes. Vakarā pusē ātra debess apskate liecināja, ka tomēr nekas nav novērojams, bet ap plkst. 21:30 šā raksta autors telefonā saņēma izziņu no Māra Krastiņa, ka ziemeļaustrumu pusē redzama ziemeļblāzma. Patiešām - ziemeļu pusē bija vērojami zaļgani izgaismoti debess laukumi. Intensitāte un forma mainījās, tomēr dominējošā bija tieši zaļā krāsa. Atšķirībā, piemēram, no 2001. un 2003. gadā novērotajām ziemeļblāzmām izpalika izteikti sarkanīgie apgabali un stari. Rīgā pēc plkst. 23:00 debesis pamazām sāka apmākties, un jau 10. novembra pirmajās stundās tās klāja mākoņi.

Ar šī raksta autoru sazinājās Raitis Freimanis, kurš bija mēģinājis novērot ziemeļblāzmu Stokholmā, taču tajā naktī bija apmā-

cies un tikai 10. novembra vakarā izdevās caur mākoņiem atrast iespēju to redzēt (*sk. attēlus vāku 2. un 54. un 55. lpp.*).

Savukārt laikraksta “*Talsu Vēstis*” galvenais redaktors Eduards Juhņevičs elektroniski uzticēja “*Zvaigžņotās Debess*” atbildīgajam redaktoram savus vērojumus, kā arī laikraksta darbinieka Daiņa Kārkluvka vairākus ziemeļblāzmas digitālos uzņēmumus, kas, pateicoties labākiem laika apstākļiem Kurzemes pusē, fiksēti otrdien, 9. novembrī, laikā no pulksten 21:45 līdz 22:20 Talsu pilsētas austrumu nomalē (*sk. attēlus turpat*). E. Juhņevičs raksta: “*9. novembrī stiprāk vai mazāk izteiktu ziemeļblāzmu pamanīju ap pulksten 20:00, un tās tiešu novērošanu ap 23:30 sāka traucēt mākoņi. Arī divas dienas iepriekš, 7. novembrī, ap pulksten 22:45 pamanīju ziemeļblāzmu, kuru novēroju vairāk nekā pusstundu. Iepriekšējos gados man ir gadījies divreiz redzēt ziemeļblāzmu, taču 7. un 9. novembrī novērotās krāsainības un spilgtuma ziņā bija visintensīvākās, un tajās bez zaļganbaltiem un zaļgandzelteniem toņiem bija arī sarkanīgas krāsas toņi.*”

Nākamajā dienā pēc iespaidīgās ziemeļblāzmas nosūtīju e-pastu bijušajam kolēģim no Austrālijas, lai uzzinātu, vai arī dienvidu puslodē kaut kas bija novērojams. Lai arī viņš pats dienvidblāzmu nebija redzējis, tomēr apstiprināja, ka Viktorijas štatā šāda debess parādība esot redzēta – dominējošie bija zaļgani un sarkanīgi toņi.

Jāpiebilst, ka nākamajās dienās pēc ziemeļblāzmas novērojumiem gan presē, gan interneta portālos parādījās informācija, ka ir



bijusi šāda iespaidīga debess parādība. Lasot portālos pievienotos komentārus, redzams, ka daudzi labprāt dalījās savos iespaidos. Tie, kuri redzēja šo parādību, atzina, ka tas tiešām bija iespaidīgi. Kaut arī jau 9. novembra vakarā dažas radiostacijas bija informējušas par gaidāmo dabas parādību, ne visi to bija dzirdējuši un izteica neapmierinātību, ka nav savlaikus par to informēti. Citi gan piebilst,

ka to ir grūti paredzēt. Daži min atmiņas par iepriekš novērotajiem notikumiem. Piemēram, kāds stāsta, ka 1979. gada decembrī Iecavas pusē ziemeļblāzma "izauga" no neliela punktiņa, bija spirālveida un mainīgās krāsās. Atliek tikai secināt, ka laiku pa laikam debesis var novērot negaidīti interesantas parādības, tādēļ ir vērts arī ikdienas gaitās regulāri uzņemt skatu uz zvaigžņoto jumtu. 🐦

NATĀLIJA CIMAHOVIČA

## ZELTA LIETUS KALPONĪTES LIKTENĪ

Melānija Vanaga sava dzimtas apraksta "Dvēseļu pulcēšana" otrajā grāmatā "Mātescilts"\* stāsta par savu vecmāmiņu Jūli Paeglīti, par viņas sūrajām kalpones gaitām pie skopas un skarbas saimnieces.

Reiz vēlā rudens vakarā, vairs nespēdama iztūrēt pārestības, kalponite kā nemaņa skrējusi uz māju tuvumā esošo upi. Tur, piespiedusies pie vecā pilādža, viņa rūgti izraudāja savas bēdas. Bija jau vēls vakars, satumsis. Meitenei sāka salt. Bet: "Uzreiz palika gaišs. Debesis saziēdēja ugunsziediem. Jūlite sastinga brīnumā. Tūdaļ arī no debesīm sāka birt zelts – kā zvaigznes, kā zelta pārslu putenis,

kas virpuļu virpuļiem traucās uz zemi." (..) "Zelts lija bez apstājas. Pilna upe pielija un virs viņas pašas lija. Tīri kā zvaigznes, kā zvaigžņu lietus – apžilbinoši spožs un spēcīgs." (..) "Vakars tumsa uz nakti, bet zelta lietus lija un lija."

Šai zelta lietū Jūlite izlēma no šim mājām tūlīt aiziet, atgriezties tēva mājās pēc divpadsmit grūti nokalpotiem gadiem. Nakti pārsēdējusi kūti, meitene no rīta aizgāja, nesāņējusi savu lagu.

Rakstniece noskaidroja, ka zelta lietus lijis 1877. gada 27. novembrī, kad Zeme bija iegājusi Biēla komētas meteoru plūsmā. Šī komēta bija novērota 1680., 1772., 1805., 1852. gadā un atkal 1877. gada 27. novembrī, kad zvaigžņu lietus bija novērojams visā Eiropā. Zeme bija saskārusies ar sairušās komētas asti. 🐦

---

\* M. Vanaga. "Mātescilts" – Karogs, 1995, 224.–229. lpp.

---

### Rudens laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

*Līmeniski:* 7. Izofāzes. 8. Delambrs. 9. Aģena. 11. Eross. 12. Zasulauks. 15. Rainis. 18. Auvers. 19. Reznika. 20. Zondes. 21. Kaleri. 24. Atlants. 26. Helena. 27. Kvants. 31. Čūsknesis. 33. Vaitis. 34. Tīros. 35. Prunariu. 36. Encelads.

*Stateniski:* 1. Izogonas. 2. Sfēns. 3. Seasat. 4. Remeks. 5. Amors. 6. Prospero. 10. Kleins. 13. Eifrosīne. 14. Supernova. 16. Telesto. 17. Eksakta. 22. Barons. 23. Centaurs. 25. Stefords. 28. Sūknis. 29. Viking. 30. Atēna. 32. Hills.

## KRUSTVĀRDU MĪKLA

*Horizontāli:* **1.** Latviešu mehāniķis (1753–1806), viens no Latvijas pirmās observatorijas Jelgavā organizētājiem. **4.** Viena no bojā gājušajām “*Challenger*” apkalpes locekļēm 1986. gadā. **8.** Mazā planēta (kārtas nr. 5). **9.** ASV ZMP sērija astronomiskiem novērojumiem rentgenstaros. **10.** Zvaigzne Sietiņa zvaigžņu kopā. **14.** Latviešu astronoms un fiziķis (1912–1969). **16.** Meksikāņu kosmonauts (1985. gada lidojums ar “*Atlantic*”). **17.** Vācu astronoms, mazās planētas Eross atklājējs. **18.** Garš metāla izstrādājums. **19.** Neptūna pavadoņi. **23.** Zodiaka zvaigznājs. **24.** Zvaigzne Liras zvaigznājā. **25.** Kosmonauta apģērbs darbam atklātā kosmosā. **28.** Romiešu kara dievs, kura vārdā nosaukta planēta. **31.** Gaisa balons ar aparatūru datu iegūšanai atmosfēras augšējos slāņos. **32.** Saturna pavadoņi. **33.** Krievu kosmonaute. **34.** Astronomiskā parādība, kas saistīta ar debess ķermeņu savstarpējo stāvokli.

*Vertikāli:* **1.** Krievu kosmonauts, lidojis 1998. gadā. **2.** Jupitera pavadoņi. **3.** ASV kosmosa apgūšanas pārvalde (*abrev.*). **4.** Saturna 23. pavadoņi. **5.** Dž. Kasīni 1672. gadā atklātais Saturna pavadoņi. **6.** Maiņzvaigznes. **7.** Zvaigzne Skorpiona zvaigznājā. **11.** Debess sfēras lielais riņķis. **12.** Zemes atmosfēras augšējais slānis. **13.** Stabila elementārdaļiņa. **15.** ASV ASS sērija Saules sistēmas ķermeņu izpētei. **20.** Lielākais no Saules sistēmas planētu pavadoņiem. **21.** Kosmonauta Ž. L. Kretjēna dzimtā valsts. **22.** Bojā gājušā kosmosa kuģa “*Columbia*” (2003) komandieris. **26.** Pirmais japāņu ZMP (1970). **27.** Amerikāņu astronoms, abu Marsa pavadoņu atklājējs. **29.** Spoža zvaigzne Plejādu zvaigžņu kopā. **30.** Veidot ofortu.

Sastādījis **Ollerts Zibens**

|    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|--|----|
| 1  |    |    | 2 |    |    | 3  |    | 4  |    | 5 |    |    | 6  |    |  | 7  |
|    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
|    |    |    |   |    | 8  |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
| 9  |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    | 10 |    |    |  |    |
|    |    |    |   |    | 11 |    |    |    |    |   | 12 |    |    |    |  |    |
|    |    | 13 |   | 14 |    |    |    |    |    |   |    |    |    | 15 |  |    |
| 16 |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    | 17 |    |  |    |
|    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
|    | 18 |    |   |    |    |    |    |    | 19 |   |    |    |    |    |  |    |
| 20 |    |    |   |    |    |    |    | 21 |    |   |    |    |    |    |  | 22 |
| 23 |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    | 24 |    |  |    |
|    |    |    |   |    | 25 |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
|    |    |    |   |    | 26 |    |    |    |    |   |    |    |    | 27 |  |    |
| 28 |    |    |   |    |    |    | 29 |    |    |   | 30 |    | 31 |    |  |    |
|    |    |    |   |    |    | 32 |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
|    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |  |    |
| 33 |    |    |   |    |    |    |    |    | 34 |   |    |    |    |    |  |    |

GUNĀRS RAŅĶIS

## APSĒSTIE UN SAVĀDNIIEKI EKSAKTAJĀS ZINĀTNĒS

Pazīstamā amerikāņu planētu pētnieka un zinātnes popularizētāja Karla Sagāna grāmatā *“Pasaule, kurā mīt dēmons”*<sup>1</sup> ir nodaļa *“Maksvels un apsēstie”* par Maksvelu un viņa lomu vēsturē. Sagāns sāk šo nodaļu ar vīziju, kā XIX gadsimta vidū, karalienes Viktorijas laikmetā, kad Britu impērija bija pasaules vadošā tehnikas lielvara, kādam fantastam varētu ienākt prātā ideja izveidot mašīnu, kas būtu spējīga, neizmantojot vadus, pārraidīt balsi, kā arī kustīgus attēlus, kuri slavina impērijas varenību, uz jebkuru mājokli valsts plašumos. Sagāns raksta, ka tādu uzdrīkstēšanos diez vai būtu uzdrošinājušies atbalstīt pat to laiku Francijā modē nākušā Žila Verna darbu izdevēji. Taču šāda sapņa īstenošana mūsu laikos ir kļuvusi iespējama, balstoties uz elektromagnētiskā lauka teoriju, ko tajā laikā radīja apsēsts skots Džeimss Klārks Maksvels.

Viņa lielākais devums zinātnē bija tāds, ka viņš apvienoja elektrību, magnētismu un gaismu vienotā matemātiskā teorijā un ar to iedvesmoja nākamo paaudžu fiziķus meklēt vienojošas koncepcijas citām fizikālās pasaules izpausmēm.

Maksvels ir daudz paveicis arī citās nozarēs fizikā un astronomijā: pierādījis, ka Saturna gredzeni sastāv no mazām daļiņām, devis ieguldījumu cietu ķermeņu elastīgo īpašību teorijā, kā arī izveidojis gāzu kinētisko teoriju. Sagāns atzīmē, ka tā laika varas pārstāvji nav pietiekami novērtējuši Maksvela devumu sabiedrībai: viņš (tāpat kā trīs citi pazīstamie britu

zinātnieki Faradejs, Darvins un Diraks) nav uzņemts dižciltīgo kārtā, kamēr ievērojamākiem nākamo paaudžu pārstāvjiem Kelvinam, Dž. Dž. Tomsonam, Rezerfordam, Edingtonam un Hoilam piešķirta dižciltība. Te gan jāpiemin – Sagāns neievēro to, ka Maksvels piederēja pie skotu zemākās muižniecības un tāpēc bija dižciltīgs no dzimšanas.

Kad Maksvels kļuva par eksperimentālās fizikas profesoru Kembridžas Universitātē, viņš savā ievadlekcijā sacīja, ka cilvēks, kurš veltījis dzīvi zinātnē, līdzinās mizantropam, kas pazaudējis cilvēciskās intereses un kļuvis nejutīgs attiecībā uz izpriecu vilinājumiem un pienākuma prasībām. Spāņu filozofs Hosē Ortega i Gasetis grāmatā *“Milestība un gudrība”* rakstīja: *“Kad mūsu uzmanība ilgāk un biežāk, nekā tas būtu normāli, kavējas pie viena priekšmeta, runājam par “apsēstību”. Apsēstais ir cilvēks ar traucētām uzmanības funkcijām. Gandrīz visi lielie cilvēki bijuši apsēstie; tikai ar to atšķirību, ka mums viņu māniju sekas, viņu žīglās idejas šķiet derīgas vai apbrīnojamas. Kad Ņūtonam jautāja, kā viņš atklājis savu debess mehāniku, viņš atbildēja: – Nocte dieque incubando – dienu un nakti perējot. Tas ir apsēstā izskaidrojums.”*

Ja izejam ārpus mācības grāmatu sausās vienmuļības un vērīgāk ielūkojamies zinātnes vēsturē, sastopam daudzus apsēstības piemērus. Veidojot variācijas par apsēstības tēmu fundamentālajā zinātnē, iesākumā pakavēsimies pie Maksvela darba turpinātāja Olivera Hevisaida (1850–1925). Viņš dzimis Londonā kokgriezēja ģimenē, ieguvis nepabeigtu vidējo izglītību un strādājis par telegrafistu. Darbu tele-

<sup>1</sup> Recenziju par šo grāmatu sk. žurnāla *“Zvaigžņotā Debess”* 2000./01. g. ziemas numurā (170), 72.–77. lpp.

grāfa kompānijā viņam palīdzējis at-  
rast mātes māsasvīrs, tolaik pazista-  
mais elektrības speciālists Čārlzs  
Vītstons, kura vārds iemūžināts  
Vītstona tiltiņa nosaukumā.

Kad 1873. gadā iznāca  
Maksvela fundamentālais  
darbs *“Traktāts par elektrī-  
bu un magnētismu”*, Hevi-  
sajds nopirka šo grāmatu,  
aizgāja no darba un node-  
vās Maksvela teorijas studī-  
jām. Viņš īsā laikā iemācī-  
jās nepieciešamās matemāti-  
kas nodaļas, bet vēlāk radija di-  
vas jaunas matemātiskās fizikas jo-  
mas – vektoru rēķinus, ieskaitot vek-  
toru analīzi, un operatoru rēķinus. He-  
visajds (*sk. att.*) turpināja Maksvela elek-  
tromagnētiskā lauka teorijas attīstību no tās vie-  
tas, kurā Maksvels bija apstājies. Viņš piešķīra  
jaunu formu Maksvela vienādojumiem, izstrā-  
dāja savu zinātnisko valodu, savu tēlu sistē-  
mu, savu zinātnes problēmu izvirzīšanas un  
risināšanas stilu, tā stipri ietekmējot elektrodi-  
namikas kursu, ko mūsdienās māca topošajiem  
elektronikas un telekomunikāciju inženieriem.  
Tādu pašu teorētisku darbu veica arī  
vācu zinātnieks Heinrihs Hercs, kurš pirmo rei-  
zi eksperimentāli ieguva elektromagnētiskos  
viļņus. Par Maksvela teoriju Hercs rakstīja: *“Pē-  
tot šo brīnišķīgo teoriju, nav iespējams nesa-  
just, ka tās matemātiskajām formulām piemīt  
sava patstāvīga dzīvība un sava apziņa, ka  
viņas ir gudrākas par mums, gudrākas pat par  
savu radītāju, ka tās dod mums vairāk, nekā  
tajās sākumā bija ielikts.”*

Bolcmans grāmatai, kurā izklāstīja Mak-  
svela teoriju, par epigrāfu izvēlējās rindas no  
Gētes *“Fausta”*:

*“Vai rakstītājs kāds dievs ir zīmes šis,  
Kas manas vētras apklusina  
Un sirdi šo, ko mīgla tina,  
Ar prieku pildot, paceļ debesis,*

*Un dabas spēkus apslēptos man atdzīvina?”  
(1. daļa. “Nakts”. V. Bisenieka tulkojums)*



Olivers Hevisajds

Herca atzina Hevisajda prioritāti  
Maksvela teorijas pilnveidošanā. Pa-  
matojoties uz Maksvela vienādo-  
jumiem, Hevisajds ieguva  
daudzus jaunus secinājumus. Tā,  
piemēram, viņš konstatēja, ka elek-  
triski lādēta daļiņa izstaro elektro-  
magnētiskos viļņus, ja tā  
pārvietojas ar ātrumu, kas  
lielāks par gaismas ātrumu.  
Tādu gaismas izstarojumu  
(to sauc par Čerenkova iz-  
starojumu, jo krievu fiziķis  
Pāvels Čerenkovs 1934. gadā  
novēroja šķidrumu spīdēšanu rā-  
dijā izstaroto gamma staru ietekmē)

varejām saskatīt ūdenī Salaspils atom-  
reaktora baseinā aktīvās zonas tuvumā.  
Notiek tā, ka gamma kvanti rada elektronus,  
kuru ātrums ir lielāks par gaismas ātrumu  
ūdenī. Šo rindu autors neilgi pirms Salaspils  
atomreaktora slēgšanas vēl speciāli apmek-  
lēja reaktoru, lai pēdējo reizi palūkotots uz  
brīnumskaisto spīdumu reaktora baseinā.

Maksvela, Herca un Hevisajda radošās  
darbības ziedu laiki ir XIX gadsimta otrajā  
pusē. Nākamais gadsimts eksakto zinātņu vēs-  
turē iezīmējās ar kvantu mehāniku – teoriju,  
kas izskaidro mikropasaules fenomenus. No  
tās radītājiem varbūt spilgtākais apsēstā pie-  
mērs ir austriešu izcelsmes fiziķis Volfgangs  
Pauli (1900–1958), kura galvenais veikums  
atoma elektronu čaulu struktūras izpratnē ir  
tas, ka viņš ieveda ceturto kvantu skaitli, kas  
raksturo elektrona spina orientāciju telpā. Pa-  
uli bija tīrs teorētiķis, kurš nenodarbojās ar  
eksperimentiem. Fiziķu aprindās saglabāju-  
sies šāda leģenda. Getingenas Universitātes  
profesora Džeimsa Franka eksperimentālās fi-  
zikas institūtā reiz notika sprādziens. Vēlāk  
noskaidrojās, ka tieši tajā brīdī caur Getinge-  
nu gājis vilciens, kurā braucis Pauli. Uz mis-  
tiku noskaņoti cilvēki varēja sasaistīt Pauli ne-  
daudzu minūšu klātbūtni jūdzes attālumā no  
institūta ar eksploziju laboratorijā.



