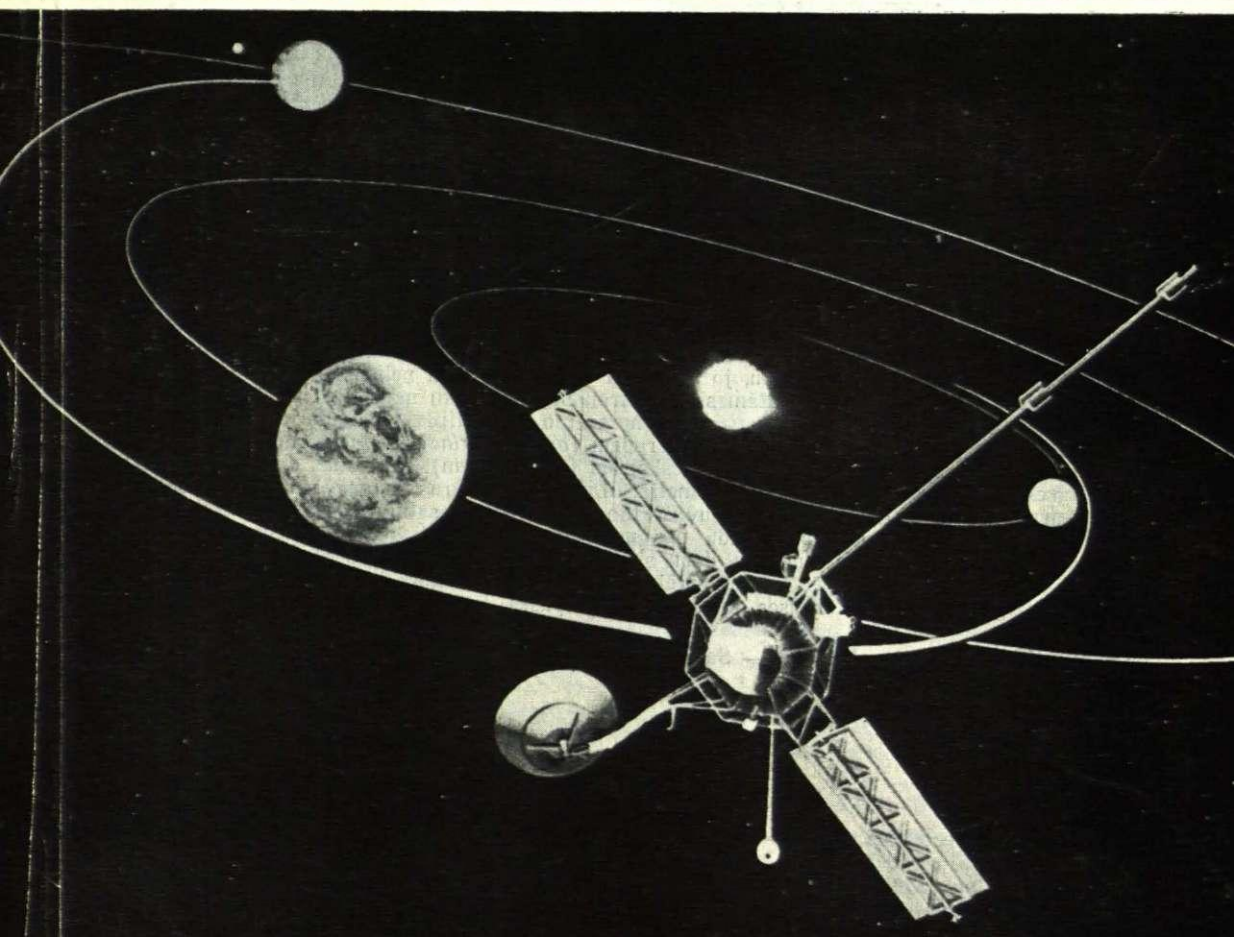
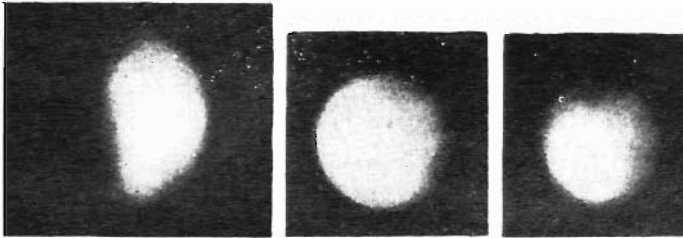
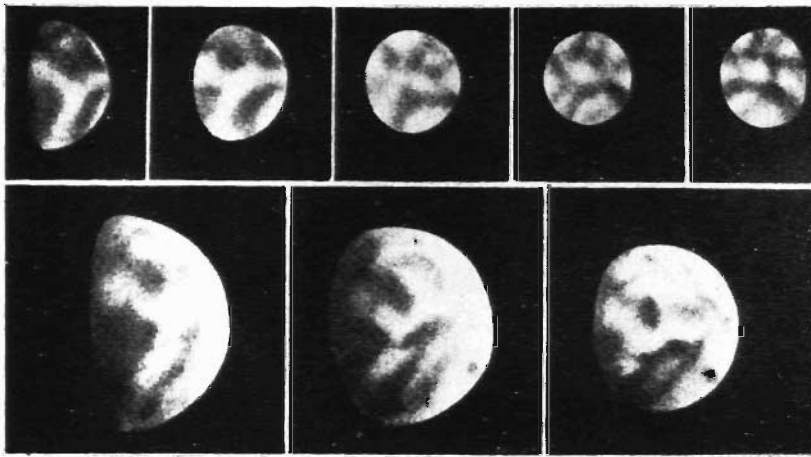


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1995
PAVASARIS

Ap Piena Ceļu riņķo astoņas pundurgalaktikas ● Kvazāri pie Visuma horizonta ●
ηCar — debess spožākā zvaigzne infrasarkanajā gaismā ● Saules riets Latvijas novadu
dairnās ● Grinberga teorēma palīdz atklāt slepkavu ● Pirmais latviskais datorkalen-
dārs ● Merkurs — planēta-paradokss ● Meteoru novērojumi bija sekmīgi ● Vai līvu
krastā būs VSRC?





Stāsta, ka Koperniks, gulēdams uz nāves cisām, sūkstījies, ka nekad neesot redzējis Merkuru. Šī versija šķiet nepatiesa, jo planēta Ziemeļeiropa reizēm redzama krēslas stundās. Taču, ja Koperniks būtu skatījies uz Merkuru pat caur modernu teleskopu, viņš nebūtu gandarīts par tā attēlu, jo teleskopā var izšķirt tikai nelielu daudzumu izplūdušu detaļu. Tās ir tik vāji saskatāmas, ka astronomi ilgu laiku maldījās, nosakot nepareizu planētas griešanas ātrumu. *Augša*: astronoma Lio un Dolfjūsa zīmējumi, kas 1942. gada vasarā (*augšēja rinda*) un 1950. gada rudenī (*apakšējā rinda*) izdarīti pēc vairāku dienu novērojumiem ar 38 cm un 60 cm teleskopiem (refraktoriem). Redzamas dažādās Merkura fāzes un mainīgais leņķiskais diametrs. *Apakšā*: Merkura fotogrāfijas, ko ar 38 cm refraktoru 1942. gada vasarā ieguvuši Lio un Kamišels, satur vēl mazāk detaļu nekā zīmējumi. 1974. gadā (501. gadā pēc mūsdienu astronomijas pamatlicēja dzimšanas) kosmiskais aparāts «Mariner-10» dažu simtu kilometru attālumā no Merkura ieguva lieliskas tā fotogrāfijas, pēc kurām varēja konstatēt, ka Merkurs ir planēta-paradokss: tas ir līdzīgs Mēnesim no ārpuses un Zemei no iekšpuses

Sk. I. Vilka rakstu «Merkurs — Saulei tuvākā planēta»

Vaku 1. Ipp.: Kosmiskais aparāts «Mariner-10» ceļā uz Merkuru. Prickšplānā — Venēra, pa kreisi Zeme un Mēness

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS
ZINĀTŅU AKADĒMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAĪKU IZDEVUMS

IZNAK KOPS 1958. GADA RUDENS
CETRAS REIZES GADĀ

1995. GADA PAVASARIS (147)



REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

A. Alksnis, A. Andžāns, A. Bal-
klavs (atbild. red.), J. Bīrz-
valks (atbild. red. vietn.), R. Kū-
lis, E. Mūkins, I. Pundure
(atbild. sekr.), T. Romanovskis,
L. Roze, I. Vilks

Tālrunis 226796

SATURS

Zinātnes ritums

Habla konstantes precizēšana turpinās. *Māris Krasliņš* 2

Jaunumi

Lokālās sistēmas pundurgalaktikas. *Zenta Alksne* 7

Papildinās ļoti tālo kvazāru saraksts. *Arturs Balkavs* 9

Ļeparasta pārnova galaktikā. *Jānis Imants Straume* 12

Kuģa Kiļa Eta — vai nakama pārnova? *Jānis Imants Straume* 14

Kometu novērojumi pēc «Ulysses» programmas. *Andrejs Alksnis* 14

Tautas garamantas

Saules rīte Latvijā. *Zenta Alksne* 16

Zinātnieks un viņa darbs

Dr. T. Grīnberga teorēma par Hamiltona cik-
liem. *Janis Dambītis* 22

Atziņu ceļi

Dabas vai domāšanas dialektika? *Rihards Kūlis* 27

Mazliet par «-ismiem». *Juris Bīrzvalks* 33

Skaitļotājs astronomijā

Kalendārs datorā. *Tomass Romanovskis, Aivars Zogla* 37

Skolā

Merkurs Saulei tuvākā planēta. *Ilgonis Vilks* 41

Turnīru matemātika, VI. *Agnis Andžāns* 46

Par plāpīgiem kaimiņiem. *Agnis Andžāns* 50

Amatieriem

Vasaras novērošanas nometne «Ērgļa Delta». *Ilgonis Vilks* 58

Hronika

Dramatiska ciņa par Ventspī antenām un
VSRC. *Arturs Balklavs* 60

Zvaigžnotā debess 1995. gada pavasarī. *Juris Kauliņš* 64

HABLA KONSTANTES PRECIZĒŠANA TURPINĀS

Habla likums ir viens no visnozīmīgākajiem 20. gadsimta astronomijas atklājumiem. Lai gan tas apraksta visplašāko un visvecāko procesu Visuma (faktiski Metagalaktikas) izplešanos, tikai mūsu gadsimta divdesmitajos gados amerikāņu astronoma Edvina Habla (Edwin Hubble) darbos pilnībā tika atrisināts jautājums par lielos attālumos esošo miglāju dabu un sāka attīstīties ārpusgalaktiskā astronomija.* Līdz ar sistemātisku galaktiku izpēti tika konstatēts, ka, palielinoties attālumam r starp galaktikām, palielinās ātrums ar kādu tās attālinās cita no citas. Vispārīgā veidā šo likumsakarību apraksta Habla likums: $v=Hr$, kur H ir proporcionalitātes koeficients (Habla konstante). Taču šī matemātiski vienkāršā sakarība radījusi vēl neatrisinātu problēmu. Sākumā pats E. Habls konstantes H vērtību noteica visai lielu: 500 kilometru sekundē megaparsekā (1 Mpc ir 3,26 miljoni gaismas gadu). Habla konstantes apgrieztais lielums H^{-1} izsaka Visuma vecumu. Jo lielāka ir Habla konstante, jo ātrāk Visums izplešas, un tāpat tas ir jaunāks. Tādēļ sākotnējie aprēķini liecināja, ka Visumam ir tikai 2 miljardi gadu. Taču vēlāk tika pierādīts, ka Saules vecums ir 4,5 miljardi gadu. Uzlabojās arī tālu galaktiku pētīšanas iespējas. Tāpēc H vērtība pa-

kāpeniski samazinājās, un mūsu dienās tā jau ir mazāka par $100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Starptautiskā Astronomijas savienība noteikusi konstantes vērtību $H=55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Taču šādam pieņēmumam nepieciešams pamatojums, bet tādu līdz šim iegūt nav izdevies.