Pauli filozofisko uzskatu attīstībai veltītie pētījumi, kuros analizēta arī viņa sarakste ar citiem fiziķiem<sup>2</sup>, liecina, ka Pauli piemētsi zināma tieksme uz misticismu, ka viņam bijuši savdabīgi uzskati par mums apkārtējo pasauli, ka viņš nav saskatījis asu robežu starp zinātņi un reliģiju vai zinātņi un metafiziku, ka viņa priekšstats matērija un gars ir saistīti kādā nesaraujamā vienotībā. Viņš centās radīt jaunu realitātes koncepciju, kura ietver sevī reālās pasaules iracionalitāti. 1958. gada decembrī sirdslēkme pārtrauca Pauli lekciju Čīrihes Politehniskajā institūtā. Ar ātrās palīdzības mašīnu viņu nogādāja slimnīcā un ievietoja 137. palātā, kur pēc dažām dienām viņš šķīrās no dzīves. Pauli saskatīja šajā apstākli kādu likteņa sūtītu zīmi, jo pirmskaitlim 137 ir tuva līdzība ar vienu fundamentālo konstanti – sīkstruktūras konstanti  $\alpha = v_1/c = 2\pi e^2/\hbar c$ , kur  $v_1$  – elektrona ātrums ūdeņraža atomā uz pirmās Bora orbītas,  $c$  – gaismas ātrums,  $\hbar$  – Planka konstante. Sīkstruktūras konstantes skaitliskā vērtība ir  $\alpha = 7,30 \cdot 10^{-3} \approx 1/137$ . Pauli daudz bija domājis par šo skaitli.

Pirmās atoma kvantu teorijas radītājs daļu fiziķis Nils Bors reiz visai savdabīgi novērtēja vācu fiziķa Vernera Heizenberga jaunizveidoto elementārdaļiņu spinoru teoriju, sacīdams, ka šī koncepcija neapšaubāmi ir neprātīga koncepcija, taču diez vai tā ir pietiekami neprātīga, lai būtu pareiza. Šo formulējumu vēlāk pieņēma par raksturīgāko iezīmi XX gadsimta jaunajām teorijām par dabu. Vēl XIX gadsimta beigās fizikā valdīja uzskats, ka pasaules aina savos pamatos ir jau izveidota un atliek tikai precizēt tās detaļas, ka jaunas parādības vajag mēģināt izskaidrot ar

jau zināmiem fundamentāliem principiem. Ar jaunām neprātīgām koncepcijām ir pilna XX gadsimta zinātne – kvantu mehānika un elementārdaļiņu fizika. Taču tā laika literatūrā netrūka arī pilnīgi fantastisku pasaules interpretācijas mēģinājumu, kā, piemēram, nacistu Vācijā popularizētā doktrīna, ka mēs dzīvojam izdobtā pasaulē – uz kādas lodes iekšējās virsmas. Daudzi no šādiem mēģinājumiem tā arī palika pseidozinātnisko pūliņu jomā un neguva profesionāļu ievēribu. Tomēr teorētiku radošā fantāzija ir izveidojusi arī visai oriģinālas koncepcijas, kā, piemēram, ekspandējošās Zemes teoriju, kas uzskata, ka Zemes vēsturiskās attīstības gaitā tās diametrs un masa ir nepārtraukti auguši<sup>3</sup>. Šī koncepcija ir pretrunā Lielā Sprādziena kosmoloģijai. Arī šodien zinātnieki cenšas pilnveidot alternatīvās kosmoloģiskās teorijas, kas nesaškan ar Lielā Sprādziena koncepciju. Tā angļu kosmologs sers Freds Hoils turpina attīstīt nemainīgā (stacionārā) Visuma teoriju un nesen ir papildinājis to ar jaunu hipotēzi, ka supernovu sprādzienos rodas un tiek izklaidētas pasaules telpā sīkas dzelzs adatiņas (ar garumu ap 1 mm un diametru  $10^{-5}$  mm), kurām ir būtiska loma mikroviļņu fona izcelsmē<sup>4</sup>.

Eksakto zinātņu profesionāļu aprindās kļūvis par tradīciju sava veida “labais tonis”, kam raksturīga kritiska attieksme jauno ideju novērtēšanā. Šī tradīcija rosinājusi izdobtās Zemes hipotēzi piepulcināt pseidozinātnes jomai.

XX gadsimta lielais angļu valstsvīrs Vinstons Čērčils savos memuāros par Otro pasaules karu rakstīja, ka karš ir rupju kļūdu katalogs. Līdzīgi tam var sacīt, ka teorētiskā eksaktā zinātne ir divainību kolekcija. Viens

<sup>2</sup> Laurikainen K.V. “Beyond the atom. The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli” – Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer, 1988. – 234 p.

Enz Ch. P. Meyenn K. von (Herausgeber). “Wolfgang Pauli. Das Gewissen der Physik” – Braunschweig/ Wiesbaden: Fr. Vieweg, 1988. – 546 S.

<sup>3</sup> Кэри У. “В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. История догм в науках о Земле” – М.: Мир, 1991.

<sup>4</sup> Sk. K. Bērziņa rakstu žurnālā “Zvaigžņotā Debess” 2000. g. pavasara numurā (167), 30.–36. lpp. Par dzelzs adatiņu hipotēzi sk. Freda Hoila rakstus žurnālā “Bild der Wissenschaft” 1989. gada 1. un 1990. gada 2. numurā.

no tādiem divainiem veidojumiem ir arī fraktāli matemātikā. Franču matemātiķis, Lietuvas ebreju emigrantu pēctecis Benuā Mandelbrots savai grāmatai par fraktāliem titullapas atvērumā ievietojis kādas kopas attēlu kompleksā plaknē. Tai piešķirts viņa vārds (*sk. att.*). Mandelbrota kopu uzskata par pašu sarežģītāko matemātikas objektu.

Informāciju par zinātnes lielo garu apsēstību iegūstam no zinātnieku memoāriem un apcerējumiem par zinātnes vēsturi. Samērā maz ir ziņu par to, vai tipiski apsēstie bijuši sastopami arī mūsu Latvijas zinātnē. No vecāko kolēģu stāstiem savulaik man kļuva zināms par savdabīgiem divainības fenomeniem pirmskara Latvijas Universitātē. Mehānikas fakultātē tolaik darbojušies divi profesori Vitoli. Statiku mācījis starptautiski pazīstamais hidraulikas speciālists Alfrēds Vitols (studentu saukts par “ūdens Vitolu”), kura savdabība izpaudusies tādējādi, ka dažreiz lekcijās viņš pēkšņi spontāni pārgājis uz franču valodu. Tēlotājas ģeometrijas lekcijas lasījis Jēkabs Vitols, kurš pirmajā lekcijā vienmēr nodemonstrēja, kā var, nenovelkot žaketi, apgriezt vesti uz otru pusi, un tādēļ studenti viņu iesaukuši par “vestes Vitolu”.

Komunistiskās sistēmas sabrukums ir vicinājis dažu jaunu un divainu ideoloģisko fenomenu parādīšanos postsociālisma sabiedrībās. Tā pēdējos gados modē nākusi tieksme uz iracionālo. Kā spilgtu piemēru lai minam lekciju ciklu, ko 1998. gada pavasarī Rīgā ar Rēriha biedrības gādību sarīkoja divi Krievijas fiziķi G. Šipovs un A. Akimovs. Cikla devīze bija: “*Vai esam gatavi pārkāpt materiālās pasaules sliekšni?*” Šie autori ir izveidojuši savdabīgu vērpes (torsionu) lauku koncepciju, kas pretendē uz to, ka “*maina mūsu priekšstatus par tādiem filozofiskiem pretstatiem kā materiālais un ideālais, objektīvais*



Benuā Mandelbrota grāmatas titullapa.

*un subjektīvais, zinātne un burvestība, zinātniskās zināšanas un reliģija, sniedzot esošā vienotu izskaidrojumu, ietverot tajā arī ezoteriku, zinātni un burvestību, zinātniskās zināšanas un reliģiju*”. (Te burtiski citējam tekstu no šo autoru darbiem<sup>5</sup>.)

Attiecībā uz torsionu tehnoloģiju eksperimentāliem rezultātiem to autori savos priekšnesumos aprobežojās ar fotoattēla demonstrējumu: neliela kastīte ar dažiem rokturiem un konusu uz tās. Tas esot torsionu lauku ģeneratori. Tā darbības principu Šipovs un Akimovs pasludināja par komercnoslēpumu. Vērpes lauku domas gigantu aizstāvji no mūsu zinātnieku aprindām<sup>6</sup> attaisnoja šo torsionu lauku iegūšanas principu slēpšanu, atgādinot,

<sup>5</sup> Шипов Г. И. “Теория физического вакуума. Новая парадигма” – М.: НТ-Центр, 1993.

<sup>6</sup> Tāds ir LU Teoloģijas fakultātes lektors Dr. habil. phys. J. Tambergs. Sk. viņa rakstu “*Vai esam Einšteina sapņa piepildījuma liecinieki? Iespējams, esam uz 21. gadsimta pasaules izpratnes un uz pilnīgi jaunu tehnoloģiju sliekšņa*” // Latvijas Vēstnesis. – 1997. g. 21. marts.

ka arī atombumba tika izstrādāta slepenībā. Taču šāds spriedums diez vai spēj izturēt nopietnu kritiku. Pirmās atombumbas autori taču neceļoja pa pasauli ar publiskām lekcijām, lielidamies ar saviem atklājumiem, kā to mūsu dienās dara torsionu lauku doktrīnas veidotāji. Šipova un Akimova koncepcijai un arī tās autoru uzvedībai piemīt vismaz divas neparastas īpatnības, kam grūti rast piemērus eksakto zinātņu agrākā vēsturē (vismaz starp tiem zinātniekiem, kuri devuši nopietnu un palieckamu ieguldījumu fizikā): hipertrofēta pašreklāma un eksperimentālo datu slēpšana (ja tādi ir). Autori vizītes laikā Rīgā pārdeva videofilmu, kurā teikts: *“Krievu zinātne visu laiku ir vilkusies aiz Rietumiem, ar šo mēs pārlēksim pāri un būsīm priekšā.”* Kurš var nosaukt zinātnes vēsturē kādus nopietnus autorus ar līdzīgām atklāti deklarētām pretenzijām?

Fantastiskā izgudrojuma autoru sacerējums atrodam ziņu, ka jau 1986. gadā veikta sekmīga informācijas pārraide ar torsionu laukiem 22 km attālumā. Salīdzinājumam gan der arī atgādināt vēstures faktus: no pirmajiem Popova un Markoni radiotelegrāfa eksperimentiem līdz 1901. gadā Markoni realizētajiem radiotelegrāfa sakariem starp Eiropu un Ameriku pagāja tikai seši gadi. Kādēļ gan tagad, zinātnes strauja progresa apstākļos, tik vērtīga izgudrojuma ieviešana velkas tik lēni? Varbūt ir tikai bungu ribināšana un nav ko ieviest?

Torsionu lauku koncepcijas radītāju uzvedības divainībai tuvu piemēru varam atrast pasaules literatūrā. Anatols Franss *“Pinguīnu sala”* citē kādu vietu no Kazanovas memuāriem – dabaszinātņu kabineta pārzinis parāda salmos ievistītu saini, paskaidrodams, ka tur esot pūķa ģindenis, un piebilst: *“Tas ir pierādījums, ka pūķi nav teiksmaini dzīvnieki.”* Kamēr torsionu lauku sludinātāji nebūs publicējuši eksperimenta aprakstu, ko varēs atkārtot citi fiziķi, doktrīna nevar pazaudēt savu teiksmainību, kas pievilina ezoterikas fanus. Pūķa ģindenis salmu ķīpā paliek laba metafora šīs koncepcijas būtības raksturoju-

mam. Koncepcijas autori vairāk pārsteidz ar savu divainību nekā apsēstību. Taču pagaidām šo teoriju var klasificēt arī kā piederošu pseidorelīģisko pūliņu jomai. Krievu filozofs Ivans Lapšins grāmatā *“Izgudrojuma filozofija un izgudrojums filozofijā”*<sup>7</sup> raksta par relīģisko jaunradi kā relīģiskās dogmatikas jauna veida izstrādes formu, kuras galvenās īpatnības ir brīnums, noslēpums un autoritāte (gluži kā Dostojevskas Lielinkvizitoram no *“Brāļiem Karamazoviem”*) un atzīst, ka katru reizi, kad teoloģiskā domāšana nonāk tuvu šiem fenomeniem, tā tiši vai netiši aizvieto prāta loģiku ar emociju loģiku. Šajā kontekstā kļūst saprotama arī Rēriha biedrības interese par Akimovu un Šipovu. Ilgā dzīve padomju sistēmā mūsu laikabiedru apziņā ir nostiprinājusi pieradumu pie pseidorelīģiska materiālisma un ateisma uzskatiem, tādēļ arī mūsdienu Latvijā zināmu popularitāti sastapuši jaunie ticības meklējumi Rērihu garā. Rīgā Rērihu mācība mūsu dienās tiek plaši propagandēta. Tai ir savi misionāri, tā guvusi piekritējus eksaktās inteliģences aprindās un radusi fanus, kuri kļuvuši par šīs jaunās pseidorelīģijas sludinātājiem. Tas liecina, ka eksaktās zinībās skolotiem prātiem ir pietrūcis kritiskā gara, lai turētos pretī šīs jaunās ticības vilinājumiem. Vācu filozofs Osvalds Špenglers grāmatā *“Vakarzemes bojā eja”*, kurā sniegta lieliska vēstures interpretācija, raksta, ka kultūru evolūcijas pēdējos posmos parādās savā veida jauna reliģiozitāte, ko viņš nosauc par sekundāro reliģiozitāti, kad *“izzūd racionālisms un atklājas primitīvas reliģijas veidols”*.<sup>8</sup> Špenglera aprakstītais Rietumu (vakareiropeiski amerikāniskās) civilizācijas norieta scenārijs isumā ir šāds. Ir pārdzīvots prāta

<sup>7</sup> Лапшин И. И. “Философия изобретения и изобретение в философии” – М.: Республика, 1999. – 399. стр.

<sup>8</sup> Spengler O. “Untergang des Abendlandes”. Bd. 2. – Muenchen: C. H. Beck, 1923.

Шпенглер О. “Закат Европы” – т. 2., глава 20.

tirānijas laikmets, kam raksturīgs precīzo zinātņu, dialektikas, pierādījuma, pieredzes, kauzalitātes kults. Eksaktā zinātne ar savu jautājumu nostādnes un metodes precizēšanu virzās pretim pašiznīcībai. *“Zinātnes bojāeja pastāv tajā apstākļi, ka viņa nevienam vairs nav notikums. Vēl divi gadsimti zinātnes or-*

*ģiju – un mums būs diezgan. Ne tikai katram no mums, bet pašai kultūras dvēselei būs gana.”* Tā raksta Špenglers.

Vai nebūtu pienācis laiks arī humanitāro zinātņu profesionāļiem pievērsties jauno pseidorelīģisko doktrīnu analīzei? 🐦

## ŠOZIEM ATCERAMIES 🐦 ŠOZIEM ATCERAMIES 🐦 ŠOZIEM ATCERAMIES

**Pirms 150 gadiem** – 1855. gada 6. janvārī pēc vecā stila (18. janvārī pēc jaunā stila) Rīgā dzimis astronoms **Jakobs Juliuss Zeibots** (*J. J. Seyboth*, iespējams, latviešu izcelsmes). Astronomijas kandidāta darbu izstrādājis un grādu ieguvis Tērbatas Universitātes observatorijā. Turpmāk strādājis Pulkovas observatorijā par ārštata astronomu (1880–1881), pēc tam līdz mūža galam par rēķinātāju (skaitļotāju). Apstrādājis desmitiem tūkstošu novērojumu, kas iegūti galvenokārt ar Pulkovas observatorijas meridiānriņķi, un, veicot vajadzīgās redukcijas, sagatavojis zvaigžņu stāvokļu aprēķinus publicēšanai vairākos Pulkovas katalogos. Kā atzīmēts Pulkovas observatorijas 100 gadu jubilejas izdevumā, šo darbu J. J. Zeibots veicis ļoti rūpīgi un lieliskā kvalitātē. Noteicis arī 130 zvaigžņu īpatnējās kustības. 1896. gadā kā Pulkovas astronoms uzņemts par biedru Vācijas Astronomijas biedrībā *“Astronomische Gesellschaft”*. Miris 1916. gada 9. (22.) novembrī. Apglabāts Pulkovas kapsētā, kur saglabājies viņa kapakmens.



**Pirms 125 gadiem** – 1880. gadā uzsākta **Rīgas un Liepājas** sistemātiska **topogrāfiska uzmērīšana**. Rīgā šo darbu veica Politehnikuma profesora Aleksandra Beka (*A. Beck*, 1874–1926) vadībā.

I. D.



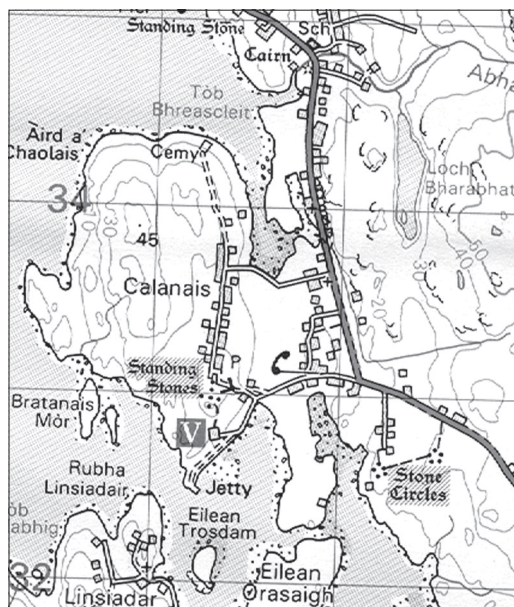
JANIS KLĒTNIĒKS

## KALENAISA – “HEBRIDU STOUNHENDŽA”

Atlantijas okeāna Skotijas ziemeļrietumu piekrastē atrodas Arējo Hebridu salas bagātas ar daudziem akmens un bronzas laikmeta pieminekļiem. Uz lielākās Lūisa (*Lewis*) salas atrodas otrs visievērojamākais megalītu piemineklis Britu salās – Kalenaisas akmeņu veidojums (*sk. att. arī 56. lpp.*). Neparastie, stāvus saslītie akmeņi savā izkārtojumā izteic senā ķeltu krusta veidu, šo vietu apvij leģendas un ticējumi. Jau kopš 17. gs. Kalenaisas akmeņi pievērsuši daudzu ceļotāju un pētnieku uzmanību. Pēdējā laikā tos ne bez pamata dēvē par “Hebridu Stounhendžu”, jo akmeņu izkārtojumā atklātas vairākas astronomiskā orientējuma pazīmes.

### MEGALĪTISKĀ VEIDOJUMA ĢEOMETRIJA

Kalenaisas (*Calanais, Callanish*) akmeņu izkārtojumā saskatāma savdabīga ģeometrija. Akmeņu veidojums ietver centrālo apli, kuram krusta veidā pieslēdzas trīs rindas. Centrālajam aplim nedaudz saspiesta riņķa veids ar 13,8 m garu lielāko asi un 12 m mazāko. Aplī izvietoti 13 lieli līdz 3 m augsti akmeņi, ietverot ap 124 m<sup>2</sup> laukumu. Apļa vidū stāv ap 5 m augsts plakans akmens, kura platākā plakne gandrīz precīzi pavērsta meridiānā. Ziemeļdaļā aplim pieslēdzas 83 m gara avēnija ar divās rindās izkārtotiem akmeņiem. Kādreiz avēnijā atradušies 39, bet tagad saglabājušies vairs tikai 19 akmeņu, no tiem austrumpuses rindā deviņi un rietumpuses 10 akmeņu. Akmeņu rindas nav savstarpēji paralēlas, ZZA daļā avēnijas platums 6,7 m, bet



Lūisas salas austrumu piekraste ar Kalenaisas akmeņu izvietojumu.