Lai aprēķinātu Habla konstanti, tiek mērīti tālu galaktiku ātrumi un attālumi līdz tam. 1992. gada sākumā šādā veidā iegūtie dati parādīja, ka Habla konstantes vērtība ir apmēram $80 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Tas nozīmē, ka galaktika, kas atrodas 1 Mpc attālumā no citas galaktikas, attālinās no tās par $80 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ātrāk. Un tas nozīmē, ka Visums ir par 10 miljardiem gadu jaunāks.

1992. gada vidū Alans Sandidžs (Allan Sandage) un viņa kolēģi no Karnegijas (Carnegie) observatorijām Kalifornijā paziņoja negaidītus pētījumu rezultātus. Tie norādīja, ka Habla konstante ir mazāka par $50 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Šādus datus A. Sandidža grupa ieguva, pētot tuvējo galaktiku IC 4182, kas ir daudz mazāka par mūsu Galaktiku, bet tai ir liela nozīme, jo 1937. gadā tur uzliesmoja viena no mums vistuvākajām 20. gadsimtā novērotajām I tipa pārnovām. (Pārnovas ir uzliesmojušas zvaigznes, kas to lielā spožuma dēļ ir redzamas arī tālās galaktikās. Pēc fizikālās dabas un redzamības tās iedala divos tipos. I tipa pārnovas maksimumu sasniedz dažās nedēļās, bet zaudē spožumu apmēram sešos mēnešos. II tipa pārnovas maksimumā ir vājākas, bet to spožums samazinās lēnāk.)

I tipa pārnovas rodas, ja baltā pundura

* Sk.: *Aksne Z.* Habla likums // *Zvaigžņotā Debess.* — 1990. gada rudens. — 2.— 3. lpp.

masa 1,4 reizes pārsniedz Saules masu (Čandrasekara robeža) un tas sabrūkot eksplodē. Visām I tipa pārnovām ir vienāds absolūtais zvaigžņlielums. Ja tas ir zināms, tad var aprēķināt attālumu līdz tālākām galaktikām, nosakot tajās uzliesmojušo I tipa pārnovu redzamo spožumu. A. Sandidžs sākotnēji izmantoja apgriezto sakarību. Ja zināms attālums līdz IC 4182, tad nosakāms 1937. gada un visu pārējo I tipa pārnovu absolūtais zvaigžņlielums. Lai šo attālumu aprēķinātu, parasti tiek izmantotas cefeidas, kas atrodas kādā noteiktā galaktikā un ir lieliski piemērotas šāda mērķa īstenošanai. Izmantojot Habla teleskopu, A. Sandidžs un viņa kolēģi atklāja 27 cefeidas galaktikā IC 4182. Viņi secināja, ka IC 4182 atrodas 16 miljonu ly no Zemes. Šis attālums bija tikai nedaudz lielāks par 1982. gadā A. Sandidža aprēķinātajiem 14 miljoniem ly. Tad par indikatoriem tika izmantoti tās pašas galaktikas sarkanie pārmilži. Bet šādi dati divas reizes pārsniedza Arizonā esošās Kitpikas observatorijas astronoma Maikla Pīrsa (Michael Pierce) 1992. gada sākumā noteikto attālumu. Arī viņš pētīja IC 4182 sarkanos pārmilžus, bet ar daudz jutīgākiem detektoriem.

Ja IC 4182 ir 16 miljonu ly attālumā no Zemes, tad 1937. gada pārnovas spožums ir 17 miljardu reižu pārsniedzis Saules spožumu. Iegūtais rezultāts A. Sandidža grupai deva iespēju noteikt attālumus līdz tālākām galaktikām, kurās uzliesmojušas I tipa pārnovas. Bet šo galaktiku pētījumi ir nepieciešami, lai noskaidrotu Habla konstanti, jo IC 4182 atrodas tik tuvu Galaktikai un citām Lokālās sistēmas galaktikām, ka tās kustību stipri ietekmē lielāko kaimiņu gravitācija un tā Višuma izplešanās neatpoguļo pietiekami vispārīgi.

A. Sandidža noteiktā Habla konstantes vērtība bija $45 \pm 9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Tai atbilstošais Višuma vecums ir starp 14 un 19 miljardiem gadu. Tas nav pretrunā ar lodveida kopu pētījumos iegūtajiem rezultātiem, kas norāda, ka šo objektu vecākās zvaigznes pastāv jau aptuveni 16 miljardu gadu.

Cefeīdu atklāšana galaktikā IC 4182 bija pārsteigums lielas Habla konstantes piekritē-

jiem. Kitpikas observatorijas astronoms Džordžs Džakobi (George Jacoby) uzskatīja, ka tas ir liels trieciens šajā pētījumu laukā. Tomēr Dž. Džakobi nebija pārliecināts par A. Sandidža pētījumu ticamību. Pēc viņa domām, IC 4182 esošie putekļi varēja aptumšot cefeīdas, padarot tās blāvākas un tālākas, nekā tās ir patiesībā. Tāpat nav skaidrs, cik precīzs bija Habla teleskopa darbs, jo tā sākotnējie optiskie defekti varēja stipri ietekmēt tik precīzus pētījumus.

A. Sandidža grupa cefeīdu pētījumus veica dzeltenajā gaismā. Dž. Džakobi uzskatīja, ka novērošana jāveic spektra sarkanajā un infrasarkanajā daļā, kas cauri putekļiem izspiežas daudz labāk nekā dzeltenā gaisma. Pētījumi dažādās spektra daļās — zilajā, dzeltenajā, sarkanajā un infrasarkanajā — parādītu arī to, cik daudz putekļu atrodas starp mums un IC 4182 cefeīdām, dodot iespēju precizēt galaktikas attālumu.

1993. gadā turpinājās astronomu centieni pierādīt mazu Habla konstantes vērtību. Septembrī Ričards Saunderss (Richard Saunders) ar kolēģiem no Kembridžas universitātes izveidoja Sjuņājeva—Zeļdoviča efekta radio-karti. Šis efekts ir maza novirze no kosmiskā starojuma fona temperatūras, to novērojot caur gāzi, kas aptver galaktiku kopas. Kosmiskā starojuma fons ir atdzisusi palieka no lielā sprādziena, kurā radās Visums.

R. Saunderss ar kolēģiem kartēja Sjuņājeva—Zeļdoviča efektu ap galaktiku kopu «Abell 2218». Viņi lietoja astoņas 13 m antenas no 5 km lielā Kembridžas Raila radio-teleskopa. Sjuņājeva—Zeļdoviča efekta vērtību nosaka gāzes kārtas biežums, kurai cauri iet kosmiskā starojuma fons. Astronomi pieņēma, ka «Abell 2218» ir sfēriska. Tātad šā gāzes mākoņa biežums nosaka galaktiku kopas patiesos izmērus. Gāze izstaro arī rentgenstarojumu. Veicot novērojumus rentgendiapazonā, tika iegūti kopas redzamie izmēri. Salīdzinot patiesos un redzamos izmērus, astronomi noskaidroja reālo attālumu līdz galaktiku kopai. R. Saunderss grupa galaktiku kopas attālināšanās ātruma aprēķināšanai izmantoja sarkano nobīdi z . Iegūtais rezultāts $z=0,2$ ļāva secināt, ka Habla konstantes vērtība ir robežās starp $20 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ un

75 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. Tomēr tālākie pētījumi parādīja, ka H vērtība ir tuvu 50 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. R. Saundersa aprēķinātais Visuma vecums ir apmēram 15 miljardu gadu, un tas ir minimālais laikposms, kas nepieciešams, lai izskaidrotu Visuma evolūciju.

Atsauksmes par šo pētījumu bija dažādas. A. Sandidžu tāds fakts, protams, ļoti iepriecināja. Bet Roberts Kiršners (Robert Kirshner) no Hārvarda universitātes, kas savus aprēķinus balsta uz supernovu pētījumiem, izteica izbrīnu un uzsvēra, ka viens novērtējums vēl neko neliecina par Visuma izmēriem. Tomēr šis darbs bija vēl viens solis uz priekšu pētījumos, kas noliedz paradoksus, ka dažas zvaigznes būtu vecākas par Visumu.

R. Saundersa pētījums ierosināja viņa domubiedrus aktīvāk aizstāvēt tādu Habla konstantes vērtību, kas ir mazāka par 50 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. 1993. gada oktobrī Karaliskās astronomijas savienības sanāksmē Londonā visi astronomi bija apņēmības pilni noskaidrot precīzu Habla konstantes vērtību. Maikls Džonss (Michael Jones) no Kembridžas Mularda radioastronomijas observatorijas informēja par pēdējiem atklājumiem, kas saistīti ar Sjuņājeva—Zeljoviča efektu galaktiku kopā. Viņš uzstāja, ka H vērtībai jābūt robežās starp 24 km·s⁻¹·Mpc⁻¹ un 54 km·s⁻¹·Mpc⁻¹, bet visprecīzākā no tām esot 38 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. Vērtības noteikšana balstās tikai uz vienas kopas pētījumiem, bet tuvākajos divos gados viņš plānojis novērot vēl piecas vai sešas galaktiku kopas

Apmēram tādu pašu Habla konstantes vērtību (37+14 km·s⁻¹·Mpc⁻¹) centās pierādīt Džozefs Lēars (Joseph Lehar) no Kembridžas universitātes Astronomijas institūta. Viņa pierādījumam pamatā bija gravitācijas lēcu sistēmas ģeometrija, atbilstoši kurai no tāla kvazāra nākošu gaismu skata līnijā lauž tās ceļā esoša galaktika. Dž. Lēara aprēķini ir balstīti uz kvazāra gaismas mirgošanas laika intervāla mērījumiem, tai nākot līdz mums par diviem dažādiem ceļiem.

Gustavs Tammans (Gustav Tamman) no Bāzeles universitātes piedāvāja savus pētījumus par I tipa pārnovām. Viņa metodes pamatā ir jau aprakstītā ideja, ka visām I tipa pārnovām ir vienāds absolūtais zvaigžņlie-

hums. Habla konstantes vērtību G. Tammans noteica, izmantojot attālumus līdz novērotajām galaktikām un to sarkanās nobīdes iegūtā H vērtība ir 52+3 km·s⁻¹·Mpc⁻¹.

M. Pīrss bija vienīgais, kas turpināja aizstāvēt lielu H vērtību, kas, pēc viņa domām, ir 85+7 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. Šāds pieņēmums tika pamatots ar Tallija—Fišera metodi, kas saista galaktikas rotācijas ātrumu un tās absolūto spožumu. Rotācijas ātrumu ir viegli aprēķināt, jo tas nosaka platumu spektra līnijai, ko izstaro galaktikas neitrālā ūdeņraža gāze.

Astronomu vairākums 1993. gadā sliecās uz mazas Habla konstantes vērtības pusī. Arī lodveida kopu vecāko zvaigžņu pētījumi liecina, ka H vērtībai jābūt mazākai par 50 km·s⁻¹·Mpc⁻¹. Kā visatbilstošākā Habla konstantes vērtība tika pieņemta $H=32+5$ km·s⁻¹·Mpc⁻¹. Tomēr ne visiem zinātniekiem šāds skaitlis bija pieņemams.

1994. gadā R. Kiršners un Braiens Šmits (Brian Schmidt) no Hārvarda—Smitsona Astrofizikas centra Kembridžā, Ronalds Istmens (Ronald Eastman) no Lika observatorijas Kalifornijā un viņu kolēģi ieguva jaunus Habla konstantes novērtējumus, pētot 1992. gada jūlijā atklāto pārnovu tālā galaktikā Valzivs zvaigznājā.

Pēdējos gados B. Šmits bija izstrādājis tehniku II tipa pārnovu attāluma noteikšanai. Šā tipa uzliesmojumi notiek masīvās zvaigznēs, kurām ir biezs ūdeņraža slānis. 1992. gada pārnovas piederību II tipam pierādīja izteiktās ūdeņraža līnijas tās spektrā.

Jaunās metodes pamatā bija pārnovas absolūtā zvaigžņlieluma noteikšana, izmantojot zvaigznes nomestā apvalka (kas rēpina izplesties) temperatūru un izmērus. Pārnovas krāsa liecina par tās temperatūru. Karsta viela spīd zilā krāsā, bet auksta — sarkanā krāsā. Apvalka izmērus var noteikt, zinot eksplozijas laiku un ātrumu, ar kādu viela attālinās no uzliesmojušās zvaigznes. Ātrums savukārt ir nosakāms pēc pārnovas spektra līniju platumā. Platākas līnijas norāda uz lielāku ātrumu.

Klasiska formula saista no jebkuras virsmas izstaroto enerģiju ar tās temperatūru. Tādēļ, zinot pārnovas apvalka temperatūru un iz-

mērus, var aprēķināt tās absolūto zvaigžņlielumu. Salīdzinot to ar redzamo spožumu, nosaka attālumu līdz pārnovai un galaktikai, kurā tā atrodas. Attālums un galaktikas sarkanā nobīde dod iespēju aprēķināt Habla konstantes vērtību.

Galaktikai, kurā 1992. gadā uzliesmoja II tipa pārnova, sarkanā nobīde ir 0,048. B. Smits un viņa kolēģi aprēķināja, ka galaktika atrodas 590 miljonu ly attālumā no Zemes ar nenoteiktību $\pm 15\%$. Ņemot vērā sarkano nobīdi, šāds attālums norāda, ka Habla konstantes vērtība ir $81 \pm 12 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$.

B. Smits un viņa grupa uzsvēra, ka galaktikas attālums lika pētīt tieši un bez starposmiem, neiesaistot tuvējās galaktikas. Ja iegūtais rezultāts ir pareizs, tad Visums ir jauns. Visuma vecums ir atkarīgs no tā blīvuma, jo gravitācijas spēks bremsē Visuma izplešanos. Jo lielāks blīvums, jo vairāk tiek bremsēta izplešanās. Pagātnē Visumam bija jāizplešas ātrāk. Tādēļ liels blīvums liecina par jaunāku Visumu.

Ja Habla konstantes vērtība ir $81 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ un Visumam ir tieši tik daudz masas, lai apturētu izplešanos, tad Visums ir tikai 8 miljardus gadu vecs. Ja turpretī Visumam ir tikai 10% masas, kas nepieciešama, lai apstādinātu izplešanos, tad tā pastāvēšanas ilgums jau ir 10,8 miljardi gadu.

B. Smits plāno lietot savu metodi arī citu tālās galaktikās uzliesmojušu II tipa pārnovu pētišanā. Pēc astronomu domām, šie novērojumi būtu labs pamats precīzas Habla konstantes vērtības noteikšanai.

B. Smits iegūtais rezultāts apstiprina, ka Habla konstantes precīzas vērtības noteikšana pagaidām vēl nav iespējama. Ja Visums ir jauns, rodas neatbildēti jautājumi par zvaigznēm, kuru vecums pārsniedz 10 miljardu gadu. Pēdējā laikā radušies pārdroši apgalvojumi, ka eksistē pat vairāk nekā 20 miljardu gadu vecas zvaigznes.

Tomēr Habla konstante, kuras vērtība nepārsniedz $40 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$, pārliecinošāk izskaidro Visuma evolūciju. Savukārt H vērtība $50 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ uzskatāma par izteikti diplomātisku pieņēmumu, lai gan tā nav pret-runā ar Galaktikas vecāko zvaigžņu pastāvē-

šanas laiku, ko pierāda R. Saundersa pētījums. Tāpat jāatzīmē visai lielā astronomu subjektivitāte, aizstāvot lielu vai mazu Habla konstantes vērtību. Dažkārt to padara par strīdu, nevis pētījumu objektu. Interesanti ir arī tas, kā katrs zinātnieks atrod pierādījumus savam viedoklim. Iegūto rezultātu objektivitāti bieži vien ir grūti apstrīdēt. Habla konstantes precizēšanas procesa pretrunas labi ataino virsraksti žurnālā «New Scientist», kura materiāli izmantoti šajā rakstā: «Acīgais Habla teleskops dubulto Visuma vecumu» (1992. gada 18. jūlijā), «Top pierādījums vecākam Visumam» (1993. gada 9. oktobrī), «Turiet ikšķus par vecāku Visumu» (1993. gada 30. oktobrī), «Eksplūzija pagātnē norāda, ka Visums ir jauns» (1994. gada 26. februārī).

Visu strīdu rezultātā tomēr aizvien vairāk sāk nostabilizēties doma, ka jāveic koordinēti un mērķtiecīgi pētījumi, izmantojot arī radikāli jaunas metodes. Vienu no labākajām piedāvāja Maikls Salamons (Michael Salamon) no Jutas universitātes Soltleiksitijā, Floids Stekers (Floyd Stecker) no NASA Godarda kosmisko lidojumu centra Grīnbeltā un Okijs de Džegers (Okkie De Jager) no Potčefstrumas universitātes Dienvidāfrikā. Viņu metodes pamatā ir galaktikas patiesā attāluma aprēķināšana, nosakot gamma starojuma (kura enerģija pārsniedz 50 gigaelektronvoltu) daudzumu, kas absorbējas ceļā uz Zemi. Ja augstas enerģijas gamma starojuma fotons kosmosā mijiedarbojas ar intrasarkanā starojuma diapazona fotonu, tas izzūd, pārveidojoties elektronā un pozitronā. Jo tālāka galaktika, jo lielāka ir ceļā absorbētā augstas enerģijas gamma starojuma daļa. Šo daļu var aprēķināt, novērojot zemākas enerģijas gamma starojumu, kas nokļūst līdz Zemei. Tādēļ izzudušais augstas enerģijas gamma starojuma daudzums ir atkarīgs no infrasarkanā fotonu blīvuma kosmosā un galaktikas attāluma. Pagaidām gan infrasarkanā fotonu blīvums starpgalaktiku telpā nav noteikts, bet M. Salomona grupa cer, ka šo informāciju sniegs COBE (Cosmic Background Explorer) pētījumi, jo viens no tā aprikojuma instrumentiem ir konstruēts tieši infrasarkanā kosmiskā starojuma noteikšanai. Tāpat būs jāuztver arī augstas enerģijas gamma staro-

jums no aktīvām galaktikām. Vairākums pašreizējo uztvērēju spēj novērot tikai, zemas enerģijas starojumu. M. Salamons ir pārliecināts, ka tuvākajā laikā uz Zemes konstruētie detektori varēs uztvert arī augstas enerģijas gamma starojumu.

M. Salamona metodei ir divas priekšrocības. Pirmkārt, būs iespējams noteikt attālumu līdz galaktikām, kas atrodas no Zemes daudzus miljardus gaismas gadu attālumā. Otr-

kārt, metode ir tieša, tas ir, tā nav atkarīga no citu Visuma objektu attālumu noteikšanas.

Habla konstantes vērtības noskaidrošana neapšaubāmi ir viens no grūtākajiem mūsdienu astronomijas uzdevumiem. Pēdējos gados aizvien noteiktāku vietu ieņem H vērtība, kas nepārsniedz $50 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mpc}^{-1}$. Tāpēc tieši vecāka Visuma modelis var kļūt par visatbilstošāko problēmas atrisinājumu.

M. Krastiņš



Ziemeļeiropa kokgriezumā (pilnīgs 1994. gada rudens numura 1. vāka attēls)

LOKĀLĀS SISTĒMAS PUNDURGALAKTIKAS

Kā rāda debess novērojumi, vairums galaktiku nav izkaisītas telpā atsevišķi vai koncentrētas izteikti bagātās galaktiku kopās, bet ir apvienotas nelielās grupās jeb sistēmās. Tāda neliela galaktiku grupa ir arī Lokālā galaktiku sistēma jeb Lokālā galaktiku grupa, pie kuras pieder arī mūsu Galaktika. Par Lokālās galaktiku sistēmas locekļiem tiek uzskatītas tās galaktikas, kas no Galaktikas atrodas līdz 1000 kpc attālumā, ja piederību grupai apstiprina arī to kustības raksturlielumi. Lokālās sistēmas galaktiku pētījumiem ir lielas priekšrocības salīdzinājumā ar tālu galaktiku kopu pētījumiem: katru sistēmas locekli var novērot atsevišķi un precīzi izziņāt tā īpatnības, piemēram, tajā ietilpstošo zvaigžņu īpašības un vecumu.