Kalenaisas akmeņu aplis 19. gs. 60. gados. Akmeņu gaišākā apakšējā daļa parāda noraktā kūdras slāņa biezumu.



Viens no pirmajiem Kalenaisas fotoattēliem 19. gs. beigās.

pie apļa sašaurinās līdz 6,0 m. Īpatnēji, ka avēnijas austrumpusē akmeņi ir nedaudz zemāki par rietumpusē esošajiem.

No austrumiem, dienvidiem un rietumiem aplim pieslēdzas išākas akmeņu rindas. Austrumpuses rinda ir 23 m gara ar pieciem akmeņiem. Tikpat daudz akmeņu atrodas 27 m garajā dienvidpuses rindā, bet rietumpuses rinda ir išāka – 13 m gara ar četriem akmeņiem. Ārpus centrālā apļa DR pusē atrodas atsevišķi stāvošs akmens, kas it kā neiekļaujas kopējā veidojumā. Iespējams, tam bijusi īpaša nozīme. Arī aplim tuvākais avēnijas austrumu rindas akmens uzskatāms par atsevišķi stāvošu.

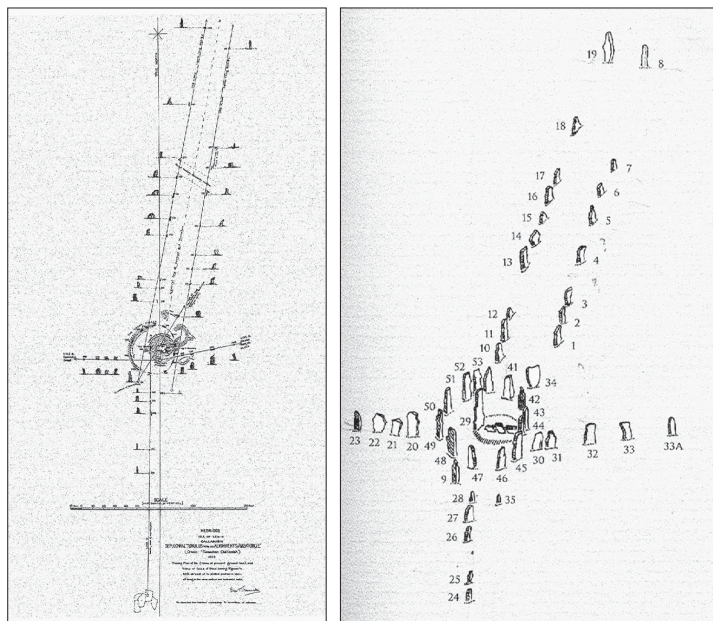
1980.–1981. gadā Kalenaisā Patrika Asmūra vadībā veica arheoloģisko izpēti, kuras gaitā akmeņu apļa iekšpusē atsedza agrinā bronzas laikmeta ugunsķuru vietas un atrada māla trauku lauskas. Šie atradumi norādīja, ka akmeņu aplis izveidots vismaz ap 2200 gadu p. m. ē., bet avēnija un sānu rindas pievienotas vēlāk. Arheologi izpētīja arī netālu no centrālā akmens atrodošās kapenes veida kapenes, kur kremēto kaulu atliekas datējumās ap 1700. g. p. m. ē. Nelielās kapenes arhitektūra stipri atšķiras no tuvākajā apkārtnē esošajām un tām nav līdzīgas arī visā Dienvidrietumu Skotijā. Domājams, ka kapenes cē-

lusi cita ļaužu grupa, kas apmetusies vairākus gadsimtus vēlāk pēc akmeņu apļa veidotājiem. Arheoloģiskā izpēte arī apstiprināja vēsturnieka Obrija Bērļa agrāk izteikto viedokli par dažādiem Kalenaisas celtniecības periodiem, uzskatot akmeņu apli par vecāko veidojumu.

Kembridžas Universitātes profesors Aleksandrs Toms, kas pētījis Britu salu megalītisko pieminekļu ģeometriju, Kalenaisas akmeņu apli pieskaita vecākajam megalītu A tipam. Garāko apļa asi viņš aprēķinājis 15,5 megalītiskos jardus garu (1 megalītiskais jards = 0,829 m). Pārsteidzošs ir Kalenaisas lielais vecums, jo tā celta tikai dažus gadsimtus vēlāk nekā vecākās piramīdas Senajā Ēģiptē un gandrīz tajā pašā laikā, kad Stounhendža Britānijas dienvidos. Kalenaisas celāji ar īpatnējo apļa formu un lielumu neapzināti radijuši ģeometrijas elementus, kas tikai 19 gadsimtus vēlāk kļuva pazīstami ar sengrieķu matemātiķa Eiklida formulētajiem jēdzieniem.

## AKMEŅU RINDU ASTRONOMISKIE VIRZIENI

Kalenaisas akmeņi pirmoreiz literatūrā pieminēti 17. gs. beigās. Sākumā tos uzskatīja par senu drūidu templi un apvija ar daudzām



Admirāļa B. Samervila zīmētais Kalenaisas akmeņu plāns (1912. g.) (*pa kreisi*) un 1928. g. sastādītais Kalenaisas plāns.

legendām. Kalenaisas akmeņu zinātniskā izpēte aizsākās 19. gs. vidū. 1855. gadā noņēma 1,5 m biezo kūdras kārtu, kurā akmeņi bija ieauguši, un zem tās atklājās iepriekš pieminētās kapenes un senu koka stabu vietas. Tika uzzīmēti visi akmeņi, izvietojuma plāns un kopskati. Skotijas Senatnes biedrība uzņēmās izpēti organizēšanu un panāca akmeņu aizsardzību.

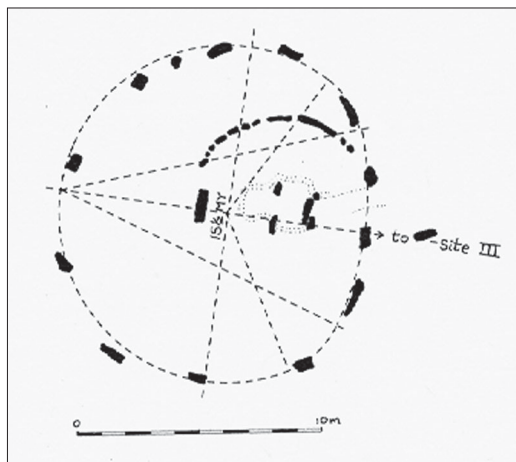
Pirmos plašākos pētījumus iespējamo astronomisko virzienu noteikšanai Kalenaisā 20. gs. sākumā veica angļu astrofizikis Džozefs Normans Lokjērs (*J. N. Lockyer*). Jau 1894. g. viņš publicēja darbu "*The Dawn of Astronomy*" ("*Astronomijas sākotne*"), kurā bija iekļauti pētījumi par Senās Ēģiptes tempļu galveno asu astronomiskajiem orientējumiem. 1906. gadā sekoja viņa fundamentālais darbs "*Stonhenge and other British stone monuments astronomically considered*" ("*Stounhendža un citi astronomiski aplūkoti britu akmeņi*"), kurā Lokjērs seno ēģip-

tiešu tempļu astronomiskā orientējuma teoriju attiecināja uz daudziem Britu salās esošajiem megalitiskajiem pieminekļiem, tostarp arī uz Kalenaisu, bet visplašāk uz Stounhendžu. Pirmoreiz astronomiskā orientējuma izpētē atklājās daudz kā kopēja ar Senās Ēģiptes un Grieķijas tempļiem, lai gan arhitektūras veidi un konstrukcijas ievērojami atšķiras. Lokjērs arī lauza iesīkstējušos arheologu uzskatus, kas megalitisko pieminekļu izpētē ignorēja astronomiskos orientējumus. Viņš pierādīja, ka daudzi tempļi un arī megalīti būvēti, ievērojot virzienus uz Saules, Mēness vai spožāko zvaigžņu lēkta vai rieta vietām pie horizonta. Lokjērs pirmais arī klasi-

ficēja megalitiskos pieminekļus pēc to ģeometriskā veida un noteica četrus raksturīgākos tipus: akmeņu riņķi jeb kromlehi, menhiri un menhiru rindas, akmeņu riņķi ar menhiru ārpusē un kambara tipa kapenes ar koridoru. Kalenaisai Lokjērs aprēķināja avēnijas ass virzienu uz spožās zvaigznes Kapellas uzaušanas vietu 1720. gadā p. m. ē.

Šo atklājumu arī apstiprināja angļu admirālis Boils Samervils (*Boyle Somerville*), kurš tajā laikā vadīja hidrogrāfisko uzņēmumu Īrijas un Skotijas ziemeļpiekrastē. Neatkarīgi no Lokjēra viņš Kalenaisas akmeņu izkārtojumā noteica divus galvenos virzienus (*sk. zīm.*): akmeņu avēnijai uz Kapellas lēkta vietu 1800. gadā p. m. ē. un austrumpuses akmeņu rindai virzienu uz rītausmā zaigojošām Plejādēm ap 1750. gadu p. m. ē. B. Samervils savus pētījumus publicēja 1912. gadā Britu Astronomijas asociācijas žurnālā "*Journal of the British Astronomical Association*". B. Samervils arī papildināja Lokjēra izstrādāto megalītu klasifikāciju ar ļoti svarīgu vei-





Prof. A. Toma Kalenaisas apļa ģeometriskā rekonstrukcija.

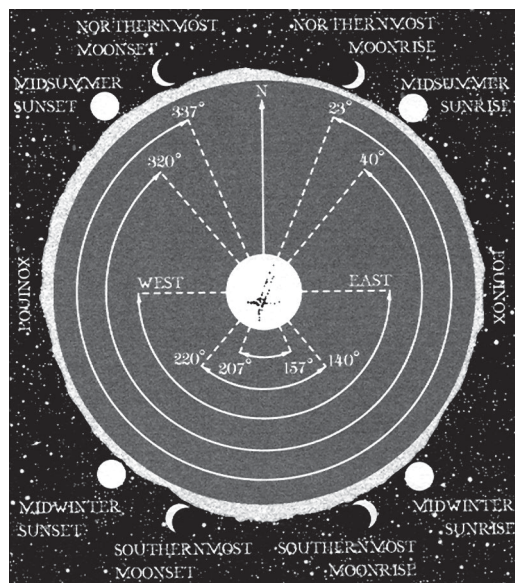
du, kas izteic megalīta saistību ar kādu raksturīgu dabas veidojumu pie horizonta, kas varētu būt gan atsevišķs menhirs vai kalnu silueta elements. Uz šo B. Samervila megalītu tipu tagad balstās piehorizonta astronomijas teorija, kas atzīta kā viena no megalītiskās zinātnes nozarēm.

Pēc Pirmā pasaules kara abu pētnieku noteiktos virzienus uz zvaigznēm sāka apšaubīt, jo bija iespējamas arī citas interpretācijas. Vietējo atmosfēras apstākļu pazinēji norādīja, ka Plejādes no rītiem tik zemu pie horizonta neesot ieraugāmas. Vēlākajos gados pētot Kalenaisas akmeņu rindu orientējumus, astronoms Džeralds Hokinss vispār noraidīja virzienus uz zvaigznēm. Viņš pieņēma, ka avēnija debess dienvidpusē varētu norādīt uz norietošā Mēness zemāko pozīciju aiz tālumā redzamās, gandrīz 800 m augstās Klisama (*Cliseam*) virsotnes. Arī šis pieņēmums izrādījās nedrošs. Dž. Hokinss droši atzina tikai krustenisko akmeņu rindu virzienus uz saulrieta vietu pavasara un rudens ekvinokcijās. Bez tiem Dž. Hokinss pievērsa uzmanību arī abiem akmeņu riņķim ārpusē stāvošajiem akmeņiem, no kuriem varēja iezīmēt virzienu Mēness redzamībai vistālākajā ziemeļu stāvoklī (azimuts  $23^\circ$ ).

Vairāki pētnieki centušies meklēt arī virzienus starp atsevišķiem akmeņu pāriem, uzskatot, ka mainīgo laika apstākļu dēļ, kāds valda Atlantijas okeāna piekrastē, senajiem priesteriem vajadzējis zināt arī citus astronomiskos virzienus. Bet šādiem meklējumiem nav droša pamata, jo risinājumi nesniedz viennozīmīgus rezultātus. Arī akmeņu rindas Kalenaisā nav simetriskas, ko droši vien ietekmējis apvidus nelidzenais reljefs.

Aleksandrs Toms Kalenaisā precizēja Dž. Hokinsa noraidīto avēnijas orientējumu uz Mēness rieta vietu (*sk. zīm.*). Viņš dabā pārbaudīja, ka, skatoties no avēnijas ziemeļu gala uz dienvidiem, vasaras solstīcijā iespējams novērot pilnmēness rieta aiz Klisama klintāja virsotnes. Šajā zemajā stāvoklī pilnmēness izgaismoja centrālo apli un viņam šķīties, ka senais "gaišais debesu dievs" apmeklējis Kalenaisas tempļa svētvietu.

Kalenaisas megalītiskais akmeņu veidojums ietver visas galvenās astronomiskās pazīmes, kādas par tālu ziemeļos dzīvojošiem



Saules un Mēness lēkta un rieta galējie virzieni Kalenaisas ģeogrāfiskajā platumā ( $58,2^\circ$ ).

hiperborejiem teicis klasiskā laikmeta grieķu vēsturnieks Diodors Sicīlietis (*Diodorus Siculus*), kurš dzīvoja Romas diktatora Jūlija Cēzara un imperatora Augusta laikā. Diodora ievērojamā darbā “*Bibliothēkē*”, kas sarakstīts četrdesmit grāmatās, ietverta vēsture no pasaules sākuma līdz gallu kariem. Atsaucoties uz agrāko vēsturnieku darbiem, Diodors piemin kādu “sfērisku templi”, kas atradies uz salas, kur Mēness redzams mazā attālumā no zemes (joti zemu) un kuras ļaudis sagaida “lielo dievu” pēc katriem 19 gadiem, kā arī pazīst laika intervālu starp pavasara ekvinokciju un uzlēcošām Plejādēm. Par to, ka Diodora pieminētā sala ir Britānija, šaubas nerodas. Vēsturnieku domas dalās par “sfēriskā tempļa” atrašanās vietu. Daudzi pētnieki, tostarp arī Lokjērs, šo Diodora norādi attiecina uz Stounhendžu. Bet tikpat ticami tas varētu būt Kalenaisas apļa stāvus saslieto akmeņu templis. “Lielā dieva” parādīšanās 19 gados pietiekami ticami saistīta ar 18,6 gadu ciklu, kurā atkārtojas zemā Mēness redzamība. Un

tieši Kalenaisas ģeogrāfiskajā platumā (58,2°) šo parādību var labāk novērot nekā Stounhendžā, kas atrodas vairāk uz dienvidiem. Var pieņemt, ka senatnē bijuši arī labvēlīgāki apstākļi uzlēcošo Plejādu novērošanai. Tomēr jāatzīst, ka Stounhendža ir grandiozāka par Kalenaisas akmeņiem un tā funkcionējusi ievērojami ilgāku laika periodu nekā tālāk uz ziemeļiem atrodošais templis.

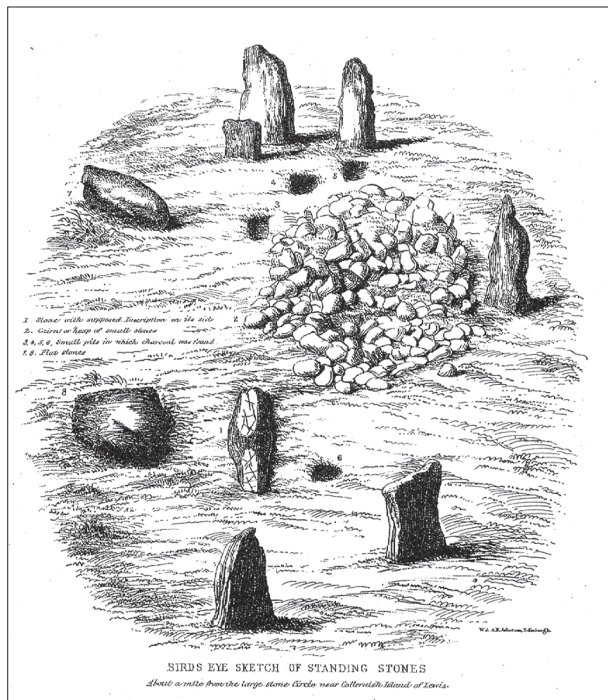
Diodora vēstījumu astronoms Dž. Hokins uztvēris kā ticamu, un tas rosinājis viņu meklēt Stounhendžā Mēness 18,6 gadu cikla novērošanas iespējamību un saistību ar Saules un Mēness aptumsumu paredzēšanu.

## KALENAISA II–IV

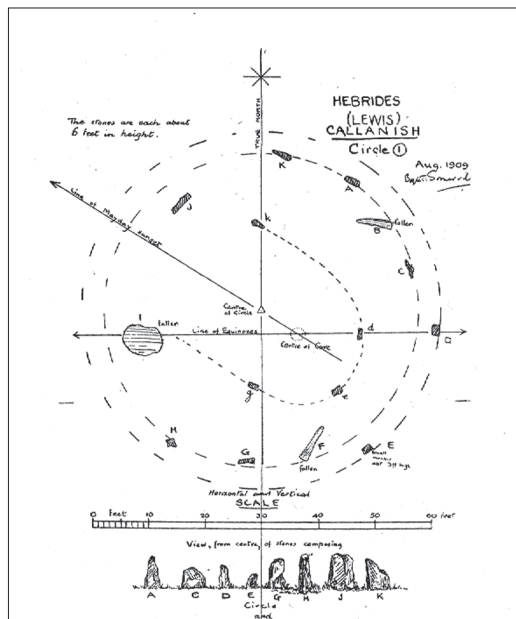
Kalenaisas apkārtnē atrodas vairāki mazāka izmēra akmeņu riņķi, kas arī tiek saukti tāpat kā galvenais akmeņu veidojums, lai aizvietotu grūti izrunājamās gēliskos nosaukumus. Tuvākais ir Kalenaisa II jeb *Cnoc Ceam i Gbaraidh*. No tā redzama Kalenaisa III jeb *Cnoc Fillibhir Bbeag*. Gandrīz 4 km uz dienvidiem atrodas trešais aplis Kalenaisa IV jeb *Ceann Hulavig*.

Kalenaisa II (*sk. att. 56. lpp.*) ir elipses veida aplis ar 21,6 m garu lielo asi. Tur redzami pieci stāvus saslieti un divi nogāzti akmeņi. 19. gs. veiktie pētījumi atklāja zem kūdras slāņa vairākas loka veidā izvietotas bedres, kurās bija atradušies koka stabi. Apļa iekšienē bijušas arī apbedījumu vietas. Iespējams, ka koka stabu aplis celts vēl senāk nekā akmeņu riņķis. Astronomiskā orientējuma ziņā Kalenaisas II akmeņi maz ko izteic. Iespējami vairāki nedroši virzieni, ko attiecina uz Saules un Mēness kustību. Dabā veiktie novērojumi liecina, ka oktobrī Saule uzaust aiz 3,3 m augstā akmens apļa vidū.

Kalenaisa II (19. gs. zīmējums).







Kalenaisas III akmeņu izvietojums.

Kalenaisa III atrodas uz iegarena paugura, ko visapkārt ietver slapja, kūdraina zeme. Akmeņi tur izvietojas it kā divos koncentriskos apļos. Ārējam aplim izmērs ap 13 m ar raksturīgo akmeņu kopskaitu 13, no kuriem tagad astoņi stāvoši un pieci nogāzušies. Iekšējā aplī izvietoti četri akmeņi. Kale-

naisa III labi redzama no tuvējā ceļa, kas ved uz galveno megalītisko pieminekli.