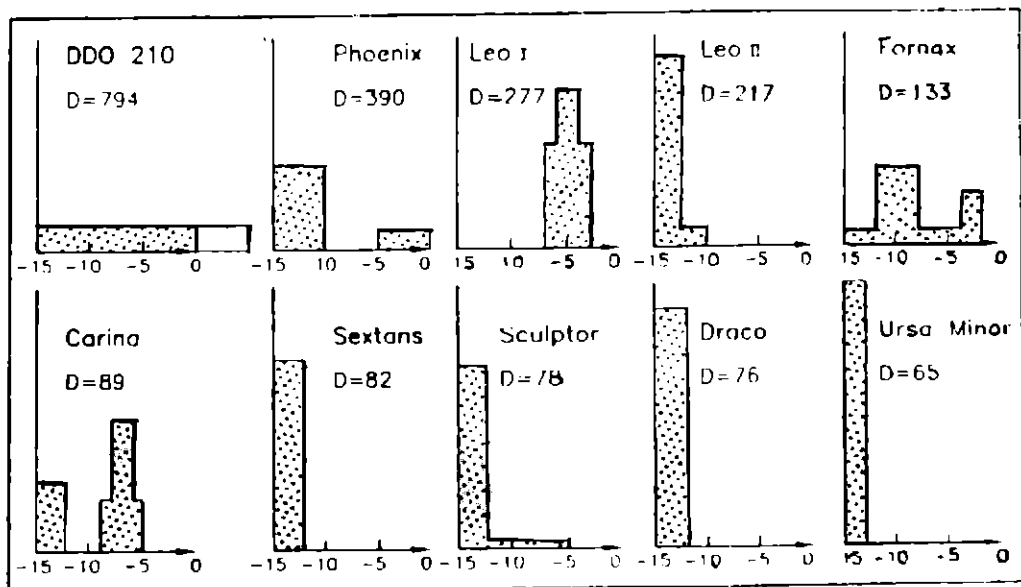
Ar katru gadu palielinās apzināto Lokālās sistēmas galaktiku skaits. Tā 1992. gadā Kanādas astronoms S. van den Berghs (Sidney van den Bergh) sastādīja Lokālās sistēmas locekļu sarakstu, kas aptvēra 27 galaktikas, bet jau 1994. gadā viņš sarakstam pievienoja vēl divas galaktikas. Sarakstu ievada milzu spirāliskās galaktikas M31 jeb Andromēdas miglājs un mūsu Galaktika jeb Piena Ceļš. To patiesais spožums vizuālajos staros attiecīgi ir $-21,1$ un $-20,6$ zvaigžņlielumi. Sarakstu turpina vēl 10 spožas spirāliskas, eliptiskas un neregulāras galaktikas. Telpā tās veido divas apakšgrupas ap M31 un ap Galaktiku. Sarakstu noslēdz slēriskas (to ir visvairāk), neregulāras un starptipu pundurgalaktikas. To patiesais spožums ir tikai no -13 līdz -8 zvaigžņlielumiem (1500—150 000 reīzu vājāks nekā galaktikai M31).

Astoņas pundurgalaktikas ir fizikāli saistītas mūsu Galaktikas pavadones. Tas nozīmē, ka šīs pundurgalaktikas riņķo ap mūsu Galaktiku. Galaktikai M31 ir trīs pavadones. Pundurgalaktikas ir nosauktas to zvaigznāju vārdā, kuru virzienā tās ir redzamas, piemēram, Draco, Carina, Ursa Minor. Ja kāda zvaigznāja virzienā redzamas vairākas pundurgalaktikas, tad to nosaukumu papildina ar romiešu ciparu, piemēram, Leo I, Leo II. Pundurgalaktikas telpā, protams, atrodas tālu, tālu aiz attiecīgā zvaigznāja zvaigznēm.

Domājams, ka gan patiesi spožās, milzīgās, gan vājās, sīkās Lokālās sistēmas galaktikas ir radušās no dažāda blīvuma un izmēra pirmsgalaktiku vielas sabiezējumiem. Mazie sablīvējumi ir grupējušies ap lielajiem sablīvējumiem un laika gaitā attīstījušies par tagad novērojamām pundurgalaktikām.

Jau 1974. gadā igauņu astronoms J. Einasto ar kolēģiem izteica domu, ka Lokālās sistēmas un tai radniecīgu sistēmu pundurgalaktikās novērojamas atšķirīga vecuma zvaigžņu populācijas, turklāt pastāv sakarība starp pundurgalaktiku attālumu no patiesi spožajām galaktikām un pundurgalaktiku zvaigžņu populāciju vecumu. Kā zināms, zvaigznes galaktikās rodas nevis nepārtraukti, bet gan atsevišķos samērā īsos laikposmos — tā saucamajos zvaigžņu rašanās uzliesmojumos. Katrs uzliesmojums rada jaunu zvaigžņu populāciju.

1994. gada janvārī Cilē īpaši Lokālajai sistēmai veltītā konferencē S. van den Berghs uzskatāmi pierādīja J. Einasto domas patiesīgu attiecību uz Lokālās sistēmas pundur-



Pundurgalaktikas, kas atrodas dažādā attālumā D (kpc) no mūsu Galaktikas, satur dažāda vecuma zvaigžņu populācijas. Vecums (miljardos gadu) atlikts uz horizontālajām asīm

galaktikām. Attēlā (sk. att.) redzams, ka mūsu Galaktikai vistuvākajās stēriskās pundurgalaktikās — Ursa Minor, Draco, Sculptor, Sextans — ir tikai vecas populācijas zvaigznes. Tālāk esošajās pundurgalaktikās Fornax un Leo I sastopamas vidēja vecuma vai jaunas populācijas zvaigznes.

Likumībai it kā neatbilst pundurgalaktiku Carina un Leo II vecās zvaigžņu populācijas. Sai atkāpei tomēr ir vienkāršs izskaidrojums. Pundurgalaktikas — mūsu Galaktikas pavadoņi riņķo ap to pa izstieptām orbitām. Tāpēc to pašreizējie attālumi no Galaktikas var neatbilst attālumiem, kuros tās veidojušās un attīstījušās. S. van den Berghs norāda, ka arī tajās trīs pundurgalaktikās, kas atrodas cieši pie M31, novērojamas tikai pavisam vecas populācijas zvaigznes. Lielos attālumos no Galaktikas un M31 atrodas neregulāras vai starptipu pundurgalaktikas. Tajās zvaigžņu veidošanās uzliesmojums sācies tikai nesen. Gan S. van den Berghs, gan arī citi pētnieki uzskata, ka visas Lokālajā sistēmā ietilpstošās pundurgalaktikas pēc savas

būtības ir vienveidīgi objekti, kas pašlaik atrodas dažādās attīstības fāzēs.

S. van den Berghs mēģina izskaidrot, kāpēc dažādos attālumos esošās pundurgalaktikas nav attīstījušās vienādi. Vispirms to attīstību varēja ietekmēt veidošanās apstākļi. Ap mūsu Galaktiku un M31 esošais plašais gāzes vai nāgns varēja būt daudz blīvāks laikā, pirms izveidojās šo galaktiku vecākie objekti — lodveida kopas —, vai arī pirms stēriskā vai nāga gāze koncentrējās abu galaktiku plaknājos diskos. Tieši šajā laikposmā abu lielo galaktiku tuvumā varēja rasties ar gāzi bagātas pundurgalaktikas, kurās tūlīt iesākās zvaigžņu veidošanās process. Vēlāk, kad Galaktikas un M31 jaunās zilās zvaigznes deva intensīvu ultravioleto starojumu vai sāka uzliesmot supernovas, radot spēcīgu zvaigžņu vēju, šie abi spēki varēja aiznest gāzi no tuvākajām pundurgalaktikām un apturēt tur zvaigžņu veidošanos. Tikmēr tālākajās pundurgalaktikās zvaigžņu veidošanās turpinājās vai bija tikko iesākusies.

Noslēgumā pieminēsim vēl vienu pundur-

galaktiku īpatnību. Nav nevienas pundurgalaktikas, kas kādai no lielajām galaktikām atrastos tuvāk par 65 kpc, lai gan aiz šīs robežas tuvāko galaktiku ir vairāk nekā tālāko. Tas norāda, ka vistuvākajās pundurgalaktikās, ja tādas vispār ir bijušas, gāze nezināmā veidā ir «nolaupīta» un zvaigznes nemaz nav sākušas veidoties. Varēja būt arī ci-

tādi: lielās galaktikas radītie paisuma un bēguma spēki iznīcināja tuvākās mazās pundurgalaktikas. Abos gadījumos pundurgalaktiku viela saplūda ar Galaktikas vai M31 tumšo halo.

Z. Aikšne

PAPILDINĀS ĻOTI TĀLO KVAZĀRU SARAKSTS

Kvazāri kā vistālāk redzami Metagalaktikas objekti astronomiem ir interesanti galvenokārt no diviem aspektiem.

Pirinkārt, protams, tie ir interesanti kā ļoti spoži un tātad milzīgus starojuma daudzumus ģenerējoši kosmiskās matērijas veidojumi. Tas izvirza tīri fizikālas problēmas, kas saistītas ar kvazāru dabas un enerģijas ģenerēšanas mehānismu izskaidrošanu. Intensīvie pētījumi, kas šajos jautājumos veikti pēdējos gadu desmitos, ir vainagojušies ar vērā ņemamiem rezultātiem. Tie devuši iespēju vismaz pamatvilcienos izprast kvazāru tenomenu, skaidrojot to kā pārsvarā jaunu galaktiku kodolu ļoti aktīvu dzīves posmu. Aktivitātes cēlonis ir starpzvaigžņu vielas un pat zvaigžņu pastiprināta akrēcija uz melnajiem caurumiem, kas izveidojušies kvazāru kodolos. Taču jāuzsver, ka kvazāru problēmu par atrisinātu var uzskatīt tikai pamatvilcienos. Līdz detalizētai to dabas un starojuma mehānisma izpratnei vēl ir jāatbild uz ļoti daudziem neskaidriem un sarežģītiem jautājumiem.

Otrkārt, kvazāri ir interesanti no kosmoloģisko pētījumu viedokļa, jo, būdami ļoti spoži objekti, tie dod iespēju ielūkoties ļoti tālos un līdz ar to arī agrinās attīstības stadijās esošos Metagalaktikas apgabalos. Tas paver iespējas pētīt un precizēt Metagalaktikas agrinās attīstības stadijas, t. i., tieši tās, par kurām visvairāk trūkst objektīvā faktū materiāla, kas dotu iespēju stipri samazināt visai lielo iespējamo teorētisko modeļu kopumu un tuvoties arvien adekvātāki apkārtējās kosmiskās pasaules izpratnei.

Tieši no šā, kosmoloģiskā, redzes viedokļa

ļoti tālu kvazāru meklējumi un atradumi iegūst īpašu nozīmi un vērtību, jo, kā viegli saprast, kvazāru fizikālās dabas noskaidrošanai ne tikai noder, bet arī ir vieglāk pētāmi (viņglāk iegūstami novērojumu dati) tuvākie kvazāri. Tiesa gan, tuvo un tālo kvazāru iespējamā identitāte ir spēkā tikai ar noteikumu, ka evolucionārie efekti nespēlē pārāk lielu lomu, t. i., ka tuvāko un vecāko kvazāru fizikālā daba neatšķiras vai vismaz ļoti maz atšķiras no tālāko un jaunāko kvazāru dabas.

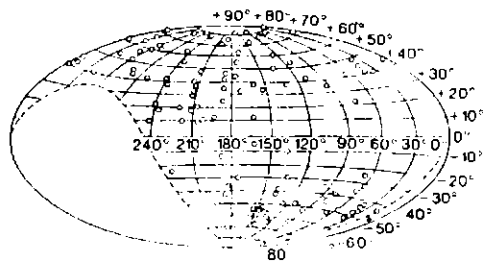
Attīstoties astronomisko novērojumu tehnikai, iespējas šajā ziņā ir krietni pieaugušas. Ja vēl nesen par astronomiskām sensācijām tika uzskatīti kvazāru atklājumi ar sarkanam nobīdēm $z \approx 2^*$ un pat tika diskutēts, vai vis-

* Sarkanās nobīdes jeb z vērtība kosmisko objektu spektros tiek definēta ar šādu izteiksmi: $z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$, kur λ_0 ir kaut kādas spektrālīnijas viļņa garums, kas izmērīts laboratorijas apstākļos uz Zemes, bet λ — šīs pašas spektrālīnijas garums kosmiskā objekta spektrā. Tāliem un ļoti tāliem kosmiskiem objektiem (galaktikām, kvazāriem u. c.), Lielā Sprādziena rezultātā attālinoties no Zemes, Doplera efekta dēļ $\lambda > \lambda_0$, t. i., viļņu garumi šo objektu spektros vienmēr ir nobīdīti uz spektra sarkano galu, un tādēļ arī ir radies apzīmējums «sarkanā nobīde». Nobīde z faktiski raksturo ātrumu v , ar kādu objekts attālinās (vai tuvojas) novērotājam uz Zemes, jo, kā viegli pārliecināties, $z = \Delta\lambda / \lambda_0 \approx v/c$, kur c ir gaismas izplatīšanās ātrums. Ja v sāk tuvoties c , tad iepriekšējās izteiksmes vietā ir jālieto precīza, proti: $z = [1 + (v/c)] / [1 - (v/c)^2]^{1/2} - 1$. Šādu z izteiksmi dod aprēķini, kas balstīti uz relativitātes teoriju.

pār ir iespējama kvazāru pastāvēšana ar $z > 2$, tad tagad šo robežu ir izdevies pārsniegt vismaz divas reizes, izmantojot pētījumos jaunākās paaudzes teleskopus, spektrometrus, jaunas tehnoloģijas gaismas uztveršanas jomā, t. i., lādiņsaites matricas ar 1024^2 un vēl vairāk elementiem. Pēdējos gados vairāku pētnieku grupu sekmīga darba rezultātā ir atrasti jau vairāk nekā 40 kvazāri ar $z \geq 4$. Sevišķi veiksmīga šajā ziņā ir bijusi angļu astronomu grupa: M. Irvins, R. Makmahons un C. Hazards (M. Irwin, R. McMahon, C. Hazard), kas veikusi daudzkrāsu fotometriskus meklējumus, izmantojot ar Apvienotās karalistes Smita teleskopu iegūtas plātes, un atklājuši vairāk nekā 20 šādu objektu. Var atzīmēt, ka kopējais kvazāru skaits, kuriem ir izmērītas sarkanās nobides z , jau tuvojas 2000. Kvazāru izvietojums pie debess sfēras ir ļoti vienmērīgs (sk. 1. att.).

Ļoti tālu kosmisku objektu galveno spektrālīniju meklējumi (piemēram, ūdeņradim kā visizplatītākajam elementam — Laimena sērijas līnijas, pēc kurām visētāk izdarīt šo līniju identificēšanu) spektrālīniju lielo nobīžu dēļ ir jāveic spektra sarkanajā un pat infrasarkanajā daļā. Tas rada papildu grūtības šādu tālu objektu novērošanā un pēlīšanā. Bieži vien spektra redzamajā daļā, piemēram, B jeb zilajā joslā, tie vispār nav redzami. Tāds, piemēram, ir Dž. Smita (J. Smith, Palomara kalna observatorija, ASV) grupas nesen atklātais kvazārs QSO 0111—2838, kam $z = 4,042 \pm 0,005$, bet tā spožums B joslā ir vērtējams kā mazāks par $23^{m,5}$, kas bija šajos novērojumos lietotā instrumenta un aparatūras jutības robeža. Sarkanā spektra daļā — R joslā — tā spožums ir ap $19,75$ (sk. 2. att.).

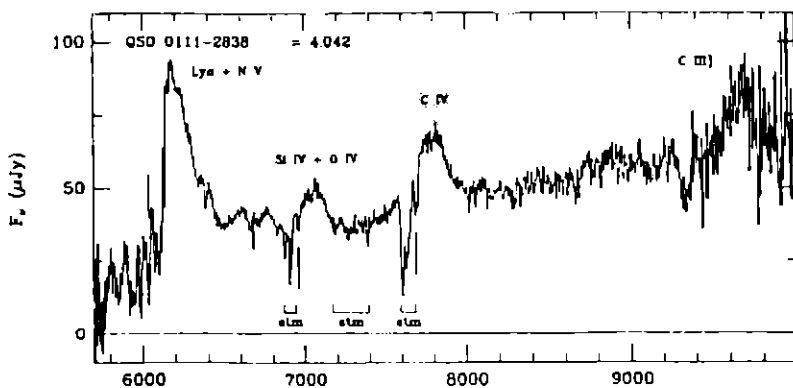
Viens no visspožākajiem pašlaik zināmajiem kvazāriem ir kvazārs ar apzīmējumu BRI 2235—03, kura bolometriskais, t. i., pilnais vai pa visu zvaigznes spektru sasummētais spožums jeb izstarošanas spēja (jauda) ir 10^{49} ergi/s $= 2,6 \cdot 10^{15} L_{\odot}$ (kur L_{\odot} ir Saules bolometriskais spožums). Tātad BRI 2235—03 ir 2,6 tūkstoši triljonu reizu spožāks par Sauli. Šim kvazāram $z = 4,24 \pm 0,02$, un R joslā tā spožums ir $18,6 \pm 0,2$ (sk. 3. att.). Arī tas B joslā nav redzams, ja novērojumos izman-



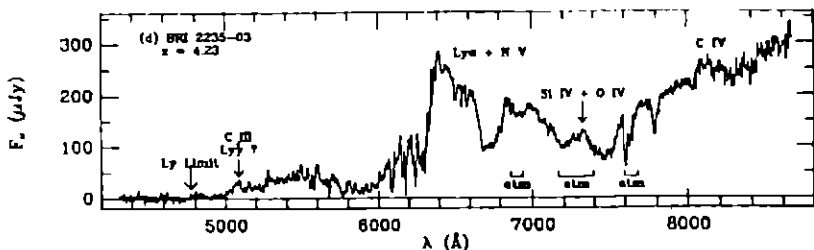
1. att. Kvazāru sadalījums debess sfēras ziemeļu puslodē. Tas ir ļoti vienmērīgs. Kvazāru lūkums attēla vidusdaļā ir saistīts ar kvazāru starojuma absorbciju Piena Ceļa joslā, kas šajā koordinātu sistēmā ir orientēta tieši pa ekvatoru. Tūkšais apgabals, kas iezīmēts ar pārtrauktu līniju, ir debess sfēras rajons, kas nav pieejams novērojumiem no Zemes ziemeļu puslodes

loto instrumentu un aparatūras jutīguma robeža šajā joslā ir līdz $20^{m,5}$, jo tā novērtētais spožums B joslā ir ap $21^{m,5}$.

Jaunatklātie kvazāri ar $z \geq 4$ no kosmoloģisko pētījumu viedokļa rāda, ka kosmiskās matērijas koncentrācija galaktiskās struktūrās notiek ļoti agrinās attīstības stadijās. Tā, piemēram, ja Habla konstantes vērtību pieņemam $75 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$, kas nozīmē, ka Lielais Sprādziens noticis (Metagalaktikas izplešanās sākusies) pirms 13 miljardiem gadu, tad $z \approx 4$ vai $v \approx 0,9 c$, un tas norāda, ka kvazāri un tātad arī galaktisku izmēru struktūras agrinajā Metagalaktikā ir izveidojušās un pašlāvējušas jau ap 1 miljardu gadu pēc pašreiz novērojamās Metagalaktikas izplešanās sākuma. Tas ir visai īss laiksprādis un rada lielas grūtības agrinā Metagalaktikas attīstības perioda sākumnosacījumu izskaidrošanai pašreiz izvirzīto un izslādāto Visuma evolūcijas kosmoloģisko modeļu ietvaros. Šādā gadījumā ir jābūt stiprām kosmiskās matērijas blīvuma sākumfluktuācijām, jo tikai liela matērijas sākumblīvuma gadījumā varēja pietiekami īsā laikā — 1 miljardā gadu — izveidoties aktīvas galaktikas — kvazāri. Bet kosmiskā reliktā starojuma tona temperatūras fluktuāciju mērījumi, kā rāda nesenais COBE



2. att. Kvazāra QSO 0111—2838 starojuma spektrs. Identificēta spēcīgā ūdeņraža Laimena sērijas alfa līnija, četrkārt jonizēta slāpekļa, trīskārt jonizēta skābekļa, trīskārt un divkārt jonizēta oglekļa līnijas. Attēla lejasdaļā atzīmēti Zemes atmosfēras absorbcijas rajoni. Laimena sērijas alfa līnija, kas veidojas, elektronam pārejot no otrā enerģētiskā līmeņa (galvenais kvantu skaitlis $n=2$) uz pamatlīmeni ($n=1$), un kuras viļņa garums laboratorijas apstākļos ir 1216 Å, sarkanās nobīdes dēļ kvazāra QSO 0111—2838 spektrā ir redzama pie viļņa garumiem, kas lielāki par 6000 Å. Uz ordinātu ass atlikta starojuma intensitāte, kas mērīta mikrojangos (1 janskis = 10^{-26} W/(m²·Hz))



3. att. Kvazāra BRI 2235—03 starojuma spektrs (apzīmējumi tādi paši kā 2. att.). 5000 Å rajonā redzama tā sauktā Laimena sērijas robeža un, šķiet, arī (tādēļ apzīmēta ar jautājuma zīmi) Laimena sērijas gamma līnija, kas veidojas elektrona pārejā no ceturta enerģētiskā līmeņa ($n=4$) uz pirmo ($n=1$). Laimena sērijas gamma līnijas viļņa garums laboratorijas apstākļos ir 973 Å

eksperiments,* liecina, ka šādas blīvuma fluktuācijas agrīnajā Visumā ir stipri niecīgas.