Kalenaisa IV atrodas tālāk uz DDA un ietver aplī tikai piecus akmeņus un vienu centrālo akmeni, pie kura bijuši apbedījumi. Arheoloģiskā izpēte atklājusi, ka šeit arī stāvējuši 13 akmeņi. Kalenaisas III un Kalenaisas IV akmeņu apļos nav atklātas nekādas astronomiskās pazīmes.

Visi Kalenaisas akmeņi ņemti no gandrīz 2 km attālā gneisa klintāja. Vietējās leģendās šo akmeņu izcelsme saistīta ar milžiem, kas tur dzīvojuši, pirms tos svētais Kīrims pārakmeņojis par nepakļaušanos kristīgajai mācībai. Tiek stāstīts arī par kādu “melno vīru”, kas tos atvedis kuģos un šeit novietojis. Bet ir arī gēļu leģenda, kas vēsta, ka Saule vasaras isākajā naktī staigājot pa akmeņu avēniju uz vienas ierašanos pavēstot dzeguzes kūkošana. Šī leģenda varbūt tēlaini norāda, ka akmeņiem senatnē patiesi bijusi saistība ar gada laiku tradīcijām un tajos ietvertas dažas astronomisko zināšanu pazīmes.

Galvenā Kalenaisas akmeņu apļa astronomisko pazīmju izpēte vēl nav pilnībā pabeigta. Tiek turpināti novērojumi dabā, lai no lielā centrālā akmens noteiktu Saules un Mēness redzamību raksturīgākos megalītiskā kalendāra gadalaikos. 🐦

### Kā abonēt “ZVAIGŽNOTO DEBESI”?

Populārzinātnisko gadalaiku izdevumu var abonēt trīs veidos:

- abonēšanas centrā “**Diena**” Rīgā un tā filiālēs (cena Ls 6,00/gadā, Ls 1,50/num.);
- apgādā “**Mācību grāmata**” Rīgā, Katrīnas dambī 6/8, personīgi vai arī
- **Latvijas Pasta nodaļās**, ieskaitot naudu “**Mācību grāmatai**”, reģ. Nr. LV 50003107501, kontā LV60 LPNS 0001 0000 96214 ar norādi “**Par žurnālu “Zvaigžņotā Debess”**”, atzīmējot piegādes periodu, pasūtāmo eksemplāru skaitu, kā arī uzrādot precīzu un salasāmu piegādes adresi.

**Abonēšanas cena 2005. gadam Ls 4,80 (pielikumā – Astronomiskais kalendārs 2006. gadam), vienam numuram – Ls 1,20.**

Uzziņas pa tālruni **7325322**.

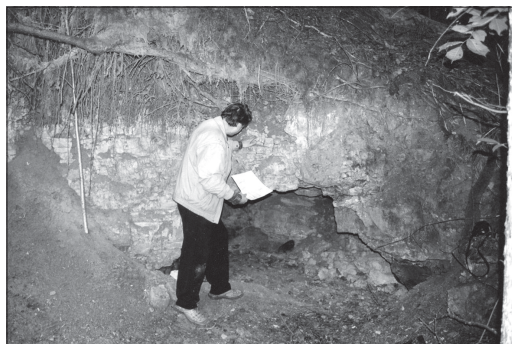
IMANTS JURĢĪTIS

## LĪGATNES METEORĪTA MEKLĒJUMOS

“Zvaigžņotās Debess” 2004. gada vasaras numurā ievietotajā rakstā “Kosmiskās katastrofas pēdas Latvijas alā” ziņoju par kādas nelielas alas atklāšanu dolomīta iežos, kuras turpmākā izpēte noveda mani pie ciešas pārlicības, ka šeit kādreiz nokritis un eksplodējis prāvs meteorīts. Šo abu rakstu starplaiķā – vasarā un rudens sākumā – esmu izdarījis vairākus atklājumus, kas nostiprināja mani ticību Līgatnes meteorīta reālai eksistencei. Šos atklājumus izdarīju citā rajonā – pie Zanderu dolomīta alām (sk. 1. att. un att. 56. lpp.). Šis rajons atrodas apmēram 2 km attālumā no Grantskalnu alas – Līgatnes upes ielejas augšējā malā. Šeit vairāk nekā 200 m garā posmā atsedzas devona dolomīti ar vairākām alām. Divas no tām ir prāvas, vairāk nekā 10 m dziļas, ar plašiem horizontāliem griestiem. Bez šiem pazemes tukšumiem šobrīd pieejamas vēl trīs alas, kas gan ir krietni mazākas. To dziļumi ir robežās no 3 līdz 5 m. Neskaitāmas kritenes (zemes iebrukumi) virs alām esošajā zemes slānī liecina, ka agrāk alu bijis krietni vairāk, bet tās vēlāk sabrukušas. Alu apkārtnē nesen labiekārtota.

Tālāk īsumā aprakstīšu par vairākiem neparastiem atradumiem un konstatētiem faktiem, ko man izdevās atklāt gan pašās alās, gan blakus tām. Šie atklājumi man deva jaunus materiālus pierādījumiem, ka Līgatnes apkārtnē kādreiz nokritis prāvs meteorīts.

Pirmkārt, konstatēju, ka četras Zanderu alas veidojošie ieži (un vairāki citi tāda paša dolomīta atsegumi ārpus alām) sastāv no tāda paša dolomīta brekčiju materiāla, kādus nesen konstatēju Grantskalnu alā. Vēl vairāk! Tie izrādījās identiski. Tikai pati lielākā Zanderu ala



1. att. Attēlā redzamā aliņa pieder t. s. Zanderu dolomīta alu grupai un atrodas blakus Vidējai Zanderu alai. Tajā atrodas unikāls sienas fragments (sk. 2. att.). Šis aliņas priekšā tika atrastas unikālas akmens formācijas 2004. gada 7. un 15. augustā, kā arī 28. septembrī. Šis akmens figūriņas deva tās atradējam papildu informāciju par Līgatnes meteorītu, tajā skaitā arī meteorīta nokrišanas laiku, proti, pirms 15 tūkstošiem gadu – leduslaikmeta beigu posmā.

*Induļa Krauzes, pārējie autora foto*

ir izveidojusies praktiski netraucētos dolomīta iežu slāņos. Pēdējā atrodas nedaudz savrup no pārējām alām un arī vistālāk ziemeļos no tām. Arī pretējā Līgatnes upītes ielejas kraujā apsektie dolomīta atsegumi izrādījās pilnīgi netraucēti un normāla saguluma.

Otrkārt, uz šo alu sienām atklāju īpatnējas ģeoloģiskas formācijas. Runa ir par iežu fragmentiem (šķēpelēm), kas divainā kārtā cieši turas klāt (piesaistītas) pie pilnīgi vertikālas dolomīta sienas. Pēc tuvākas šo formāciju izpētes (protams, neko nebojājot un ne-

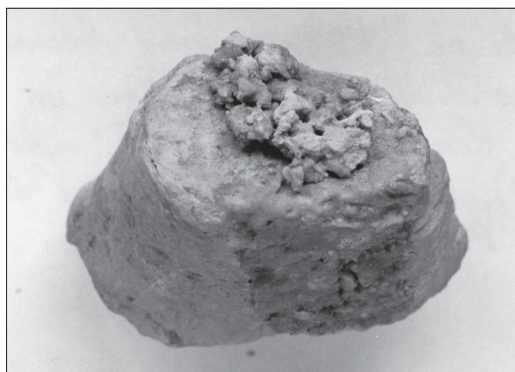
laužot) rodas iespāids, ka minētie iežu fragmenti ir iekausēti tajā spīdīgajā glazūras tipa slānītī, kas noklājusi šo sienas fragmentu. Šī neparastā notecējuma glazūra acimredzot kalpojusi par savdabīgu “limvielū” šo piemesto iežu fragmentu fiksācijā pie minētās sienas (*sk. 2. att.*). Arī pašu šķēpeļu izskats vedina uz domām, ka piemēšanas brīdī tās bijušas plastiskas un mīkstas kā vasks. Tas viss bija iespējams tikai augstas temperatūras apstākļos, ko nodrošināja nokritušā meteorīta eksplozija. Cita loģiska izskaidrojuma šeit nesaskatu. No tā izriet secinājums, ka minētais sienas fragments savu tagadējo izskatu ieguvis pirms apmēram 15 tūkstoš gadiem – Ligatnes meteorīta nokrišanas brīdī. Pārdesmit metrus tālāk esošajā Vidējā Zanderu alā pie tās pretējās sienas esošie dolomīta bloki burtiski “nopludināti” ar spīdīgu notecējuma glazūru dzintardzeltenā krāsā (*sk. att. 56. lpp.*). Šeit ļoti uzskatāmi redzams, cik lielā mērā šis glazūras materiāls bijis stīgrs un viskozs rašanās brīdī. Tas sastindzis tik ātri, ka aizpildījis vienu otru iežu plaisu tās vidusdaļā



2. att. Unikāls kādas dolomītu alas sienas fragments (Zanderu dolomīta alu rajons pie Ligatnes). Tā saglabājusi savu pirmatnējo izskatu līdz mūsdienām. Šeit dolomīta klints sienā, kas ir pilnīgi vertikāla, iekausēti pie tās piesviestie iežu fragmenti, kas paši toreiz bijuši mīksti un plastiski augstas temperatūras iespaidā. Sienas fragmenta garums attēla robežās ir apmēram 45 cm.

vai augšdaļā, bet nav paguvis noplūst līdz tās lejasdaļai (šeit plaisa ir pilnīgi atvērta).

Treškārt, alā ar piemestajiem un sienā iekausētajiem iežu fragmentiem uz grīdas atradu neparastu, bet izteiksmīgu šķēluma konusu no dolomīta (*sk. 3. att.*). Šim paraugam atšķirībā no Grantskalnu alā atrastajiem (*sk. rakstu žurnāla 2004. gada vasaras numurā*) ir ovālas formas šķērsriezums, tāpēc tas atgādina sānos nedaudz saspiestu koniskas formas korķi. Ieža kārtainība, kas šim paraugam ir perpendikulāra garenasij, skaidri norāda, ka šis šķēluma konuss izskaldīts no apmēram 2,5 cm (tāds ir šā paraudziņa garums) biezas dolomīta plāksnes kā spunde no alus mucas, turklāt trieciēna virziens šoreiz bijis perpendikulārs ieža slāņu virzienam (kārtainībai). Bet tas vēl nav viss. Uz šaurākā gala, pa kuru nācis trieciēns un uz kura var saskatīt ieža kusuma slānīti, uz mesti un piekausēti mazi tā paša ieža gabaliņi. Bet uz pretējā – resnākā gala redzams tikai tīrs dolomīts bez jeb-



3. att. Koniskas formas ovāls šķēluma konuss, kurš izsists no 2,5 cm biezas dolomīta plāksnes perpendikulāri tās plaknei un ieža kārtainībai. Konusa šaurākajā galā (pa to nācis trieciēns!) uz mesti un iekausēti mazi dolomīta gabaliņi. Pretējais gals ir pilnīgi tīrs un neskarts.

kādām augstas temperatūras iedarbības pēdām. Taču visspilgtāk parauga izskaldījuma pēdas redzamas uz tā sāniem. Šeit iemūžinātas slidvirsmas pēdas siku paralēlu līniju veidā pa visu perimetru. Jau nelielā palielinājumā redzams, ka šīs līnijas ir viegli apkausestas. Tādas pašas pēdas redzamas uz malām.

Taču vispārsteidzošāko un nozīmīgāko atklājumu izdarīju pie šīm alām 7. augustā. Par to tad arī būs runa šajā rakstā.

Jau 2003. gada vasarā Grantskalnu alā starp citāda veida atradumiem atklāju neparastu olīti gaišbrūnā krāsā. Minētais paraudziņš zemesrieksta lielumā atgādināja māla figūriņu, bet tā nepakļāvās uzbriešanai ūdenī. Tas šķīta neparasti, bet toreiz nepiešķīru šim faktam īpašu svarīgumu, jo šāds paraudziņš bija viens un netrūka citu, kā toreiz šķīta, daudz svarīgāku atradumu, kam tik uveltis vairāk uzmanības.

2004. gada 7. augustā uzmērīju kādu nelielu, apmēram 3,5 m dziļu alu dolomīta iežos. Tā atrodas t. s. Zanderu alu grupā aptuveni 2 km attālumā no Grantskalnu alas. Šo darbu laikā atradu daudzas neparastas akmens figūriņas. Šie veidojumi bija gaišbrūnā krāsā un atgādināja fantastiskas formācijas no akmenscieta māla ar smilšu-grants piejaukumu. Daudzas figūriņas gulēja starp zemes kukur-



4. att. Dabiski apdeguša māla figūriņa ar diviem ragveida izvirzījumiem (olītis ar rāgiem dabiskā lielumā!). Divi mazāk izteikti radziņi atrodas parauga pretējā pusē.

žņiem pat vairāku metru attālumā no ieejas. Radās iespaids, ka šīs divainās formācijas būtu nobirušas no nogāzes virs alas. Vēlākie apsvērumi man lika palikt pie šāda skaidrojuma. Taču par to citreiz. Tālāk uzskaitīšu dažas raksturīgākās šo neparasto veidojumu pazīmes.

Pirmkārt, pārsteidz šo figūriņu lielā formu un izmēru daudzveidība. Viena otra atgādināja kādu dzīvnieku valsts pārstāvi. Cita figūriņa līdzinājās saplacinātam, spirālveidīgam olītim ar tieviem konusveida “radziņiem” sānos (sk. 4. att.). Tieši pēdējais apstāklis padara šo paraudziņu īpaši vērtīgu zinātniskās informācijas ziņā. Ļoti neparasta ir kāda figūriņa, kas atgādina tādu kā pasaku meža rūķīti ar garu spirālveida degunu (sk. 5. att.). Tās garums ir 4,3 cm, bet maksimālais platumš 3,2 cm.

18. septembrī atradu citas formas, bet tikpat neparastu māla figūriņu. Tās strupais, nedaudz saplacinātais cilindveida ķermenis abos galos beidzas ar spirālē savērtiem nosmailinātiem konusiem (sk. 6. att.). Manā ska-



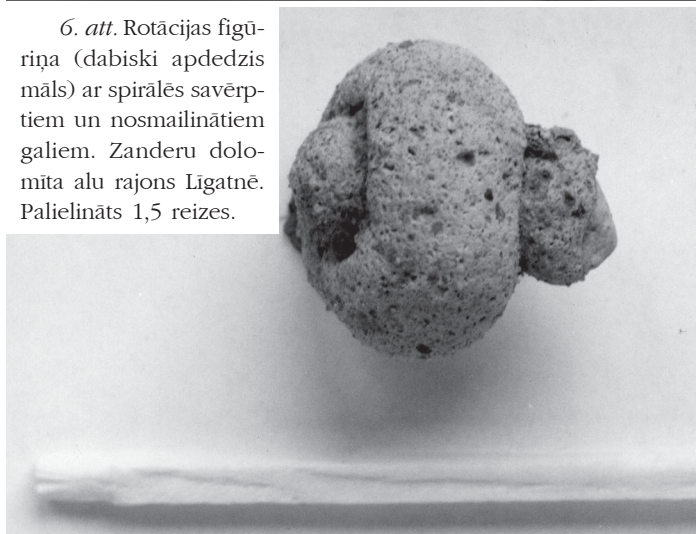
5. att. Sarežģītākas formas dabiski apdeguši māla figūriņa ar spirālē savērtu izvirzījumu pa kreisi – pasaku meža rūķītis ar garu degunu. Palielināts 1,5 reizes.



tījumā arī šī formācija ir ne mazāk vērtīga zinātniskajā aspektā kā iepriekšminētais olītis ar radziņiem. Šā parauga garums ir 4,5 cm. Kāds cits, mazāks olītis ļoti līdzinās apaļai vārpstiņai ar strupām asīm abos galos (*sk. 7. att.*), it kā būtu izvīrpots. Šeit lieliski redzama rotācijas simetrija. Šāda simetrija piemīt arī vairākām citām figūriņām, tikai ir mazāk izteikta.



6. att. Rotācijas figūriņa (dabiski apdedzis māls) ar spirālēs savērtiem un nosmailinātiem galiem. Zanderu dolomīta alu rajons Ligatnē. Palielināts 1,5 reizes.



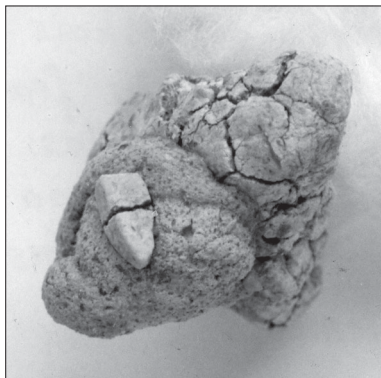
7. att. Rotācijas figūriņa vārpstiņas formā. Dabiski apdedzis māls. Palielināts 2,6 reizes.

Eksistē māla figūriņas, kas ietver vienu vai vairākus prāvus oļus. Kā likums, šie oļi ir vairāk vai mazāk saplaisājuši (*sk. 8.–10. att.*). Pēdējais faktors ir ļoti nozīmīgs informācijas avots par tiem neparastajiem apstākļiem, kādos veidojušās fantastiskās akmens formācijas.

Gandrīz pusei atrasto figūriņu uz to sāniem vai vairākās vietās redzami dažāda tipa defekti jeb caurumi, kas atsedz šo formāciju iekšieni. Šie atvērumi izpaužas kā dažāda lie-

luma plaisas, krāteriši, plisumi, šķelumi u. tml. Daudzu atvērumu iekšpusē redzams blīvs, porcelānveida māls (šāds māls ir tumšākā krāsā), kas savukārt ir sašķelts ar vairākām dziļām plaisām (*sk. 10. att. labajā pusē, 11., 12. att.*). 12. attēlā redzamajam paraugam zemesrieksta formā ir nošķelts viens gals, bet atsegtajā šķelumā rēgojas plaisa. Minētā parādība visspilgtāk liecina par tiem dramatiskajiem notikumiem, kas radījuši šāda tipa figūriņas.

Rūpīgi izpētot šo krāterišu un tukšumu iekšējās sienīņas mikroskopā, nonācu pie secinājuma, ka šo formāciju iekšienē kādreiz pastāvējusi, kaut īslaicīgi, ievērojami augstāka



temperatūra nekā ārpusē. Par to liecina fakts, ka šeit mālam ir blīva struktūra (šādam mālam ir tumšāka nokrāsa, salīdzinot ar ārpusē esošo), kāda var izveidoties termiskajā ceļā. Šāds māls, kas veido tukšumu iekšējās sienīgās, kā likums, ir pamatīgi saplaisājis, pat sasprādzis. Jau nelielā palielinājumā redzams, ka māls satur ievērojamu daudzumu citu minerālu graudiņus, bet visvairāk kvarca smiltis. Pa re-

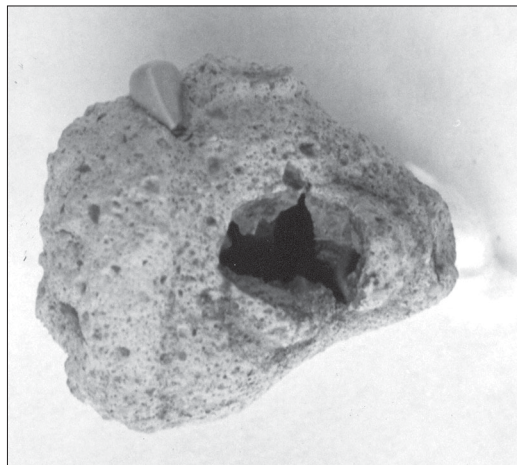


↑ 8. att. Dabiski apdeguša māla pikucītis cieši saķēpis ar kaļķakmens iežu fragmentiem. Abi kaļķakmens gabaliņi ārkārtīgi saplaisājuši, sevišķi lielākais aizmugurē. Tas pierāda, ka abi iežu fragmenti tikuši pakļauti pēkšņai augstas temperatūras iedarbībai – karstuma triecienam. Palielināts 2,3 reizes.