Novērojumi liecina, ka kvazāri ar $z > 4$ nav nekāds retums, resp., $z=4$ nav nekāda dabas noteikta robeža. Jau tiek plānoti novērojumi

ar nolūku atklāt kvazārus ar $z \gg 7$. Šādu objektu sekmīga atklāšana situāciju ar kosmiskās matērijas blīvuma sākumfluktuāciju lielumu sarežģīts vēl vairāk, t. i., radīs lielas teorētiska rakstura grūtības gan kvazāru rašanās, gan arī Metagalaktikas evolūcijas sākumperioda fizikālo apstākļu izskaidrošanai.

* Sk.: *Balklavs A. Signāli no sākotnes. Epohāls atklājums // Zvaigžņotā Debess. — 1993. gada pavasaris. — 16.—21. lpp.*

NEPARASTA PĀRNOVA TUVĀ GALAKTIKĀ

Veicot jonizētā ūdeņraža apgabalu pētījumus tuvās galaktikās 1990. gadā, S. Ryders (S. Ryder) un M. Dopita (M. Dopita) spirāliskās galaktikas NGC 1313 ārējā daļā atklāja neparastu objektu. Tas sākotnēji tika identificēts kā parasta nova. Pēc tam veica objekta radionovērojumus un konstatēja, ka tas ir ļoti liels. Atklāja arī rentgenstarojumu, kas parastām novām nav raksturīgi. Tas viss liek secināt, ka pirms apmēram 15 gadiem ir bijis nepamanīts neparasti blīvā miglājā iekļautas pārnovas uzliesmojums. Šai pārnovai dots apzīmējums SN 1978 K (tas nozīmē: SN — pārnova, 1978 — atklāšanas gads, K — pēc alfabēta burtu secības tā ir devītā dotajā gadā atklātā pārnova).

Lielākā daļa pārnovu uzliesmojumu tiek klasificēti pēc diviem tipiem: tips I (ja spektros nav redzamas ūdeņraža līnijas) un tips II (atkarībā no spožuma maiņas līknes). Pēdējā laikā atklātas dažas neparastas pārnovas, piemēram, SN 1961 V spirāliskajā Sc tipa galaktikā NGC 1058, kur pirms uzliesmojuma zvaigzne bija zila maiņzvaigzne ar ļoti lielu spožumu ($M_B = -12$), ko sauc arī par Habla—Sandidža objektu un kas ir līdzīga zvaigznei η Carina mūsu Galaktikā vai Zelta zivij S (S Doradus) Lielajā Magelāna mākonī.* Vēl divas līdzīga tipa pārnovas SN 1981 K un SN 1986 J vispirms tika atklātas radiodiapazonā un pēc tam optiskajā spektra rajonā. Šīs pārnovas tagad tiek klasificētas kā V tipa pārnovas.

Pēc objekta identificēšanas par pārnovu SN 1978 K rodas jautājums, kāpēc tas netika pamanīts jau 1978. gadā, īpaši tāpēc, ka tuvo galaktiku pētījumi ar mērķi atklāt novas un pārnovas notiek regulāri. (Galaktikas NGC 1313 attālums ir 4,5 miljoni gaismas gadu; tārad reālais uzliesmojums noticis daudz agrāk par cilvēka pirtatnējo senču rašanos.)

* Sk. arī J. I. Straumes rakstu «Kuģa Kīļa Eta — vai nākamā pārnova?» 14. lpp.

Zvaigzne atrodas dienvidu puslodē ar koordinātām $\alpha = 3^h 17^m 38^s,6$ un $\delta = -66^\circ 33'$ Tikla (Reticulum) zvaigznājā. Uzliesmojuma maksimums varēja būt 1978. gada vasarā, kad apgabals nakts lielāko daļu bija ļoti zemu zem pola. Pārnova SN 1978 K atrodas ārpus galaktikas spirāļu zariem un kļūdas dēļ varēja tikt uzskatīta par lauka zvaigzni. Izpētot dažādu observatoriju arhīvu uzņēmumus, pārnova un pirmsuzliesmojuma zvaigzne tika identificēta uz vairākiem no tiem. Tomēr ir grūti noteikt, cik spoža tā ir bijusi maksimumā, jo no dažiem punktiem nevar rekonstruēt spožuma maiņas līkni. Ja tai ir bijusi plato tipa spožuma maiņas līkne, tad tās absolūtais lielums maksimumā varēja būt $M_B = -14$, līdzīgi kā labi pazīstamajai pārnovai SN 1987 A Lielajā Magelāna mākonī. Bet, ja tai ir bijusi lineārā spožuma maiņas līkne, tad tās spožums maksimumā varēja būt $M_B = -15,5$. No fotometriskajiem novērojumiem var secināt to, ka pirms un pēc uzliesmojuma spožumi bija apmēram vienādi. Tās spožums zilajos staros 1974. gadā bija $22^m,1$ un attiecīgi $21^m,6$ pēc uzliesmojuma 1987. gadā. Bez optiskajiem arhīvu uzņēmumiem galaktikas NGC 1313 apgabals 1980. gadā (pusotra gada pēc uzliesmojuma) tika novērots arī rentgendiapazonā ar Einšteina X-staru pavadoni. No jauna izskatot šos datus, atklāja divus X-staru avotus: vienu, spožāko, — blakus galaktikas centram un otru, mazāk spožu, — uz dienvidiem no galaktikas centra. Pēdējais kļūdu robežās atbilst SN 1978 K atrašanās vietai. Galaktiku 1983. gadā novēroja arī ar infrasarkanā starojuma teleskopu pavadoni IRAS, bet pārnova nav identificēta.

Pirmos optiskos spektrus ieguva 1990. gada janvārī ar Austrālijas 2,3 metru teleskopu spektra diapazonā no 3400 Å līdz 8100 Å. Identificētas skābekļa un slāpekļa, kā arī jonizēta skābekļa un slāpekļa aizliegtās emisijas.

jas līnijas, kas ir raksturīgas planetāriem miglājiem, kā arī pārnovu nomestajiem apvalkiem, kad tie ir kļuvuši pietiekami retināti (tā saucamā nebulārā stadijā). Bez šīm skābekļa un slāpekļa līnijām identificētas ūdeņraža Balmera sērijas līnijas, kas norāda uz to, ka zvaigzne ir bijusi bagāta ar ūdeņradi, tāpēc ir uzskatāma par jaunu.

Novērojumi radiodiapazonā rāda, ka SN 1978 K ir viena no visspožākajām radiopārnovām, turklāt radiostarojums ir netermiskas dabas. Pašreizējā radiostarojuma jauda ($1,6 \cdot 10^{20}$ vatu uz hercu pie 4,8 gigaherciem) ir apmēram 220 reižu lielāka nekā labi pazīstamajam radiostarojuma avotam Kasiopeja A. Radiostarojuma jauda novām un Habla—Sandidža maiņzvaigznēm ir par 7 kārtām mazāka. Radiostarojuma avota rādiuss ir mazāks par vienu parseku.

Spektros atklātās skābekļa un slāpekļa aizliegtās rekombināciju līnijas liecina, ka zvaigzni aptver apvalks jeb miglājs, kurš izplešas. No šo līniju intensitāšu attiecībām var uzzināt elektronu blīvumu un elektronu temperatūru un aprēķināt jonizētās gāzes apjomu, kā arī objekta lineāros izmērus. Tie izrādās visai nelieli — rādiuss tikai 0,006 parseki. No ūdeņraža Balmera sērijas līniju kontūru aprēķiniem var noteikt izplešanās ātrumu, un tas arī ir visai neliels — apmēram 400 km/s; parasti pārnovu apvatku izplešanās ātrums ir mērāms tūkstošos kilometru sekundē. Tas varētu norādīt uz to, ka no pirmsuzliesmojuma zvaigznes ir notikusi ļoti spēcīga vielas izplūšana un, tā kā tā ir bijusi ļoti karsta, visa gāze ultravioletā starojuma ietekmē ir jonizēta. Ja apvalks ir jonizēts Habla—Sandidža tipa zvaigznes starojuma ietekmē, tad var aprēķināt šādas zvaigznes starjaudu un masu. Tā kā zvaigznes spektrā ir konstatētas vājas jonizētā hēlija emisijas līnijas, tad centrālās zvaigznes elektīvā temperatūra varētu būt 80 000—120 000 K; no tā izriet, ka zvaigznes masa $M > 215 M_{\odot}$. Tas

šķiet mazticami, jo zvaigznes ar tik lielu masu nevar būt stabilas. Miglāju var jonizēt arī rentgenstarojuma avots vai no centrālās zvaigznes iznākušie dispējošie triecienviļņi. Triecienviļņu modelēšanā noskaidrots, ka to izplatīšanās ar ātrumu 200 km/s labi izskaidro miglāja izplešanās ātruma dispersiju, bet neizskaidro skābekļa un jonizētā slāpekļa aizliegtu līniju intensitātes. Novēroto līniju intensitāšu attiecība dod pretrunīgus rezultātus skābekļa līniju $\lambda_{5577}/\lambda_{6300}$ intensitāšu attiecība dod augstu elektronu blīvumu, bet jonizētā slāpekļa līniju $\lambda_{5755}/\lambda_{6584}$ intensitāšu attiecība dod daudz zemāku elektronu blīvumu. Iespējams, ka pastāv sistemātiska kļūda, ka pilnībā nav izslēgta nakts debess spīdēšana skābekļa līnijās. Pastāv varbūtība, ka skābeklim ir viens ierosmes mehānisms optiskais starojums, bet jonizētā slāpekļa aizliegtajām rekombinācijas līnijām ierosmes mehānisms ir rentgenstarojums, un tas rodas miglājā citā vietā ar mazāku elektronu blīvumu. Iztirzāts arī modelis, pēc kura ap masīvu centrālo zvaigzni ar masu $M = 80 M_{\odot}$ paslāv ekvatoriāls diskeveida apvalks ar $150 M_{\odot}$ lielu masu. Nav izslēgts, ka kādreiz ir bijusi cieša dubultzvaigzne un viena no tām sabrukdamā izveidojusi šo disku.

Noslēgumā jāpiemin, ka SN 1978 K ir tālākiem pētījumiem ļoti izdevīga pekulāra pārnova. Tā ir relatīvi tuva, tās virzienā ir ļoti maza starpzvaigžņu absorbcija un tuvumā nav citu līdzīgu starojuma avotu. Bez tam pārnovu evolūcija 10—20 gadu laikā pēc uzliesmojuma ir mazpētīta. Arī lakts, ka pārnovas uzliesmojuma moments netika fiksēts, norāda uz to, ka līdzīgi gadījumi var būt bijuši arī citās galaktikās un supernovu uzliesmojumu biežums var būt lielāks, nekā pašreiz tiek uzskatīts.**

** Sk.: *Alksne Z., Alksnis A.* Cik bieži uzliesmo pārnovas // *Zvaigžņotā Debess.* — 1994. gada vasara. — 9.—12. lpp.

KUĢA KĪĻA ETA — VAI NĀKAMĀ PĀRNOVA?