← 9. att. Neparastas formas akmens figūriņa ietver prāvāku kaļķakmens oli, kas ir saplaisājis. Palielināts 2,5 reizes.

↓ 10. att. Dabiski apdeguša māla figūriņas. Palielināts 2,6 reizes.





11. att. Dabiski apdeguša māla figūriņa ar izrautu krāterīti sānos. Krātera iekšējās sienas savukārt saplusušas vairākos fragmentos, ko veido apkausēts māls. Šādam mālam ir blīva porcelānveida struktūra bez porām. Tas satur arī kvarca smilšu graudus. Palielināts 2,3 reizes.

tam uz minēto formāciju virsmām ieraugāmi arī pavisam melni graudiņi. Māla kusuma pazīmes dažreiz parādās arī šo veidojumu ārpusē vai uz dažu oļu virsmām. Dažreiz šādam mālam ir tendence savēties sīkos lodveida agregātos vai izveidot minerālšķiedras. Tas iespējams tikai augstas temperatūras ietekmē.

Beidzot šo neparasto formāciju ārējo pazīmju uzskaiti, vēlreiz īpaši jāuzsver daudzo figūriņu kopīgā īpašība atspoguļot rotācijas simetriju un spirālveida uzbūvi. Tā sevišķi uzskatāmi parādās daudzajos izvīzījumos, kas izskatās kā spirālē savērti konusi. Bet stāvie "radziņi", kādi ir uz spirālveida oliša (sk. 4. att.), atrodas iegremdēti tādos kā seklos krāterīšos. Rodas iespaids, ka šie veidojumi ir izgriezti no pamatfigūriņas, atstājot šajās vietās apaļus padziļinājumus. Radziņu gali ir viegli apkausēti. Apkausēti ir vēl daudzu citu spirālveida konusuņu gali. Piedevām to galos ir redzams krāterītis. Pēc daudzajiem paraudzīņiem, kuros konstatēta šāda parādība, nākas secināt, ka tā ir likumsakarība, nevis nejaušība.

Kādus secinājumus varam izdarīt par neparastajām akmens (māla) figūriņām?

Vispirms vienu varam apgalvot samērā droši: minētās formācijas ir saglabājušās savā sākotnējā izskatā praktiski neskartas līdz mūsdienām. Tādējādi tās nekur nav tikušas transportētas (piem., ledāju darbības ietekmē) un ir atrodamas turpat, kur veidojušās. Pretējā gadījumā tām nebūtu saglabājušies daudzie asie izvīzījumi un izciļņi (radziņi seklos krāterīšos, spirālēs savērti konusi, dažādi asumi uz to virsmām). T. s. "aukstie" ģeoloģiskie procesi (pārakmeņojumi, pseidomorfozes, apkaļņojumi u. tml.) nespēj izskaidrot veselu virkni divainību, kādas konstatētas šajās akmens figūriņās (pirmām kārtām spirālisko savērpumu, ieslēgto oļu saplaisājumu, daudzo atvērumu esamību uz figūriņu sāniem, māla sakusumu to iekšienē). Vēl vairāk. Izrādās, šīm akmens figūriņām ir tukšs



12. att. Dabiski apdeguša māla figūriņa zemesrieksta formā ar norautu galu. Plisuma vietā redzamā plaīsa iet dziļi iekšā paraudzīņa vidusdaļā. Arī šeit māls ticis apkausēts. Palielināts 2,6 reizes.



vidus. To negaidīti konstatēju, dažus paraudziņus (kas ārēji šķita pilnīgi monolīti) pārzāģējot. Šo tukšumu formas ir ļoti neparastas. Tās atgādina neregulāras formas daudzstaru zvaigzni, kuras "starus" veido visdažādākās formas ķīļveida šķelumi, kas sašķeļ porcelānveida iekšējo masu. Rodas iespaids, ka šis tumšbrūnais materiāls šo figūriņu iekšpusē ir ievērojami sarāvies jau pēc šo formāciju izveidošanās, bet daudzie atvērumi un spraugas uz to sāniem liecina par strauju gāzu izdalīšanos no to iekšienes.

Griboť negriboť nākas pievērsties t. s. "karstajiem" procesiem, lai izskaidrotu minētās divainības. Vulkāniskie procesi Latvijas apstākļos ir pilnīgi neiespējami. Zibens izlādes gadījumā pret zemi parasti veidojams garenis augšnes, māla vai smilšū sakusumi (t. s. zibens caurulītes), kas atgādina koka zariņu ar tukšu vidu un ir melnā krāsā. Ja figūriņas būtu formējis meža ugunsgrēks, tad tajās konstatētu milzīgu daudzumu pelnu un sodrēju. Tāds pieņēmums šeit neiztur nekādu kritiku, jo visas figūriņas ir pilnīgi tīras un tajās nav pat pelnu un sodrēju daļiņu pazīmes. Šo neparasto veidojumu mākslīga izcelsme arī nav pieņemama.

Atlicis vēl viens "karstā" procesa variants šo figūriņu izcelsmē. Kurš, to, ceru, lasītājs jau droši vien ir nojautis pareizi. Tā ir meteorīta versija. Kaut arī šis figūras sastāv no Zemes izcelsmes materiāliem (ar nelielu kosmiskā materiāla piejaukumu!), to veidošanas visizsmeļošāk var izskaidrot tieši ar prāva meteorīta nokrišanu. Necenšoties nogurdināt lasītāju ar detalizētu to procesu izklāstu, kam bija pa spēkam izveidot šādas akmens formācijas, minēšu tikai galveno un vispārējo vilcienos. Taču vispirms neliela atkāpe.

Dabā pastāv kāds varens un efektīvs mehānisms, ar kura palīdzību tā spēj demonstrēt stihijas postošo spēku. Šis mehānisms ir ātri rotējošs gaisa stabs, kam eksistē vairāki nosaukumi: virpulis, smerčs, tornado. Šādi rotējoši stabi parasti rodas gaisa telpā – atmosfērā. Taču bieži arī ūdens iegriežas virpu-

ļos, piemēram, straujās upēs, apakšzemes notecņu vietās u. tml. Okeānos izveidojas rotējoši ūdens stabi. Daudzi no mūsu lasītājiem kaut reizi mūžā būs redzējuši, kā, ātri iegriezies, gaisa stabs savāc sevī un paceļ no zemes gaisā putekļu vērpētes un pat sikus priekšmetus. Tas ir smerčs. Parasti šādi smerči jeb gaisa virpuļi nav bīstami un pēc nedaudz sekundēm beidz pastāvēt. Taču retumis dzimst ārkārtīgi spēcīgi stabveida virpuļi, ko dēvē par tornado. Sevišķi bieži postoši tornado plosās ASV, kur tie katru gadu nodara milzīgus zaudējumus valsts ekonomikai un prasa arī cilvēku upurus. Latvijā šādi smerči, par laimi, nav pārāk bieža parādība, kaut arī šad tad nodara postījumus saimniecībām, laukiem un mežiem.

Taču iespējami arī miniatūri viesuļstabi, kas spējīgi ne tikai postīt, bet principā arī kaut ko radīt. Protams, īpašos apstākļos. Lūk, šādi minismerči, autora skatījumā, tad arī ir izveidojuši augšminētās akmens figūriņas. Šos miniatūros un ārkārtīgi sakarsētos smerčus radījis tieši meteorīta eksplozijas izraisītais gaisa triecienvilnis. Iespējoties paša sašķeltajos (sākotnēji monolītajos) zemes iežos un daudzkārt atstarojoties no to sienām, šāds nokaitēts gaisa triecienvilnis ir iegriezies neskaitāmos, ātri rotējošos gaisa stabos–virpuļos, kuri arī formējuši māla figūriņas, vienlaikus tās apdedzinot. Šādiem virpuļiem ir cauruļveida uzbūve, un tie darbojas kā savdabīgi cauruļveida urbji, kad to viens gals pieskaras kādai virsmai. Šādi varēja būt radušies gredzenveida padziļinājumi uz daudzu figūriņu sāniem. Arī augšminētos "radziņus" uz spirālveida oliša (*sk. 4. att.*) acimredzot "izskrūvējis" ļoti tievs, bet koncentrēts mikrosmerčs. Ar to izskaidrojama padziļinājuma pastāvēšana tajā vietā, kur ieguļ šāds konusveida "radziņš". Ar pēkšņa karstuma "dūriena" iedarbību izskaidrojama daudzu akmens oļu neparastā saplaisāšana (*sk. 8.–10. att.*). Mehāniski tā oļi nemēdz saplaisāt.

Izdarot šo neparasto figūriņu ķīmisko analīzi, konstatēju šādus faktus: brūnganais ma-



teriāls satur vismaz **60% māla**, kas nešķīst skābēs. Ap **20%** no kopējās masas ir **karbonātiskā komponente** (kalcīts un dolomīts), kas enerģiski reaģē ar sāļsskābi. Savukārt **10–20%** no blīvās masas ir dažādi **silikātu minerāli**, bet visvairāk ir **kvarca** smilšu graudiņi. Interesanti, ka atsevišķiem kvarca graudiņiem ir gandrīz ideālas lodes forma, tie šķiet kā apklausēti. Bet fizikālās īpašības ir šādas: monolītās masas blīvums – **2,8 g/cm<sup>3</sup>**, cietība (izslēdzot cietos kvarca graudus!) pēc Moosa cietību skalas ir **4** (viegli skrāpē kalcītu, bet neskrāpē stiklu). **Nav magnētisks**. Ūdenī neuzrāda ne mazākās šķīšanas pazīmes. Mehāniski samērā izturīgs materiāls.

Šķiet, nebūs nekādas vajadzības īpaši skaidrot, kāpēc ievērojamai šo figūriņu daļai ir labi izteikta rotācijas simetrija un daudzu izvirkājumu spirāliskais savērpums. Daudzu figūriņu asimetrija un to komplicētākās formas liecina, ka acimredzot to formējošie procesi patiesībā bijuši daudz sarežģītāki par raksta autora ieskicēto shēmu. To noteiks turpmākie pētījumi.

Un visbeidzot – nevaru nepieminēt vēl vienu, manā skatījumā, nozīmīgu faktu, ko konstatēju uz vairāku brekčiju virsmām gan Grant-skalnu alā (*sk. rakstu par šo objektu "Zvaigžņotās Debess" 2004. gada vasaras numurā*), gan Zanderu alās. Runa ir par t. s. "bārkstiņām". Šīs "bārkstiņas" ir sīki, gareniski veidojumi uz dažu brekčiju virsmām un ir isākas par milimetru (parasti 0,1–0,5 mm). To lokalizācija atgādina sīku, baltu kūniņu kolonijas, bet ar dzīvajiem organismiem tām nav nekādas saistības. Šie minerālveidojumi pēc formas atgādina saplacinātus banāniņus vai plūmju kauliņus un ir baltā krāsā. Šī mikroformācija, autora skatījumā, ir vēl viens spēcīgs pierādījums minēto brekčiju kosmiskajai izcelsmei.

Rūpīgi izpētot šīs "bārkstiņas" mikroskopā, konstatēju kādu interesantu faktu. Proti, daudzu "bārkstiņu" sāni ir izraibināti ar desmitiem un pat simtiem sīku, melnu graudiņu. Bet turpat blakus esošās kaimiņu "bārkstiņas" bieži vien ir bez šāda veida netīru-

miem. Paradoksāli, bet fakts. Taču šeit nekā paradoksāla nav. Pēc autora domām, atmiņējums ir gaužām vienkāršs, un tas tikai lieku reizi apstiprina raksta autora izvirkzīto meteorīta versiju. Šāda melno graudiņu selektīva koncentrācija uz vienu "bārkstiņu" virsmām un to gandrīz pilnīgs iztrūkums uz blakus esošajām liecina – šos netīrumus tās ieguvušas lidojumā. Arī dzimušās "bārkstiņas" ir lidojumā. Bet to visu tām ir nodrošinājis nokaitētais gaisa triecienvilnis pēc meteorīta eksplozijas.

Autora skatījumā, šie sīkie minerālveidojumi ("bārkstiņas") sākotnēji bijuši maziņi izkausēti iežu pilieniņi, kas norauti no dolomīta iežu virsmas. Eksplozijā nokaitētās gaisa masas nesušas sevi arī sīkas sasprāgušā meteorīta daļiņas, kas ir melnā krāsā (oglekļa hondrits?). Tie tad arī pielipuši pie izkausētajiem pilieniņiem. Tiesa, sasmalcināto meteorīta daļiņu sadalījums gaisā acimredzot bijis ļoti nevienmērīgs, ar ko arī izskaidrojams šo melno graudiņu ļoti selektīvais sadalījums uz dažu "bārkstiņu" virsmām, par ko minēju iepriekš. Bet iegareno formu minētie veidojumi (izkausētu iežu pilieniņi) ieguvuši lidojumā gaisa pretestības dēļ. Tālāk šie aerodinamisko formu ieguvušie pilieniņi (izkausētu iežu šlakatas), atduroties pret cieta ieža virsmu (dolomīta brekčijas), ir tikuši pieplacināti un vairāk vai mazāk sakausēti gan ar pašu virsmu, gan savā starpā. Tādējādi nereti izveidojusies brīnišķīga sakusušo "bārkstiņu" glazūra dzintardzeltenā un iesārtā krāsā. Bet tur, kur temperatūra nav bijusi tik augsta, ir ieraugāmas (protams, tikai caur spēcīgu lupu vai mikroskopā) pašas "bārkstiņas", kuru skaits mērāms simtos vai tūkstošos. Un uz daudzu šo veidojumu virsmām redzami melni nokritušā meteorīta sīki graudiņi.

Nobeigumā vēlos bilst pāris vārdus par pašu meteorītu. Tas joprojām nav atrasts, tāpat kā tā izveidotais krāteris (vai krāteru grupa). Taču šo rindu autoram rūpīgu meklējumu rezultātā pie minētajām alām izdevies atrast vairākus sīkus graudiņus melnā krāsā, kas va-

rētu būt potenciālā meteorīta sīki fragmenti. To izmēri variē no pusmilimetra līdz pāris milimetriem (lielākie graudiņi). Par tiem sīkāk pastāstīšu citreiz. Šeit tikai piebildīšu, ka provizorisks analīžu rezultāti (elektronu mikrozondes metode) dažos graudiņos uzrāda palielinātu dzelzi, niķeļa, hroma, titāna, mangāna un vēl dažu citu siderofilo elementu klātbūtni, kas runā par labu to kosmiskajai izcelsmei. Vienā mazā graudiņā konstatēta arī zelta klātbūtne. Dažus graudiņus pievelk magnēts. Tas nozīmē, ka tajos ir ievērojams daudzums magnetīta  $Fe_3O_4$ . Pāris paraudziņu izskatās apkausēti. Metāliska dzelzi nav konstatēta nevienā no šiem graudiņiem. Izējot no šiem, pagaidām ļoti provizoriskajiem rezultātiem, raksta autors šobrīd sliecas uz versiju par potenciālā Ligatnes meteorīta piederību t. s. oglekļa hondrita tipam. Taču tā ir tikai viena versija. Par tālākajiem pētījumiem un atklājumiem rezultātiem, kas saistīti ar Li-

gatnes meteorīta miklu, pastāstīšu kādā no nākamajiem “Zvaigžņotās Debess” numuriem.

Ģeoloģijas speciālisti (ar kuriem man izdevās aprunāties par šo tēmu) šobrīd atturas no detalizēta izvērtējuma. Tās formācijas, proti, divainās akmens (apdeguša māla) figūriņas viņiem ir svešas, un viņi nevar izskaidrot visas divainības un anomālijas, kādas ir novērojamas tajās. Visas šīs anomālijas, kuras nupat pieminēju, un ne tikai tās vien, cenšas izskaidrot ar t. s. “aukstajiem procesiem” – proti, ar avotkalķu izgulsnēšanos un smilšu un mālu cementāciju ar šiem avotkalķiem (respektīvi, minerālu kalcitu), karsta vai paleokarsta (kalcīta, kalķakmens, dolomīta un citu karbonātisko iežu šķīšanu lietus vai gruntsūdeņu ietekmē un vēlāku šo minerālu izgulsnēšanos no tiem citur) procesiem u. tml.

Bet ar “aukstajiem procesiem” diemžēl visu ģeoloģijā izskaidrot nevar. Arī gadījumā ar Ligatnes meteorītu. 🐦

## JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

**Jo putekļi klejo pa Saules sistēmu.** Jupitera pavadoņa Jo vulkānu izvirdumu laikā izmestās vielas var sasniegt pat 400 km augstumu virs pavadoņa virsmas. Pārsteidzošākais ir tas, ka ne jau vienmēr vulkānu izmestā viela nokrīt atpakaļ uz Jo virsmas. Augstāk izmestās vielas var pātrināties simtiem reižu, izklistot starpplanētu telpā pat ar ātrumu 300 km/s, pārsniedzot Saules vēja ātrumu. Tiesa gan, un par laimi, šīs ātri ceļojošās daļiņas ir ļoti mazas, un tādējādi tās nevar kaitēt kosmiskajiem kuģiem. Šīs ātri kustošās daļiņas tika pamanītas jau 1992. gadā, kad tās ietriecās kosmiskajā kuģī “*Ulysses*”, tomēr līdz šim laikam nebija skaidrs, no kurienes tās nāk, jo parasti Jo vulkānu izvirdumos izmesto daļiņu ātrums nepārsniedz 1–2 km/s. 2000. gadā šāds putekļu mākonis uztriecās kosmiskajam kuģim “*Cassini*”, kad tas devās gar Jupiteru uz Saturnu. “*Cassini*” putekļu detektors ir jutīgāks par “*Ulysses*” detektoru, tas var noteikt daļiņu masu, ātrumu, lādiņu un trajektoriju, kā arī to ķīmisko sastāvu. Tika konstatēts, ka putekļi sastāv no sēra, silīcija, nātrija un kālija, – tās visas ir daļiņu vulkāniskās izcelsmes pazīmes. Jupiters ir ne vien milzu planēta, bet arī milzu magnēts, kas ap savu asi apgriežas 9 stundās 55 minūtēs; griežoties tā magnētiskais lauks rada intensīvu elektrisko lauku ap planētu. Jo putekļi ir elektriski uzlādēti, tādējādi Jupitera elektriskais lauks pātrina putekļu daļiņas līdz pat 300 km/s. Jo putekļi var sasniegt arī Zemi, bet tā kā tie ir ļoti sīki, tad, tiem ietriecoties atmosfērā, mēs tos pat nepamanīsim, jo, lai izveidotos meteors, meteoroidam jābūt vismaz smilšu grauda lielumā.

I. Z.

## *Vai kādreiz ir novērots gadījums, kad Venēra aizklāj Merkuru?*

Laimonis Ulmanis (elektroniski)

Planētu aizklāšana nemaz nenotiek tik bieži, pat ja aplūko Mēnesi, kura redzamais leņķiskais diametrs ir apmēram 30' un konjunkcijas ar citām planētām notiek katru mēnesi. Tā kā visu pārējo planētu leņķiskie diametri nepārsniedz 1' un konjunkcijas, piemēram, Venērai ir vidēji reizi gadā, tad gadījumi, kad divas planētas un Zeme atrodas uz vienas taisnes, ir ļoti reti.

Venēras un Merkura aizklāšana notiek ļoti reti – aprēķini rāda, ka laikā no mūsu ēras sākuma līdz 3000. gadam paredzami seši šādi gadījumi.

No minētajiem gadījumiem izcelt var divas aizklāšanas – 796. gadā un 1737. gadā. Pirmais ir unikāls ar to, ka šajā gadījumā Venēra atradusies aiz Saules un līdz ar to tālāk nekā Merkurs – Merkurs ir gājis pāri Venēras diskam! Otrs savukārt ir vienīgais vēsturiski zināmais un dokumentāli fiksētais šis parādības novērojums! 1737. gada 28. maija vakarā īsu brīdi pirms abu planētu rieta Grīničas observatorijā to veica Džons Beviss. Viņš bija astronomijas amatieris ar iespējām izmantot Grīničas observatorijas teleskopus. Konkrētajā gadījumā viņš novērojumus veica ar 24 pēdu (~7,2 m) liela fokusa attāluma teleskopu.