Sis neparastais debess objekts ir miglāju, putekļu, zvaigžņu kopu un spožu zvaigžņu komplekss Piena Ceļa dienviddaļā. Ar angļu Smita teleskopu uzņemtajā attēlā (sk. krāsu ielikumu) sarkanā krāsā ir jonizētā ūdeņraža apgabali; vienlaikus redzami tumši putekļu apgabali (burta Y veidā), novērojamas arī zaļās jonizētā skābekļa aizliegtās rekombinācijas līnijas, kas ir tipiskas planetārijiem miglājiem. Kompleksa centrā ir pazīstama valējā zvaigžņu kopa Trumpler 14 un grupa karstu 0 klases zvaigžņu. Attālums līdz zvaigžnei η Car ir tikai 6800 gaismas gadu. Detalizētākos uzņēmumos ir redzams, ka η Car nav zvaigžņveida, bet ir miglājveida objekts, kas pēc izskata atgādina mazu, resnu cilvēciņu, tāpēc tā nosaukta par Homunkulu. So miglāju jau 1840. gadā uzzīmēja ievērojamais angļu astronoms sers Viljams Heršels, un tad tam bija daudz izteiktāka forma. Tagad tas ir kļuvis izplūdušāks un spožums arī ir samazinājies. Pašas zvaigznes spožums pirmo reizi tika noteikts 1677. gadā, un tad tā bija ceturta lieluma zvaigzne, septītā spožākā zvaigzne Kuģa Kīļa zvaigznājā. Vēlākie pētījumi parādīja, ka tā ir maiņzvaigzne ar spožuma maiņu no otrā līdz ceturtajam lielumam. Laikā, kad V Heršels zīmēja miglāju, tā jau bija pirmā lieluma zvaigzne, 1843. gadā tā kļuva par otru spožāko re-

dzamo zvaigzni pēc Sīriusa, ar zvaigžņu lielumu —1, pēc tam tā pamazām samazināja spožumu līdz 8. lielumam. Mūsdienās tās spožums ir 6^m.2. Zvaigzni aptverošā Homunkula miglāja pašreizējie redzami izmēri ir 18×8 loka sekundes, un tas izplešas ar ātrumu 500 km/s. Tomēr zvaigznes spožuma samazināšanās ir tikai šķietama. Sešdesmito gadu beigās G. Neigebauers (Gerry Neugebauer) un J. Vestfāls (J. Westphal) atklāja, ka infra-sarkanajā spektra diapazonā η Car ir debess spožākā zvaigzne. Saskaitot visu izstaroto enerģiju, zvaigzne ir tikpat spoža kā 1843. gadā. Optiskais starojums, kas bija redzams 1843. g., tiek absorbēts jaunajā miglājā un pārstarots infrasarkanajā daļā. Pēc izstarotās enerģijas η Car ir neparasti masīva zvaigzne. No zvaigžņu evolūcijas teorijas ir zināms, ka zvaigznes ar masu, kas lielāka par 100 Saules masām, nevar veidoties un būt stacionāras. Iespējams, ka šis spožuma uzliesmojums (nav izslēgts, ka senāk ir bijuši arī citi uzliesmojumi) ir zvaigznes mēģinājums nomest vienu vai vairākus apvalkus un kļūt stabilai. Ja tas neizdosies, tad ir sagaidāms viens no grandiozākajiem, Saulei ļoti tuvajiem pārnovas uzliesmojumiem.

J. I. Straume

KOMĒTU NOVĒROJUMI PĒC «ULYSSES» PROGRAMMAS

1990. gada rudenī startējušā kosmiskā aparāta «Ulysses» zinātniskais uzdevums ir pētīt telpu (heliosfēru) virs Saules polu apgabaliem. Par komētu novērošanas plānu «Ulysses» programmas ietvaros jau rakstlījām.* Ta-

* Sk.: *Atksnis A. Piedalīsimies «Ulysses» programmā // Zvaigžņotā Debess. — 1993. gada vasara. — 61., 62. lpp.*

gad varam informēt par šā plāna izpildes pirmā gada rezultātiem.

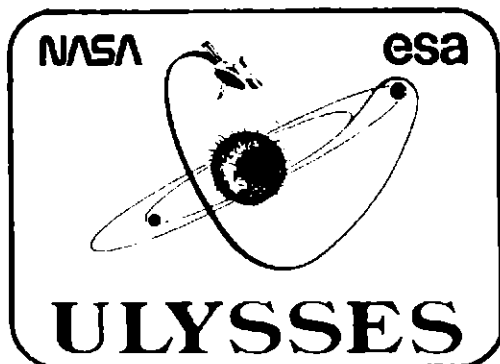
Vispirms par novērojumiem ar Baldones Smita teleskopu. Jāpiezīmē, ka mūsu observatorijas ģeogrāfiskā stāvokļa (platuma) dēļ 1993.—1994. gadā nebija iespējams novērot tās komētas, kas atradās tānī pašā Saules vēja pusē, kurā kosmiskais aparāts «Ulysses». Līdz šim varējām novērot tikai tās komētas,

kuru pētījumiem programmā sekundāra nozīme.

1993. g. 16./17. novembrī un 6./7. decembrī mēģinājām nofotografēt periodisko Enkes (Encke) komētu saskaņā ar eļemeridas datiem, kas ievietoti «Ulysses» komētu patruļas biļetenā nr. 3. Tomēr šīs komētas attēlu uz 10—20 minūšu ilgi eksponētām ORWO firmas astronomiskām fotoplatēm saskaņāt neizdevās. Jāsecina, ka komēta bijusi vājāka, nekā paredzēts.

Naktis no 1994. g. 4./5. aprīļa līdz 5./6. maijam Baldonē desmit reižu ir fotografēta Maknola—Rasela (McNaught—Russell) komēta (1993v). Tā ir labi saskatāma uz visiem uzņēmumiem, bet nav manāmas komētas astes pazīmes, kas liecinātu par komētas aktivitāti.

Kā ziņots minētā biļetena 5. numurā, interesi par piedalīšanos «Ulysses» komētu patruļas novērojumos izleikuši vairāk nekā 200 individuālie novērotāji un organizācijas. Visu 1994. gadu kosmiskais kuģis «Ulysses» attiecībā pret Sauli atradās virs tās dienvidu platumu grādiem maksimālo heliogrāfisko dienvidu platumu — vairāk nekā 80 grādu — sasniedza 1994. gada septembrī. Tāpēc šajā laikā galvenie programmas objekti bija mums nepieejamās dienvidu puslodes komētas Millera (Mueller) komēta (1993p) un periodiskā Tutla (Tuttle) komēta. Millera komētu 1994. g. aprīlī un maijā ar Eiropas Dienvidu



«Ulysses» programmas emblēma

observatorijas Smita teleskopu Lasijā (Čile) 20 reižu nofotografējuši G. Pizarro un Dž. Brants. Līdzīgu komētas uzņēmumu skaitu ieguvis arī V. Lillers Laskampanas (Las Campanas) observatorijā (arī Čilē).

«Ulysses» programmas zinātniskās darba grupas sanāksmē 1994. g. aprīlī Frīdrihshāfenā (Vācijā) atziņts, ka kosmiskais aparāts atrodas labā tehniskā stāvoklī un ir cerības, ka tas vares veikt vēl vienu apriņķojumu.

Saules ziemeļu platumu grādos «Ulysses» nonāks tikai 1995. g. pavasarī. Tad galvenā nozīme būs ziemeļu puslodes komētu novērojumiem.

A. Alksnis

JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ

Magellan virs normas nostrādātais laiks tika izmantots augstas izšķirtspējas Venēras kartes izveidei. 1994. gada septembra sākumā tas uzsāka «vējdzirnavu» projektu, kas ievāca papildu datus par atmosfēras struktūru. Pats aparāts eksperimenta laikā griežas ap savu asi. Oktobra sākumā tika samazināts tā augstums un 14. oktobrī tas ietriecās Venēras virsmā. Eksperti vērtē, ka vairāk nekā 4 gadu ilgie pētījumi ir devuši vairāk nekā cerēts.

TAUTAS GARAMANTAS

SAULES RITE LATVIJAS NOVADU DAINĀS

«Saules dainu» izlase (*Viķe-Freiberga V., Freibergs I.* Saules dainas. — Rīga, 1988. — 267 lpp.) rosina vienkopus savākt bagāto materiālu aplūkot arī astronomiskā aspektā. Katrai dainai ir uzrādīta tās pierakstīšanas vieta — apriņķis un pagasts pēc Latvijas administratīvā iedalījuma brīvvalsts laikā. To laik Kurzeme aptvēra Aizputes, Kuldīgas, Liepājas, Talsu un Ventpils apriņķi, Zemgale — Bauskas, Ilūkstes, Jēkabpils, Jelgavas un Tukuma apriņķi, Vidzeme — Cēsu, Madonas, Rīgas, Valkas un Valmieras apriņķi, Latgale — Abrenes, Daugavpils, Ludzas un Rēzeknes apriņķi.

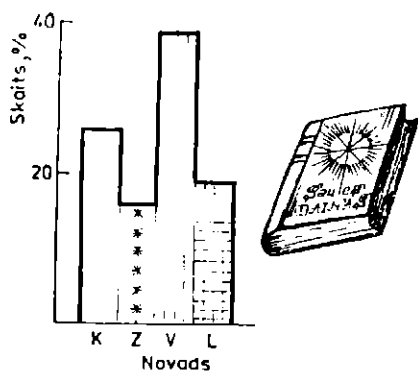
Tas, ka «Saules dainās» dota pierakstīšanas vieta, mudināja šim apskatam izvēlēties cilvēku dzīvē svarīgu un neapšaubāmi dainu sacerētājus rosinošu jomu — Saules gaitu cauri rītam, dienai, vakaram un naktij un noskaidrot, kā šie astronomiskie laikposmi attēloti dainās un vai attēlojums visu Latvijas novadu dainās ir vienāds vai tieši otrādi atkarīgs no dainu izcelsmes vietas (dainu pierakstīšanas vietas).

Ģeogrāfiskais stāvoklis dainas saturu varēja ietekmēt vismaz divējādi. Pirmkārt, dažādās vietās Saules novērojumus un līdz ar to atspoguļojumu dainās varēja ietekmēt vietējās īpatnības: jūra, ezeri, lielas upes, biezi meži, pakalni vai līdzenumi. Otrkārt, dainu rašanās sākumperiodā, ko ļoti aptuveni varētu datēt ar 10. gs., dažādās Latvijas vietās vēl dzīvoja kurši, zemgaļi, latgaļi, sēļi un lībieši, kuriem bija gan savas sadzīves īpatnības (to apliecina arheoloģiskie izrakumi),

gan arī atšķirīgi mitoloģiskie priekšstati. Atšķirību veidošanas varēja ietekmēt arī cilšu sakari ar citām kultūrām ziemeļos, austrumos, dienvidos un rietumos. Neapšaubāmi, ka turpmākajos gadsimtos svešu kultūru ietekme pieauga. Tomēr par šo ietekmju izpausmēm dažādu novadu dainās var spriest tikai pasaulē tautu mitoloģijas un folkloras pazinēji. Šā apskata ietvaros meklēta un skaidrota saules dainu satura atkarība no vietas ģeogrāfiskajām īpatnībām.