Tabula. Venēras un Merkura aizklāšanās.

| Nr. p. k. | Datums       | Elongācija no Saules | Venēras redzamais diametrs | Merkura redzamais diametrs | Minimālais ģeocentriskais attālums starp planētu centriem | Piezīmes                 |
|-----------|--------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---|--------------------------|
| 1.        | 09. 12. 392  | 10°                  | 62"                        | 10"                        | 11"   |                          |
| 2.        | 17. 05. 757  | 23°                  | 51"                        | 7"                         | 4"  |                          |
| 3.        | 20. 08. 796  | 5,5°                 | 10"                        | 5"                         | 0"  | Merkurs priekšā Venērai! |
| 4.        | 17. 11. 1372 | 21°                  | 57"                        | 7"                         | 48"   | Redzama dienvidu puslodē |
| 5.        | 28. 05. 1737 | 22°                  | 52"                        | 7"                         | 36"   | Redzama ziemeļu puslodē  |
| 6.        | 03. 12. 2133 | 4°                   | 63"                        | 5"                         | 39"   | Redzama ziemeļu puslodē  |

Juris Kauliņš

## ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2004./2005. GADA ZIEMĀ

Astronomiskās ziemas sākums sakrīt ar ziemas saulgriežiem (senlatviešiem – Ziemsvētkiem). Šajā brīdī Saule ieiet Mežāža zodiaka zīmē ( $\Upsilon$ ), un sākas tās ceļš atpakaļ uz debess sfēras ziemeļu puslodi. 2004. gadā tas notiks 22. decembrī plkst. 9<sup>h</sup>04<sup>m</sup>.

2005. gada 2. janvārī plkst. 3<sup>h</sup> Zeme atradīsies vistuvāk Saulei (perihēlijā) – 0,983 astronomiskās vienības.

Astronomiskās ziemas beigas sakrīt ar pavasara ekvinokciju (senlatviešiem – Lieldienām). Tad diena un nakts ir apmēram vienādi garas, un šajā brīdī Saule ieiet Auna zodiaka zīmē ( $\Upsilon$ ). 2005. gadā tas notiks 20. martā plkst. 14<sup>h</sup>34<sup>m</sup>.

Ziemas sākumā vakaros vēl ļoti novērojami raksturīgie rudens zvaigznāji – Pegazs, Andromeda, Zivis, Trijstūris, Auns un Valzivs. Ziemas zvaigznāji tad ļoti novērojami kļūst ap pusnakti.

Ziemas otrajā pusē jau tūlīt pēc satumšanas visi krāšņie ziemas zvaigznāji ir ļoti redzami. Īpaši izceļas spožām zvaigznēm bagātie Oriona, Vērša, Lielā Suņa, Dviņu un Mazā Suņa zvaigznāji. Pamatots ir viedoklis par Orionu kā skaistāko debess zvaigznāju.

Visspožākā debess zvaigzne Sīriuss (Mazā Suņa  $\alpha$ ), gandrīz tikpat spožais Procioms (Mazā Suņa  $\alpha$ ) un Betelgeize (Oriona  $\alpha$ ) veido gandrīz precīzu vienādmalu trijstūri, t. s. ziemas trijstūri.

Vērša zvaigznājā pat ar neapbruņotu aci aplūkojamas vaļējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš). Izmantojot labus binokļus un teleskopus, var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: krāšņo Oriona miglāju *M 42–43* Oriona zvaigznājā; vaļējo zvaigžņu kopu *M 37* Vedēja zvaigznājā; vaļējo zvaigžņu kopu *M 35* Dviņu zvaigznājā; Rozetes miglāju Vienradža zvaigznājā; zvaigžņu kopu *NGC 2244* Vienradža zvaigznājā; vaļējo zvaigžņu kopu *M 48* Hidras zvaigznājā un

vaļējo zvaigžņu kopu *M44* (Sile) Vēža zvaigznājā.

Galvenie trūkumi ziemas zvaigžņotās debess novērošanai Latvijā ir divi – maz skaidra laika un liels, stindzinošais aukstums tad, kad ir skaidrs laiks.

Saules šķietamais ceļš 2004./05. gada ziemā kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

### PLANĒTAS

29. decembrī **Merkurs** nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (22°). Tas noteiks, ka decembra beigās un janvāra sākumā Merkuru būs iespējams mazliet novērot rītos, īsu brīdi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tā spožums šajā laikā sasniegs –0<sup>m</sup>,3. Vēlāk janvārī, sākot apmēram ar 10. janvārī, tas vairs nebūs redzams.

14. februārī Merkurs atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz Saules). Tāpēc februārī tas nebūs novērojams.

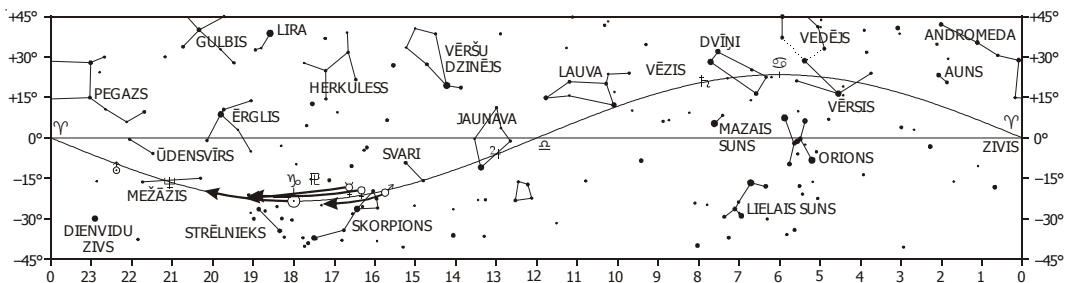
12. martā Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (18°). Tāpēc ziemas beigās tas kļūs novērojams vakaros tūlīt pēc Saules rieta zemu pie horizonta rietumu pusē. Merkura spožums būs –0<sup>m</sup>,3, kas gan ar katru dienu arvien samazināsies.

9. janvārī plkst. 4<sup>h</sup> Mēness paies garām 5° uz leju, 8. februārī plkst. 15<sup>h</sup> 3° uz leju un 11. martā plkst. 18<sup>h</sup> 4° uz leju no Merkura.

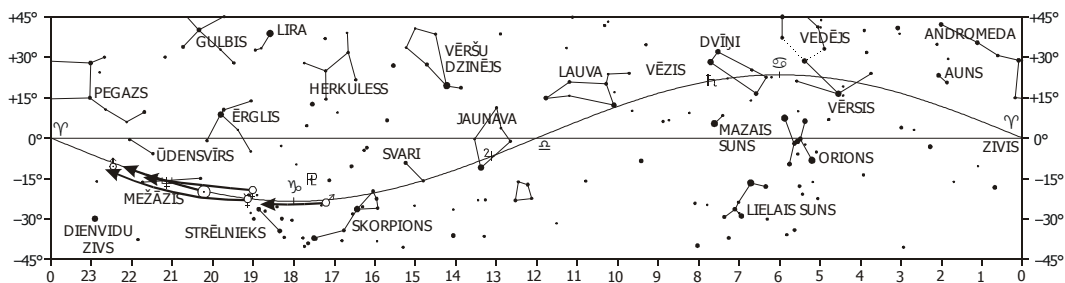
Pašā ziemas sākumā **Venēras** rietumu elongācija būs 24°, kas visu laiku samazināsies. Tāpēc decembra beigās un janvāra sākumā tā vēl būs nedaudz redzama rītos īsu brīdi pirms Saules lēkta dienvidaustrumu pusē. Tās spožums būs –3<sup>m</sup>,9. Interesanti, ka turpat blakus būs redzams Merkurs.

Sākot apmēram ar janvāra vidu, Venēra vairs nebūs novērojama līdz pat pašām ziemas beigām – tā atradīsies mazā leņķiskā atālumā no Saules.

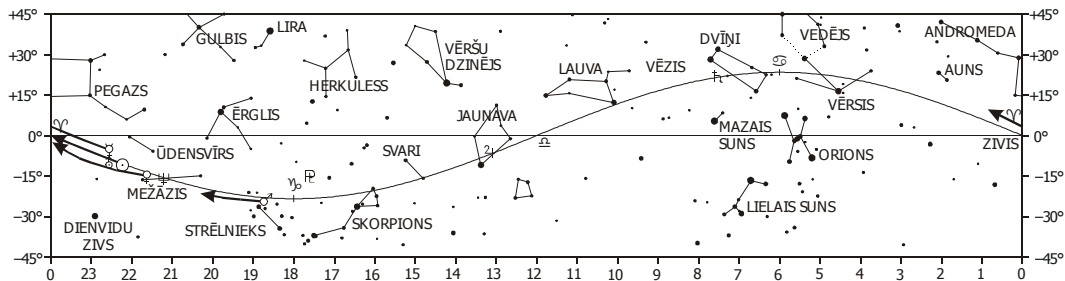




22.12.2004.–21.01.2005.



21.01.2005.–20.02.2005.



20.02.2005.–21.03.2005.

1. att. Eklīptika un planētas 2004./05. gada ziemā.

9. janvārī plkst. 5<sup>h</sup> Mēness pāies garām 5° uz leju, 8. februārī plkst. 1<sup>h</sup> 5° uz leju un 10. martā plkst. 0<sup>h</sup> 3° uz leju no Venēras.

Pašā ziemas sākumā un līdz 29. decembrim **Marss** atradīsies Svaru zvaigznājā. Šajā laikā tā spožums būs +1<sup>m</sup>,6, un tas būs redzams rītos neilgi pirms Saules lēkta dienvidaustrumu pusē.

29. decembrī Marss ieies Skorpiona zvaigznājā, bet jau 6. janvārī pāries uz Čūskeņa zvaigznāju, kur tas atradīsies līdz februāra sākumam. 2. februārī Marss ieies Strēlnieka zvaigznājā un tur būs gandrīz līdz pat pašam ziemas beigām, kad tas pāries uz Mežāža zvaigznāju.

Lai arī Marsa elongācija visu laiku palielināsies, tomēr novērošanas apstākļi neuzlabo-

sies – laika intervāls starp Marsa un Saules lēk-  
tiem pat samazināsies. Vienīgi tā redzamais  
spožums pamazām palielināsies – februāra vi-  
dū  $+1^m,3$  un pašās ziemas beigās  $+1^m,0$ .

7. janvārī plkst. 21<sup>h</sup> Mēness paies garām  
4° uz leju, 5. februārī plkst. 15<sup>h</sup> 5° uz leju un  
6. martā plkst. 8<sup>h</sup> 5° uz leju no Marsa.

Pašā ziemas sākumā un janvārī **Jupiters**  
būs ļoti novērojams nakts otrajā pusē, un tā  
spožums būs  $-2^m,0$ .

Februārī tas jau būs redzams gandrīz visu  
nakti, izņemot vakara stundas. Jupitera spo-  
žums februāra vidū būs  $-2^m,3$ .

Martā līdz pat ziemas beigām tas būs ļoti  
labi novērojams praktiski visu nakti. Jupitera  
spožums tad sasniegs  $-2^m,4$ .

Visu ziemu tas atradīsies Jaunavas zvaig-  
znājā.

4. janvārī plkst. 4<sup>h</sup> Mēness paies garām  
mazāk par 1° uz leju vai aizklās Jupiteru, 31.  
janvārī plkst. 13<sup>h</sup> 1,5° uz leju un 27. februārī  
plkst. 17<sup>h</sup> 2° uz leju no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība  
2004./05. gada ziemā parādīta 3. attēlā.

13. janvārī **Saturns** atradīsies opozīcijā.  
Tāpēc gandrīz visu ziemu līdz pat marta vi-  
dum tas būs ļoti labi redzams praktiski visu  
nakti. Tā spožums šajā laikā būs  $-0^m,4$ .

Tikai pašās ziemas beigās Saturna novē-  
rošanas apstākļi nedaudz pasliktināsies – šā-  
ajā laikā tas tāpat būs novērojams gandrīz vi-

su nakti, izņemot rīta stundas, un Saturna spo-  
žums būs samazinājies līdz  $0^m,0$ .

Visu ziemu Saturns atradīsies Dvīņu zvaig-  
znājā.

28. decembrī plkst. 8<sup>h</sup> Mēness paies ga-  
rām 4° uz augšu, 24. janvārī plkst. 9<sup>h</sup> 4° uz  
augšu, 20. februārī plkst. 13<sup>h</sup> 4° uz augšu un  
19. martā plkst. 18<sup>h</sup> 4° uz augšu no Saturna.

Pašā ziemas sākumā un janvāra pirmajā  
pusē **Urāns** vēl būs novērojams īsu brīdi pēc  
Saules rieta ļoti zemu pie horizonta dienvid-  
rietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs  
 $+5^m,9$ .

25. februārī Urāns būs konjunkcijā ar Sau-  
li. Tāpēc janvāra otrajā pusē un februārī tas  
nebūs redzams.

Ziemas beigās Urāna rietumu elongācija  
sasniegs jau 22°. Tomēr arī šajā laikā tas prak-  
tiski nebūs novērojams, jo lēks gandrīz reizē  
ar Sauli.

Visu ziemu Urāns atradīsies Ūdensvīra  
zvaigznājā.

13. janvārī plkst. 10<sup>h</sup> Mēness paies garām  
4° uz leju, 9. februārī plkst. 23<sup>h</sup> 4° uz leju un  
9. martā plkst. 13<sup>h</sup> 4° uz leju no Urāna.

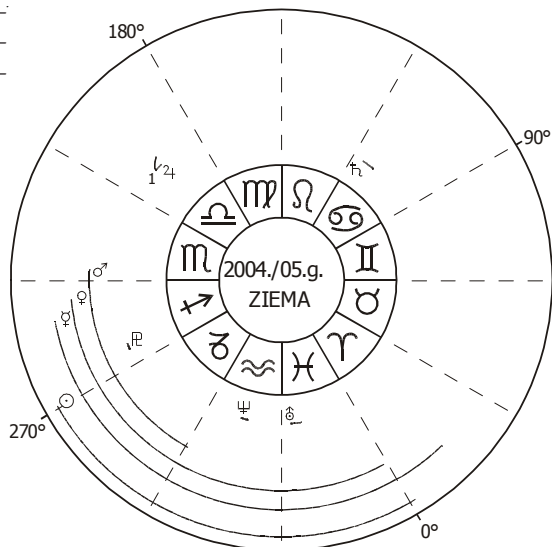
Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs  
sk. 2. attēlā.

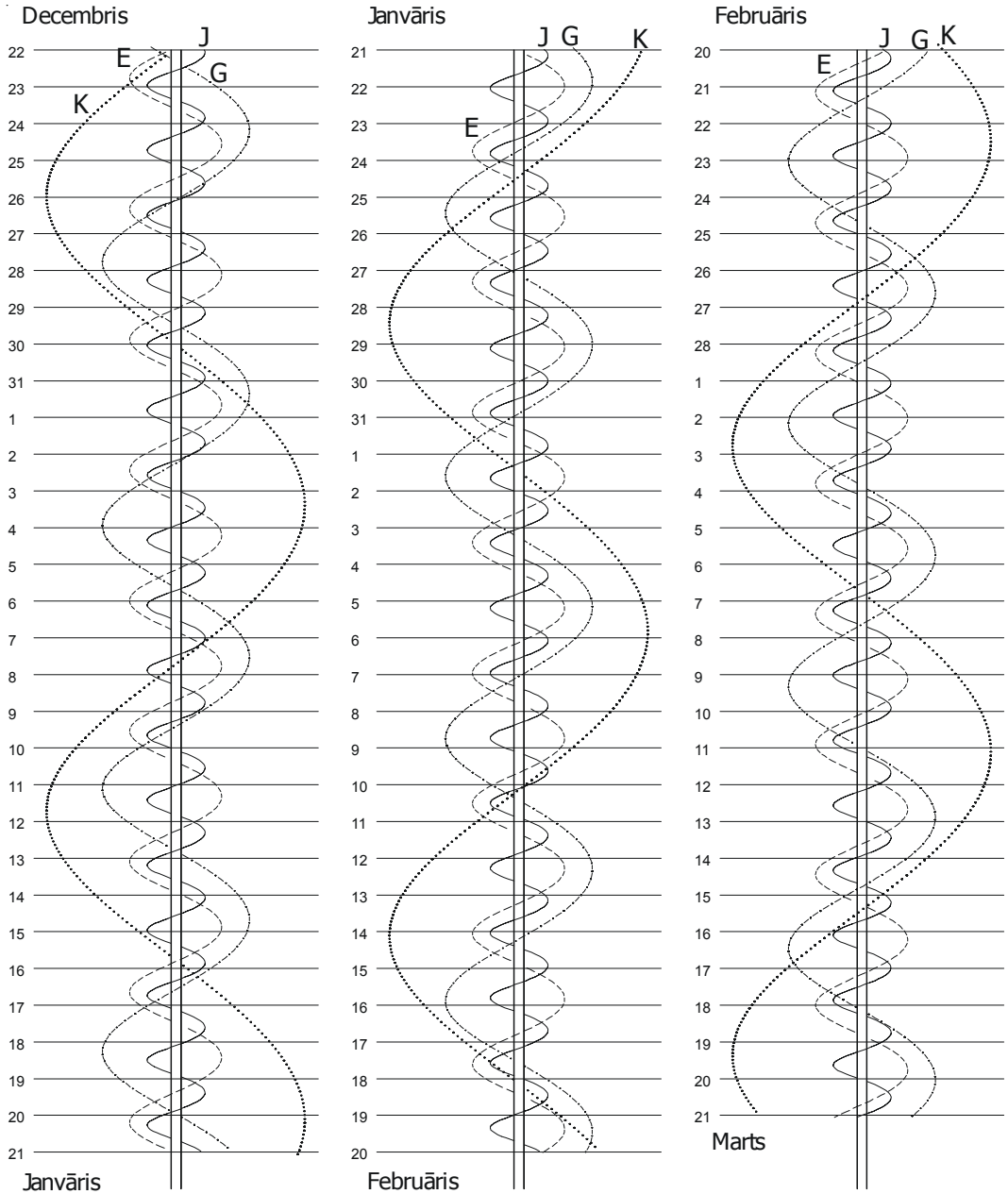
2. att. Saules un planētu kustība zodiaka  
zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 21. decembrī plkst. 0<sup>h</sup>,  
beigu punkts 21. martā plkst. 0<sup>h</sup> (šie momenti  
attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums  
atbilst sākuma punktam).

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

1 – 2. februāris 3<sup>h</sup>.





3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2004./05. gada ziemā. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

## MAZĀS PLANĒTAS

2004./05. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9<sup>m</sup> būs četras mazās planētas – Cerera (1), Pallāda (2), Vesta (4) un Flora (8).

### Cerera:

| Datums | $\alpha_{2000}$                 | $\delta_{2000}$ | Attālums no Zemes, a. v. | Attālums no Saules, a. v. | Spožums |
|--------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 22.12. | 14 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> | -5°11'          | 3,004                    | 2,593                     | 8,8     |
| 1.01.  | 14 34                           | -6 13           | 2,896                    | 2,599                     | 8,8     |
| 11.01. | 14 47                           | -7 08           | 2,782                    | 2,605                     | 8,7     |
| 21.01. | 15 00                           | -7 53           | 2,662                    | 2,611                     | 8,6     |
| 31.01. | 15 11                           | -8 29           | 2,538                    | 2,617                     | 8,6     |
| 10.02. | 15 21                           | -8 56           | 2,413                    | 2,624                     | 8,5     |
| 20.02. | 15 29                           | -9 14           | 2,288                    | 2,631                     | 8,3     |
| 2.03.  | 15 35                           | -9 23           | 2,166                    | 2,637                     | 8,2     |
| 12.03. | 15 39                           | -9 25           | 2,050                    | 2,645                     | 8,0     |
| 22.03. | 15 40                           | -9 20           | 1,943                    | 2,652                     | 7,9     |

### Pallāda:

| Datums | $\alpha_{2000}$                 | $\delta_{2000}$ | Attālums no Zemes, a. v. | Attālums no Saules, a. v. | Spožums |
|--------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 22.12. | 12 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> | -11°40'         | 2,068                    | 2,200                     | 8,7     |
| 1.01.  | 12 18                           | -11 23          | 1,952                    | 2,214                     | 8,6     |
| 11.01. | 12 28                           | -10 41          | 1,836                    | 2,229                     | 8,4     |
| 21.01. | 12 36                           | -9 30           | 1,724                    | 2,245                     | 8,3     |
| 31.01. | 12 41                           | -7 45           | 1,619                    | 2,262                     | 8,1     |
| 10.02. | 12 44                           | -5 24           | 1,525                    | 2,280                     | 7,9     |
| 20.02. | 12 44                           | -2 25           | 1,449                    | 2,299                     | 7,7     |
| 2.03.  | 12 41                           | +1 06           | 1,396                    | 2,318                     | 7,4     |
| 12.03. | 12 36                           | +4 57           | 1,370                    | 2,339                     | 7,2     |
| 22.03. | 12 29                           | +8 49           | 1,374                    | 2,360                     | 7,1     |

### Vesta:

| Datums | $\alpha_{2000}$                 | $\delta_{2000}$ | Attālums no Zemes, a. v. | Attālums no Saules, a. v. | Spožums |
|--------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 22.12. | 23 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> | -9°28'          | 2,382                    | 2,461                     | 7,9     |
| 1.01.  | 23 58                           | -7 50           | 2,518                    | 2,469                     | 8,0     |
| 11.01. | 0 10                            | -6 08           | 2,650                    | 2,477                     | 8,1     |
| 21.01. | 0 23                            | -4 23           | 2,778                    | 2,485                     | 8,2     |
| 31.01. | 0 36                            | -2 35           | 2,899                    | 2,492                     | 8,3     |
| 10.02. | 0 51                            | -0 47           | 3,012                    | 2,500                     | 8,3     |
| 20.02. | 1 05                            | +1 02           | 3,116                    | 2,506                     | 8,4     |
| 2.03.  | 1 21                            | +2 50           | 3,211                    | 2,513                     | 8,4     |
| 12.03. | 1 36                            | +4 37           | 3,295                    | 2,519                     | 8,4     |
| 22.03. | 1 52                            | +6 21           | 3,369                    | 2,525                     | 8,4     |



**Flora:**

| Datums | $\alpha_{2000}$                | $\delta_{2000}$ | Attālums no Zemes, a. v. | Attālums no Saules, a. v. | Spožums |
|--------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 22.12. | 8 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | +19°14'         | 1,129                    | 2,041                     | 9,0     |
| 1.01.  | 8 01                           | +20 18          | 1,099                    | 2,058                     | 8,7     |
| 11.01. | 7 50                           | +21 28          | 1,094                    | 2,076                     | 8,5     |
| 21.01. | 7 39                           | +22 35          | 1,115                    | 2,094                     | 8,6     |
| 31.01. | 7 29                           | +23 32          | 1,163                    | 2,112                     | 9,0     |

**KOMĒTAS****C/2004 Q2 (Machholz) komēta.**

Šī 2004. gadā atklātā komēta 2005. gada 24. janvārī nonāks perihēlijā un šoziem būs labi novērojama ar binokļu un teleskopu palīdzību. Pēc 10. janvāra komēta kļūs par nenorietošu spidekli, un marta sākumā tā atradīsies Polārzaigznes tuvumā. Komētas efemerīda ir šāda (0<sup>h</sup> U. T.):

| Datums | $\alpha_{2000}$                | $\delta_{2000}$ | Attālums no Zemes, a. v. | Attālums no Saules, a. v. | Spožums |
|--------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 26.12. | 4 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> | -2°31'          | 0,379                    | 1,292                     | 4,5     |
| 31.12. | 3 54                           | +6 52           | 0,356                    | 1,266                     | 4,3     |
| 5.01.  | 3 42                           | +17 19          | 0,347                    | 1,244                     | 4,2     |
| 10.01. | 3 31                           | +28 00          | 0,352                    | 1,227                     | 4,1     |
| 15.01. | 3 20                           | +38 01          | 0,370                    | 1,215                     | 4,2     |
| 20.01. | 3 10                           | +46 50          | 0,398                    | 1,207                     | 4,3     |
| 25.01. | 3 02                           | +54 18          | 0,435                    | 1,205                     | 4,5     |
| 30.01. | 2 56                           | +60 31          | 0,478                    | 1,208                     | 4,7     |
| 4.02.  | 2 52                           | +65 44          | 0,524                    | 1,215                     | 4,9     |
| 9.02.  | 2 51                           | +70 08          | 0,573                    | 1,228                     | 5,2     |
| 19.02. | 3 05                           | +77 13          | 0,673                    | 1,267                     | 5,7     |
| 1.03.  | 4 07                           | +82 32          | 0,775                    | 1,323                     | 6,2     |
| 11.03. | 7 14                           | +84 53          | 0,875                    | 1,392                     | 6,6     |
| 21.03. | 10 08                          | +82 18          | 0,977                    | 1,473                     | 7,1     |

**MĒNESS****Mēness perigejā un apogejā.**

Perigejā: 10. janvārī plkst. 12<sup>h</sup>; 8. februārī plkst. 0<sup>h</sup>; 8. martā plkst. 5<sup>h</sup>.

Apogejā: 27. decembrī plkst. 22<sup>h</sup>; 23. janvārī plkst. 21<sup>h</sup>; 20. februārī plkst. 7<sup>h</sup>; 20. martā plkst. 1<sup>h</sup>.

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

- 23. decembrī 18<sup>h</sup>33<sup>m</sup> Dvīņos (♊)
- 26. decembrī 6<sup>h</sup>38<sup>m</sup> Vēzi (♋)
- 28. decembrī 19<sup>h</sup>15<sup>m</sup> Lauvā (♌)
- 31. decembrī 7<sup>h</sup>34<sup>m</sup> Jaunavā (♍)

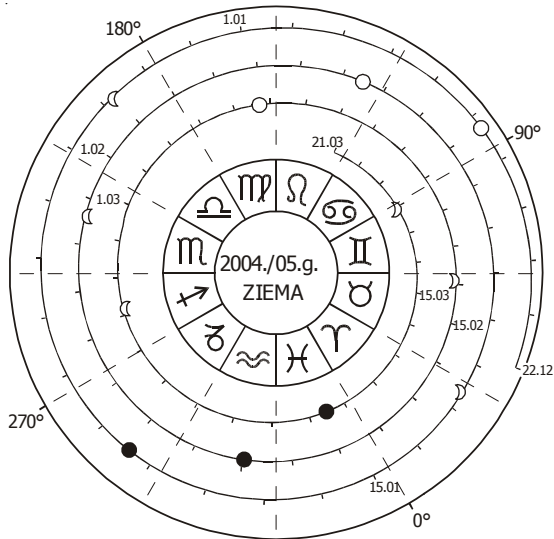
- 2. janvārī 18<sup>h</sup>20<sup>m</sup> Svaros (♎)
- 5. janvārī 2<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Skorpionā (♏)
- 7. janvārī 5<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Strēlnieka (♐)
- 9. janvārī 6<sup>h</sup>11<sup>m</sup> Mežāzī (♑)
- 11. janvārī 5<sup>h</sup>08<sup>m</sup> Ūdensvirā (♒)
- 13. janvārī 4<sup>h</sup>51<sup>m</sup> Zivīs (♓)
- 15. janvārī 7<sup>h</sup>27<sup>m</sup> Aunā (♈)
- 17. janvārī 14<sup>h</sup>07<sup>m</sup> Vērsī (♉)
- 20. janvārī 0<sup>h</sup>25<sup>m</sup> Dvīņos
- 22. janvārī 12<sup>h</sup>43<sup>m</sup> Vēzi
- 25. janvārī 1<sup>h</sup>22<sup>m</sup> Lauvā

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 10. janvārī 14<sup>h</sup>03<sup>m</sup>; 9. februārī 0<sup>h</sup>28<sup>m</sup>; 10. martā 11<sup>h</sup>10<sup>m</sup>.
- ▷ Pirmais ceturksnis: 17. janvārī 8<sup>h</sup>57<sup>m</sup>; 16. februārī 2<sup>h</sup>16<sup>m</sup>; 17. martā 21<sup>h</sup>19<sup>m</sup>.
- Pilns Mēness: 26. decembrī 17<sup>h</sup>06<sup>m</sup>; 25. janvārī 12<sup>h</sup>32<sup>m</sup>; 24. februārī 6<sup>h</sup>54<sup>m</sup>.
- ◁ Pēdējais ceturksnis: 3. janvārī 19<sup>h</sup>46<sup>m</sup>; 2. februārī 9<sup>h</sup>27<sup>m</sup>; 3. martā 19<sup>h</sup>36<sup>m</sup>.

- 27. janvārī 13<sup>h</sup>25<sup>m</sup> Jaunavā
- 30. janvārī 0<sup>h</sup>13<sup>m</sup> Svaros
- 1. februārī 8<sup>h</sup>52<sup>m</sup> Skorpionā
- 3. februārī 14<sup>h</sup>22<sup>m</sup> Strēlniekā
- 5. februārī 16<sup>h</sup>33<sup>m</sup> Mežāzī
- 7. februārī 16<sup>h</sup>27<sup>m</sup> Ūdensvirā
- 9. februārī 16<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Zivīs
- 11. februārī 17<sup>h</sup>22<sup>m</sup> Aunā
- 13. februārī 22<sup>h</sup>18<sup>m</sup> Vērsī
- 16. februārī 7<sup>h</sup>19<sup>m</sup> Dvīņos
- 18. februārī 19<sup>h</sup>13<sup>m</sup> Vēzī
- 21. februārī 7<sup>h</sup>55<sup>m</sup> Lauvā
- 23. februārī 19<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Jaunavā
- 26. februārī 5<sup>h</sup>59<sup>m</sup> Svaros
- 28. februārī 14<sup>h</sup>21<sup>m</sup> Skorpionā
- 2. martā 20<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Strēlniekā
- 5. martā 0<sup>h</sup>12<sup>m</sup> Mežāzī
- 7. martā 1<sup>h</sup>50<sup>m</sup> Ūdensvirā
- 9. martā 2<sup>h</sup>33<sup>m</sup> Zivīs
- 11. martā 4<sup>h</sup>04<sup>m</sup> Aunā



- 13. martā 8<sup>h</sup>06<sup>m</sup> Vērsī
- 15. martā 15<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Dvīņos
- 18. martā 2<sup>h</sup>44<sup>m</sup> Vēzī
- 20. martā 15<sup>h</sup>18<sup>m</sup> Lauvā

## METEORI

Ziemā ir novērojama viena stipra meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laikā no 1. līdz 5. janvārim. 2005. gadā maksimums gaidāms 4. janvārī. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā, lai arī iespējamās tās svārstības intervālā no 60 līdz 200 meteoriem stundā. 🌠

## PIRMO REIZI “ZVAIGŽŅNOTAJĀ DEBESĪ”



**Jānis Bārdziņš** – *Dr. habil. sc. comp.* (1992), beidzis Latvijas Valsts universitāti (LVU) matemātikas specialitātē (1959). LU Matemātikas un informātikas institūta direktors (1997), Latvijas Universitātes profesors (1985), Latvijas ZA akadēmiķis, viens no vadošajiem pasaules datorzinātniekiem. Ieguvis fundamentālus rezultātus automātu, algoritmu sarežģītības, algoritmiskajā apmācības un programmēšanas teorijā. Viņa vadībā savas doktora disertācijas aizstāvējuši 14 zinātnieku. Daudzi matemātiķi un datoriķi, kuri savas gaitas zinātnē sāka J. Bārdziņa vadībā LVU Skaitļošanas centrā, patlaban vada patsvārstīgus zinātniskus kolektīvus gan Latvijā, gan citās valstīs.

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

| Datums     | Zvaigzne  | Spožums           | Aizklāšana                      | Atklāšana                       | Mēness<br>augstums | Mēness<br>fāze |
|------------|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| 28.12.2004 | 76 Gem    | 5 <sup>m</sup> ,3 | 6 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>  | 7 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>  | 33° – 26°          | 98%            |
| 3.01.2005  | η Vir     | 3 <sup>m</sup> ,9 | 2 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>  | 2 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>  | 16° – 22°          | 57%            |
| 7.01.2005  | V1040 Sco | 5 <sup>m</sup> ,4 | 8 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>  | –                               | 8°                 | 15%            |
| 18.01.2005 | π Ari     | 5 <sup>m</sup> ,3 | 19 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> | 20 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> | 51° – 49°          | 64%            |
| 4.02.2005  | α Sco     | 1 <sup>m</sup> ,1 | 6 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>  | 7 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>  | 4° – 6°            | 30%            |
| 15.02.2005 | 63 Ari    | 5 <sup>m</sup> ,2 | 19 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | 20 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> | 52° – 46°          | 47%            |
| 14.03.2005 | δ Ari     | 4 <sup>m</sup> ,4 | 23 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> | –                               | 7°                 | 22%            |
| 18.03.2005 | 136 Tau   | 4 <sup>m</sup> ,6 | 0 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>  | 1 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>  | 24° – 17°          | 51%            |
| 20.03.2005 | 76 Gem    | 5 <sup>m</sup> ,3 | 2 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>  | –                               | 22°                | 70%            |

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijas teritorijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusī. Neviena spoža planēta ziemā aizklāta netiek.

**Juris Kauliņš**

**JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ**

**“Smart-1” tuvojas Mēnesim.** Eiropas Kosmosa aģentūras (ESA) kosmiskais kuģis “Smart-1” (“*Guid-rails-1*”) tika palaists 2003. gada 27. septembrī. “Smart-1” tika veidots, lai pārbaudītu dažādas kosmiskās tehnoloģijas, ko varētu izmantot nākotnes misijās. Šis ir pirmais ESA kosmiskais kuģis, kurš apgādāts ar jonu dzinēju kā galveno raķešdzinēju. Laikā no 10. līdz 14. oktobrim “Smart-1” ieslēdza jonu dzinējus, lai 13. novembrī ieietu orbītā ap Mēnesi. Kosmiskais kuģis 13 mēnešos virzījies pa spirālisku orbītu, arvien attālinoties no Zemes un tuvojoties Mēnesim; plānots, ka 13. novembrī tas ieies orbītā ap Mēnesi. Pēc ieiešanas orbītā “Smart-1” pakāpeniski samazinās augstumu, līdz 2005. gada janvāra vidū tas atradīsies 300–3000 km augstumā virs Mēness virsmas. Sešos mēnešos, ko “Smart-1” pavadīs orbītā ap Mēnesi, tiks pētīts Mēness virsmas ķīmiskais sastāvs.

**“Genesis” uz Zemes nogādājis Saules vēja paraugus.** NASA kosmiskais kuģis “Genesis” uz Zemes atgriezās šā gada 8. septembrī, noņemot uz Zemi kapsulas ar Saules vēja daļiņu paraugiem, kurus bija savācis 3 gadu ilgās misijas laikā. Lai gan pirms Zemes virsmas sasniegšanas izpletņi neatvērās, kapsulas ar Saules vēja daļiņām trieciena laikā netika sabojātas. Vēl nav apstiprināta versija par izpletņa neatvēšanās iemeslu, tomēr tiek nosaukta viena no iespējamajām kļūdām – gravitācijas slēdzis, kuram vajadzēja ieslēgties, kapsulai bremzējoties atmosfērā, sabojājās, lielā ātrumā triecoties Zemes atmosfērā. Kosmiskais kuģis uz Zemes nogādājis vairāk nekā 3000 paraugu ar Saules vējā atrodošajiem atomiem un joniem.

**I. Z.**

## CONTENTS

**“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** Earthquakes in Latvia *by N. Ozoliņa (abridged)*. Space Craft “Ranger-7” *by I. Daube (abridged)*. Moon Investigation in Riga *by M. Gailis (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Problems of Dialogue between Quantum Mechanics and Theology (*concluded*). *J. Tambergs*. **NEWS** Ultra-Cool Dwarf Pair Weighed. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Successful Hunt of Protostars. *A. Balklaus*. Silhouette of a Black Hole. *A. Balklaus*. A Distant Giant Quasar. *A. Balklaus*. Cosmic Objects in Captivating Photos – 3. *A. Balklaus*. Extragalactic Planetary Nebulae. *J. Freimanis*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** “Cassini” Enters the Saturnian System. *J. Jaunbergs*. Space Launchers of Early XXI Century. The Commonwealth of Independent States (CIS). *D. Krieviņš*. **LATVIAN SCIENTISTS** Professor Rusins-Martins Freivalds on the Path of Science. *J. Bārzdiņš*. Integration of Sciences (*interview*). *A. Andžāns, R. Freivalds*. **ACADEMIC STAFF of the UNIVERSITY of LATVIA** Birkbeck College of London University (*concluded*). *J. Eiduss*. **At SCHOOL** Solutions of Problems of International Team Olympiad “Baltic Way 2003” in Mathematics. *A. Andžāns*. **MARS in the FOREGROUND** Interplanetary Transfer of Life by Martian Meteorites. *J. Jaunbergs*. **For AMATEURS** November *Aurora Borealis* Playing in the Baltic Sky. *M. Gills*. Golden Rain in Maid-Servant’s Life. *N. Cimaboviča*. **FLASHBACK** The Obsessed and Eccentrics in Sciences. *G. Raņķis*. **In DISTANT COUNTRIES** Calanais – “Stonehenge of Hebrides”. *J. Klētnieks*. **BELIEVE IT or NOT** In Search for Ligatne Meteorite. *I. Jurģītis*. **READERS’ QUESTIONS** When Does the Planet Venus Veil the Planet Mercury? *J. Kauļiņš*. **The STARRY SKY in the WINTER of 2004/05**. *J. Kauļiņš*. *Supplement: Astronomical Phenomena and Planet Visibility 2005: A Complex Diagram*

## СОДЕРЖАНИЕ

**В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** Землетрясения в Латвии (*по статье Н. Озолини*). Космический корабль «Ranger-7» (*по статье И. Даубе*). В Риге будут исследовать Луну (*по статье М. Гайлиса*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Проблемы диалога между квантовой механикой и богословием (*окончание*). *Ю. Тамбергс*. **НОВОСТИ** Пара крайне холодных карликов взвешена. *З. Алксне, А. Алкснис*. Успешная охота на протозвёзды. *А. Балклавс*. Силует чёрной дыры. *А. Балклавс*. Далёкий гигантский квазар. *А. Балклавс*. Интересные снимки космических объектов – 3. *А. Балклавс*. Внегалактические планетарные туманности. *Ю. Фрейманис*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** “Cassini” прибывает в систему Сатурна. *Я. Яунбергс*. Космический транспорт начала XXI века. Союз Независимых Государств. *Д. Криэвиньш*. **УЧЁНЫЕ ЛАТВИИ** Профессор Русиньш-Мартыньш Фрейвалдс на путях науки. *Я. Барздиньш*. Вся наука едина (*интервью*). *А. Анджанс, К. Фрейвалдс*. **ПРЕПОДАВАТЕЛИ ЛАТВИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА** Беркбекский колледж Лондонского университета (*окончание*). *Я. Эйдусс*. **В ШКОЛЕ** Решения задач международной командной олимпиады по математике «Балтийский путь-2003». *А. Анджанс*. **МАРС ВБЛИЗИ** Панспермия метеоритами Марса. *Я. Яунбергс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Ноябрьское северное сияние играет на небесах Балтии. *М. Гиллс*. «Золотой дождь» в судьбе маленькой служанки. *Н. Цимахович*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Чудаки в точных науках. *Г. Ранькис*. **В ДАЛЬНИХ СТРАНАХ** Каленайс – «Стоунхендж на Гебридских островах». *Я. Клетниекс*. **ХОЧЕШЬ ПОВЕРЬ, не ХОЧЕШЬ – НЕТ** В поисках метеорита Лигатне. *И. Юргитис*. **СПРАШИВАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** Когда Венера закрывает Меркурий? *Ю. Каулиньш*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО зимой 2004/05 года**. *Ю. Каулиньш*. *Приложение: Астрономические явления и Диаграмма видимости планет в 2005 году*

THE STARRY SKY, WINTER 2004/05  
Compiled by *Irena Pundure*  
“Mācību grāmata”, Rīga, 2004  
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2004./05. GADA ZIEMA  
Reģ. apl. Nr. 0426  
Sastādījusi *Irena Pundure*  
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2004  
Redaktore *Dzintra Auziņa*  
Datorsalicējs *Jānis Kuzmanis*



## APTAUJA

Par “Zvaigžņotās Debess” 2004. gada laidieniem

### 1. Jūsaprāt, interesantākie raksti (autori):

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_

### 2. Kuras izdevuma nodaļas patika vislabāk?

- Amatieriem
- Gadalaika astronomiskās parādības
- Jaunumi
- Kosmosa pētniecība un apgūšana
- Latvijas Universitātes mācību spēki
- Marss tuvplānā
- Skolā
- Zinātnes ritums
- \_\_\_\_\_

### 3. Kādi “ZvD” pielikumi jūs interesēja visvairāk?

- Astronomiskais kalendārs
- Astronomiskās parādības gadā
- Dīvainā Vienradža sarkanā maiņzvaigzne *V838 Mon*
- Planētu redzamības kompleksā diagramma

### 4. Kas no 2004. gadā latviski publicētā (populārzinātnisks raksts, grāmata) jums atstājis vislielāko iespaidu (norādīt autoru, nosaukumu, izdevumu)?

---

---

Cienijamo “Zvaigžņotās Debess” lasītāji!

Aicinām piedalīties aptaujā, atbildot uz jautājumu vai kvadrātānā atzīmējot pieņemamo atbildes variantu.  
Lapu lūdzam izgriezt un atsūtīt: “Zvaigžņotajai Debessij” (ar norādi “Aptauja”) Raiņa bulv. 19, Rīgā, LV-1586.





1. Kopā ar Tjuringa prēmijas laureātu latviešu izcelsmes ASV datorzinātnieku Juri Hartmani.

2. Kopā ar Aiju Freivaldi (1943-2001) pie Raudu mūra.

3. Prof. Freivalds un viņa audzēkņi Māris Valdats, Arnolds Ķikusts un Juris Smotrovs Vašingtonā ceļā uz konferenci Kalifornijā.

*Foto no R. Freivalda pers. arhīva*

Sk. A. Andžāna, R. Freivalda interviju "Visa ziņātne ir vienota".



Abonēt žurnālu

**terra**

kļuvis vieglāk!

Izvēlies sev ērtāko veidu:



Latvijas Pasta nodaļās

Abonēšanas indekss 2213

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,19**  
visam gadam – **Ls 7,14**

**PNS**

Izdevniecībā  
"Mācību grāmata"

iemaksājot naudu SIA "Mācību grāmata"  
(reģ. nr. 50003107501) kontā PNS 1000096214  
jebkurā Latvijas Pasta nodaļā

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,19**  
visam gadam – **Ls 7,14**

Abonēšanas centrā  
"Diena"

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,29**  
visam gadam – **Ls 7,74**

Papildus informācija:

[www.lu.lv/terra](http://www.lu.lv/terra)

Juridiskās personas  
var pieprasīt rēķinu  
pa tel. 7325322

**2005. gadā Terra iznāks**

**janvāra, marta, maija, jūlija, septembra un novembra sākumā**

# ZVAIŽNOTĀ DEBĒSS



ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena Ls 1,50

*“Zenit-3SL” starts ar “Telstar-18” pavadoni 2004. gada Pēterdienā.*

*“Sea Launch” attēls*

*Sk. D. Krieviņa rakstu “Kosmiskie transportlīdzekļi XXI gadsimta sākumā. Neatkarīgo Valstu Savienība”.*

*"Zvaigžņotās Debess" (186) pielikums*  
**ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 2005. GADĀ**

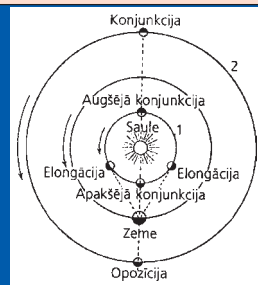
**Paskaidrojumi:** ♀ – konjunkcija; ♂ – opozīcija; ♄ – Merkurs; ♀ – Venēra; ♂ – Zeme; ♂ – Marss; ♃ – Jupiteris; ♄ – Saturns; ♂ – Urāns; ♆ – Neptūns; ☉ – Saule; ☾ – Mēness. **Mēness fāzes:** ● – jauns; ◐ – pirmais ceturksnis; ◑ – pilns; ◒ – pēdējais ceturksnis.

**Zodiaka zīmes:** ♈ – Auns; ♉ – Vērsis; ♊ – Dviņi; ♋ – Vēzis; ♌ – Lauva; ♍ – Jaunava; ♎ – Svāri; ♏ – Skorpions; ♐ – Strēlnieks; ♑ – Mežazis; ♒ – Ūdensvīrs; ♓ – Zivis.

| JANVĀRIS  |  |
|-----------|--|
| <b>Sv</b> | 2 2 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> ♂ perihēlija            |
| P         | 3 19 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> ●<br>Kvadrantīdu maks. |
| O         | 4 24 ♂ ☾ ( 0,9°  |
| Pt        | 7 ♂ ♂ ☾ ( 3,9°   |
| <b>Sv</b> | 9 ♀ ♂ ☾ ( 5,4°<br>♀ ♂ ☾ ( 5,4°                           |
| P         | 10 14 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> ●                     |
| Pt        | 14 ♀ ♂ ♄ 0,3°<br>♃ ♂ ☉                                   |
| P         | 17 8 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> ●                      |
| C         | 20 1 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> ☉ ♁                    |
| P         | 24 ♃ ♂ ☾ ( 4,1°  |
| O         | 25 12 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ☉                     |
| P         | 31 24 ♂ ☾ ( 0,9°   |
| FEBRUĀRIS |  |
| T         | 2 9 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> ●                       |
| C         | 3 ♃ ♂ ☉  |
| S         | 5 ♂ ♂ ☾ ( 5,0°   |
| O         | 8 ♀ ♂ ☾ ( 4,9°<br>♀ ♂ ☾ ( 3,5°                           |
| T         | 9 0 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> ●                       |
| P         | 14 ♄ augšējā ♂ ☉   |
| T         | 16 2 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> ●                      |
| Pt        | 18 15 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ☉ ♃                   |
| <b>Sv</b> | 20 ♃ ♂ ☾ ( 4,2°  |
| C         | 24 6 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> ☉                      |
| Pt        | 25 ♂ ♂ ☉   |
| <b>Sv</b> | 27 24 ♂ ☾ ( 1,8°   |

| MARTS     |   |
|-----------|---|
| C         | 3 19 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> ●                             |
| <b>Sv</b> | 6 ♂ ♂ ☾ ( 5,5°  |
| T         | 9 ♀ ♂ ☾ ( 2,8°  |
| C         | 10 11 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> ●                            |
| Pt        | 11 ♄ ♂ ☾ ( 4,0°   |
| S         | 12 ♄ 18° ☉  |
| C         | 17 21 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> ●                            |
| S         | 19 ♃ ♂ ☾ ( 4,7°   |
| <b>Sv</b> | 20 14 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> ☉ ♃                          |
| <b>Pt</b> | 25 22 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> ☉                            |
| S         | 26 24 ♂ ☾ ( 1,5°  |
| O         | 29 ♀ ♂ ♄ 4,8°<br>♀ apakšējā ♂                                   |
| C         | 31 ♀ augšējā ♂  |
| APRĪLIS   |   |
| S         | 2 3 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ●                              |
| <b>Sv</b> | 3 24 ♂ ar ☉   |
| P         | 4 ♂ ♂ ☾ ( 4,8°  |
| C         | 7 ♄ ♂ ☾ ( 3,5°  |
| Pt        | 8 23 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ● Gredzenv. –<br>pilns ☉ apt. |
| S         | 9 ☾ aizklāj ♀   |
| S         | 16 17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> ●<br>♃ ♂ ☾ ( 4,3°            |
| T         | 20 2 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> ☉ ♃                           |
| Pt        | 22 Lirīdu maks.<br>24 ♂ ☾ ( 1,2°                                |
| <b>Sv</b> | 24 13 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> ☉<br>Pusēnas ☾ apt.          |
| O         | 26 ♄ 27° ☉  |

| MAIJS     |   |
|-----------|---|
| <b>Sv</b> | 1 9 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> ●                |
| P         | 2 ♂ ♂ ☾ ( 3,2°                                    |
| C         | 5 ♃ Akvarīdu maks.                                |
| Pt        | 6 ♄ ♂ ☾ ( 2,5°                                    |
| <b>Sv</b> | 8 11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ●               |
| P         | 9 ♀ ♂ ☾ ( 2,5°                                    |
| Pt        | 13 ♃ ♂ ☾ ( 4,6°                                   |
| P         | 16 11 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> ●              |
| Pt        | 20 24 ♂ ☾ ( 1,4°                                  |
| S         | 21 1 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ☉ ♃             |
| P         | 23 23 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> ☉              |
| P         | 30 14 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ●              |
| O         | 31 ♂ ♂ ☾ ( 0,5°                                   |
| JŪNIJS    |   |
| Pt        | 3 ♄ augšējā ♂                                     |
| O         | 7 0 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> ● ; ♄ ♂ ☾ ( 2,6° |
| T         | 8 ♀ ♂ ☾ ( 3,4°                                    |
| Pt        | 10 ♃ ♂ ☾ ( 4,0°                                   |
| T         | 15 4 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> ●               |
| C         | 16 24 ♂ ☾ ( 1,1°                                  |
| O         | 21 9 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> ☉ ♁             |
| T         | 22 7 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> ☉               |
| S         | 25 ♃ ♂ ♀ 1,3°                                     |
| <b>Sv</b> | 26 ♃ ♂ ♄ 1,4°                                     |
| P         | 27 ♀ ♂ ♄ 0,1°                                     |
| O         | 28 21 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> ●              |
| T         | 29 ♂ ♂ ☾ ( 1,2°                                   |



1 – iekšējā planēta  
 2 – ārējā planēta

| JŪLIJS  |   |
|---------|---|
| O       | 5 7 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> ♂ afelijs              |
| T       | 6 15 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> ●                     |
| C       | 7 ♀ ♂ ♄ 1,6°<br>♃ ♂ ☾ ( 4,1°                            |
| Pt      | 8 ♄ ♂ ☾ ( 4,1°<br>♀ ♂ ☾ ( 2,1°                          |
| S       | 9 ♄ 26° ☉   |
| T       | 13 24 ♂ ☾ ( 1,8°  |
| C       | 14 18 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> ●                    |
| C       | 21 14 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ☉                    |
| Pt      | 22 20 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> ☉ ♃                  |
| S       | 23 ♃ ♂ ☉  |
| T       | 27 ♂ ♂ ☾ ( 3,3°   |
| C       | 28 ♂ Akvarīdu maks.<br>6 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> ● |
| AUGUSTS |   |
| C       | 4 ♃ ♂ ☾ ( 4,1°  |
| Pt      | 5 6 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> ●                      |
| S       | 6 ♄ apakšējā ♂  |
| P       | 8 ♀ ♂ ☾ ( 0,6°<br>♃ ♂ ☉                                 |
| T       | 10 24 ♂ ☾ ( 1,8°  |
| Pt      | 12 Perseīdu maks.                                       |
| S       | 13 15 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> ●                    |
| Pt      | 19 20 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> ☉                    |
| O       | 23 3 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ☉ ♃                   |
| T       | 24 ♄ 18° ☉  |
| C       | 25 ♂ ♂ ☾ ( 5,2°   |
| Pt      | 26 18 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> ●                    |
| T       | 31 ♃ ♂ ☾ ( 4,7°   |

| SEPTEMBRIS |   |
|------------|---|
| C          | 1 ♂ ♂ ☉   |
| Pt         | 2 ♄ ♂ ☾ ( 2,2°<br>24 ♂ ♀ 1,4°                           |
| S          | 3 21 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ●                     |
| T          | 7 24 ♂ ☾ ( 2,6°<br>♀ ♂ ☾ ( 1,2°                         |
| <b>Sv</b>  | 11 14 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> ●                    |
| <b>Sv</b>  | 18 ♄ augšējā ♂<br>5 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> ☉      |
| Pt         | 23 1 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> ☉ ♁<br>♃ ♂ ☾ ( 5,5°   |
| <b>Sv</b>  | 25 9 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> ●                     |
| T          | 28 ♃ ♂ ☾ ( 4,1°   |
| OKTOBRIS   |   |
| P          | 3 13 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> ●<br>Gredzenv. ☉ apt. |
| O          | 4 ♄ ♂ ☾ ( 1,9°<br>24 ♂ ☾ ( 3,4°                         |
| C          | 6 24 ♂ ♄ 1,5°   |
| Pt         | 7 ♀ ♂ ☾ ( 1,9°  |
| P          | 10 22 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> ●                    |
| P          | 17 15 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> ☉<br>Daļējs ☾ apt.   |
| T          | 19 ♂ ♂ ☾ ( 4,0°   |
| Pt         | 21 Orionīdu maks.                                       |
| <b>Sv</b>  | 23 10 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> ☉<br>♃ 24 ♂ ☉        |
| O          | 25 4 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> ●<br>♃ ♂ ☾ ( 3,6°     |

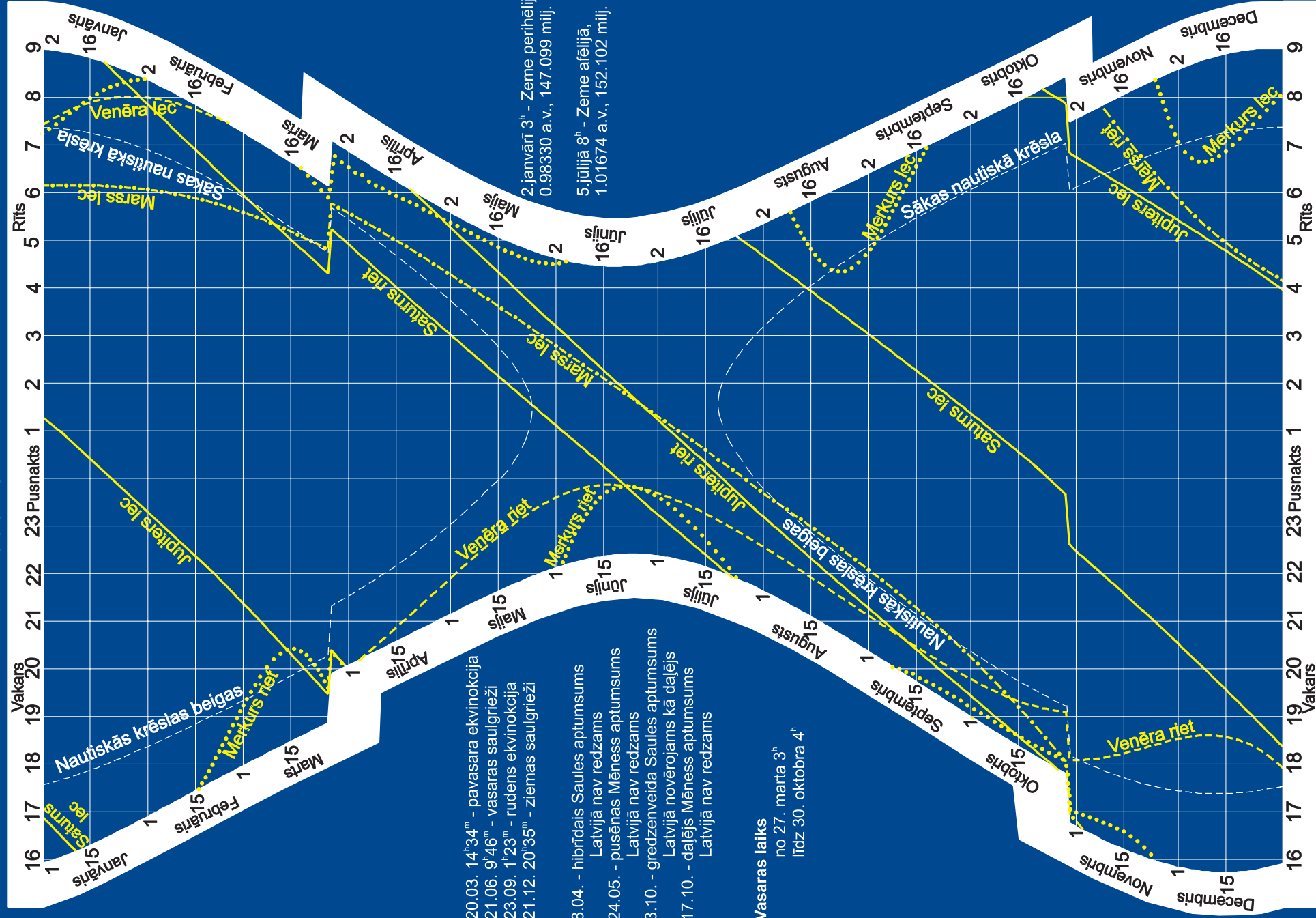
| NOVEMBRIS |   |
|-----------|---|
| O         | 1 24 ♂ ☾ ( 3,9°                                       |
| T         | 2 3 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> ●                    |
| C         | 3 Taurīdu maks.<br>♀ 23° ☉<br>♀ 47° ☉                 |
| Pt        | 4 ♄ ♂ ☾ ( 1,8°  |
| S         | 5 ♀ ♂ ☾ ( 2,1°  |
| P         | 7 ♂ ♂ ☉   |
| T         | 9 3 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> ●                    |
| O         | 15 ♂ ♂ ☾ ( 2,0°                                       |
| T         | 16 2 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> ☉                   |
| C         | 17 Leonīdu maks.                                      |
| O         | 22 7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ☉ ♃<br>♃ ♂ ☾ ( 3,7° |
| C         | 24 0 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> ●<br>♀ apakšējā ♂   |
| O         | 29 24 ♂ ☾ ( 3,5°                                      |
| T         | 30 ♄ ♂ ☾ ( 6,1°                                       |
| DECEMBRIS |   |
| C         | 1 17 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> ●                   |
| <b>Sv</b> | 4 ♀ ♂ ☾ ( 3,0°  |
| C         | 8 11 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> ●                   |
| P         | 12 ♂ ♂ ☾ ( 0,5°<br>♀ 21° ☉                            |
| O         | 13 Geminīdu maks.                                     |
| C         | 15 18 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ☉                  |
| P         | 19 ♃ ♂ ☾ ( 3,0°                                       |
| T         | 21 20 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> ☉ ♃                |
| Pt        | 23 21 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> ●                  |
| O         | 27 24 ♂ ☾ ( 4,8°                                      |
| Pt        | 30 ♄ ♂ ☾ ( 5,4°                                       |
| <b>S</b>  | 31 5 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> ●                   |

\* Zodiaka zīmes mūsdienās nesakrīt ar zvaigznājiem. Tā, piemēram, pavasara punkts ♈, kas pirms 2000 gadiem atradās Auna zvaigznājā, precesijas dēļ ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju. Tāpat nobīdījušās arī citas zīmes.

Sastādījis Ilgonis Vilks



# PLANĒTU REDZAMĪBAS KOMPLEKSĀ DIAGRAMMA 2005. GADAM



Diagrammā attēlota piecu spožāko planētu - **Merkura, Venēras, Marsa, Jupitera un Saturna** redzamība naktīs stundās gada laikā, kā arī nautiskās krēslas iestāšanās un beigas atbilstoši joslas un vasaras laikam.

Sastādījis Juris Kauliņš

© "Zvaigžņotā Debess", 2004