V. Viķe-Freiberga un I. Freibergs norāda, ka «Saules dainās» pavisam ietvertas 3652 dainas, neskaitot dublikātus, kurus šajā apskatā neizmantojam. Autori arī norāda, ka atsevišķas dainas pierakstītas vairākkārtīgi dažādās vietās. Tāpēc iesūtīto pierakstu skaits ir lielāks nekā dainu skaits. Izrakstot Saules ritei vēllītas dainas, kļuva redzams, ka patiešām viena un tā pati daina dažkārt pierakstīta divas, trīs un vairāk reizes, turklāt visdažādākajos novados. Tālākajā dainu statistikā un analizē pa tēmām vienmēr norādīsim aplūkojamo dainu un to pierakstu skaitu.

Kopumā V. Viķes-Freibergas un I. Freiberga izlasē ietverti 3929 pieraksti, kuru sadalījums pa novadiem ir šāds (sk. 1. att.): Kurzemē — 1015 (25,8%), Zemgalē — 627 (16,0%), Vidzemē — 1538 (39,1%), Latgalē — 749 (19,1%). Kopskaitā nav ietverti 218 pieraksti, kam nav zināma precīza pierakstīšanas vieta un kurus mūsu pētījumā nevarējām ietvert. Arī katra novada apriņķos pierakstu skaits ir visai dažāds. Tā, piemēram, Vidzemē Madonas apriņķī ir pierakstītas 573 dainas,



1. att. Saules dainu pierakstu skaita sadalījums Latvijas novados (procentos no visu Saules dainu pierakstu skaita): Kurzemē (K), Zemgalē (Z), Vidzemē (V), Latgalē (L)

Rīgas apriņķī — 515, bet Valmieras apriņķī — tikai 91. Pēdējā gadījumā pierakstu vākšanu varēja ietekmēt Valmieras apkārtnē atslīdā brāļu draudžu kustība. Dainu pierakstu nevienmērīgais sadalījums Latvijas teritorijā apgrūtina Saules rites atsevišķo posmu atspoguļojuma īpatnību analīzi Latvijas novados, bet, kā tālāk redzēsīm, nepadara to pilnīgi neiespējamu.

Izlasē autori «Saules dainas» ir sakārtojuši trīs nodaļās: kosmoloģiskā, fiziskā un teiksmainā Saule. Sadalījums tomēr ir visai nosacīts, jo ne katra daina ir nepārprotami attiecināma uz to vai citu nodaļu. Šajā apskatā apstrādāts tikai trešās nodaļas (teiksmainā Saule) materiāls.

Pēc «Saules dainu» autoru ieceres šajā nodaļā ietilpst dainas, kurās «Saule parādīta kā personificēta būtne ar cilvēciskām īpašībām... un izdarībām», un to kopskaits ir 1446. No tām apskatām izvēlētas visas dainas, kurās jebkādā sakarībā raksturota Saules atrašanās vieta vai uzvedība visos četros galvenajos Saules rites posmos. Nav ņemtas vērā dainas, kurās pēc Saules izskata (galvenokārt rieta laikā) pareģo laika apstākļus.

Izrakstīto dainu tālāko klasifikāciju un analīzi visvairāk apgrūtina apstākļi, ka vienā dainā bieži ir pieminēti divi Saules rituma posmi, piemēram, riets un lēkts. Aplūkojot

vienu no posmiem, daļu dainu izdodas apvienot pa tēmām, bet tās savā starpā var pārklāties. Tāpat dažos motīvos par vienu un to pašu tēmu dažkārt izteiktas pavisam pretējas domas. Ir arī dainas, kas apvienojamas sīkākās grupās vai aplūkojamas pilnīgi individuāli.

Apskatā citētas dainas, kas vislabāk raksturo kādu tēmu, kā arī daļa īpatnējāko, savdabīgāko, spilgtāko dainu. Dainu numerācija šajā apskatā nav sniegta, lai nevajadzētu paskaidrot visus numerācijas veidošanas principus, kas doti «Saules dainās», kurās tās apkopotas no daudziem avotiem. Tā kā katrā «Saules dainu» nodaļā dainas sakārtotas alfabētiskā secībā, tad jebkurš interesents citēto dainu un tās numuru pamatavotā var viegli atrast.

Apskata ievadā iederas 4 dainas, kurās nav tieši raksturots neviens no četriem Saules rites posmiem, bet nenoliedzami izteikta pati rites ideja:

Ni šodien, ni vakar
 Netek Saule kājiņām:
 Par siliņu ratiņos,
 Par jūriņu laiņiņā.

Daina pierakstīta Madonas apriņķī. Tai identiska, bet citā izloksnē pierakstīta Rēzeknes apriņķī. Turpat Madonas apriņķī pierakstīta daina, kas izsaka pretējas domas par Saules pārvietošanās iespējām:

Saulītei, māmiņai
 Tai ir grūši jādzīvo:
 Pate tek vakarā,
 Pate rīta rasiņā.

Dainā, kas pierakstīta Valmieras apriņķī, savdabīgi raksturota Saules rīte, bet nav skaidrs, kurā posmā Saule pārkāpj jūriņai:

Ai, Saulīt, spodraliņ,
 Kur pārkāpi jūriņai?
 Ne redzēju tiltu grieztu,
 Ne laiņiņu laipojam.

Izvērtējot dainu sadalījumu pa Saules rites posmiem, redzams, ka visvairāk dainu veltīts Saules rietam un noslēpumā titajām

nakts stundām. Tāpēc Saules rītes apskatu sāksim it kā ačgārnā secībā — nevis ar lēktu, bet gan ar rietu.

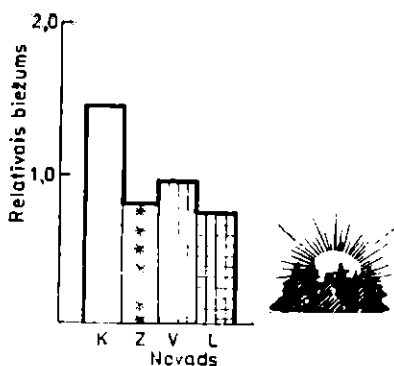
SAULES RIETS

Iestājies vakars, debesis laistās saulrieta krāsās. Tuvojas atpūtas stundas pēc dienas darbiem. Acis un prātu piesaista spožā Saules ripa, kas pazūd aiz tālē zilgmējoša horizonta, zaļiem kokiem pievārtē vai svinpelēka ūdens klaidā. Ikkatra veidā riets ir tik spilgta parādība, ka dainu sacerētāji to apdziedājuši daudzkārt. Tālākā Saules rieta apskatā ietvertas 99 dainas, kas iesūtītas 123 pierakstos.

Visvairāk tiek apdziedāts riets aiz meža vai koku galiem (50 dainu 57 pieraksti). Analizējot iesūtīto dainu pierakstu relatīvo biežumu Latvijas novados, var redzēt, ka tēma sastopama visos Latvijas novados gandrīz vienādi bieži. Vienīgi Kurzēmē rietu aiz mežiem apdzied nedaudz biežāk kā citur (sk. 2. att.). Tas izskaidrojams ar mežu bagātību visos Latvijas novados. Gandrīz ikkatrā sētā ļaudis, domājams, redzēja Sauli norietam aiz tuvāka vai tālāka meža vai koku galiem, kas nereti rīta brīdī uzmirdz. Jādomā, ka tieši tāpēc 28 dainu pierakstos minēts, ka Saule noiedama pušķo mežu (koku) galus, bet ne visos novados tas darīts vienādi (sk. 3. att.). 12 dainu 17 pierakstos, kas galvenokārt iesūtīti no Kurzemes un Vidzemes (īpaši no bagātās Rīgas apkaimes), plaši daudzīnātas kokiem dāvātās dāsnās un greznās rotas:

Noriet Saule vakarāi,
Koku galus veltīdama:
Liepai lika zelta kroni,
Ozolamī sudrabiņa,
Sīkajami bērziņami —
Dimantiņa lapiņām;
Mazajami kārklīņami
Uzmauc zelta gredzentiņu.

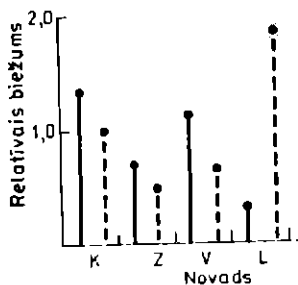
Turpretim citās 11 dainās parasti īsi pavēstīts par tādām vienkāršām vēltēm kā zeķes, cimdi, dvielī, jostas, villaines:



2. att. Tēmas — Saules riets aiz meža — relatīvais biežums Latvijas novadu dainu pierakstos. (Tēmas biežums ir attiecīgajai tēmai veltīto dainu pierakstu skaita attiecība pret visu Saules dainu pierakstu skaitu. Tēmas relatīvais biežums novadā ir biežums novadā attiecībā pret biežumu visā Latvijā.)

Skaisti Sauļeite rītēja,
Kūku golus pušķodama:
Prīdei cymdi, eglei zeķes,
Bāzram zaļi dzeipareņi.

Tikai dažās izvērstākās dainās šim vēltēm pievienoti vara pakariņi, sudraba gredzentiņš, šāda rakstura dainas biežāk pierakstītas Latgalē, īpaši Abrenes apriņķī (3 dainas). Vai šajā apvidū, kas tāls no galvenajiem satiksmes ceļiem, būtu saglabājušies senāki mutvārdu



3. att. Tēmas — meža galu pušķošana ar zelta un sudraba rotām (nepārtrauktās līnijas) — relatīvā biežuma salīdzinājums ar tēmas — pušķošana ar pašdarinātām vēltēm (pārtrauktās līnijas) — relatīvo biežumu

kultūras slāņi, vai šeit dzīvoja nabadzīgāki ļaudis, kam sveša zelta spozme un vērtība?

Savukārt Kurzemē pierakstītas 3 dainas, kas vēsta par Saules zīda svārkjiem kā mežu rotu saulrietā. Citos novados šāds motīvs nav sastopams.

Vēl 8 dainu 10 pierakstos tēma par meža galu pušķošanu saulrieta brīdī izmantota kā krāšņs salīdzinājums tuvu cilvēku pušķošanai svarīgos dzīves brīžos:

Noiet Saule vakarā,
Meža galus pušķodama;
Tā pušķoja māte meitu,
Tautiņās vadīdama.

Sādi biežāk dainojuši Vidzemē (5 pieraksti no 10).

Tēlojot Saules rietu aiz meža, 16 dainas (katra no tām pierakstīta tikai vienā vietā) vēsti nevis par meža galu pušķošanu, bet gan par to līdzināšanu jeb striķēšanu:

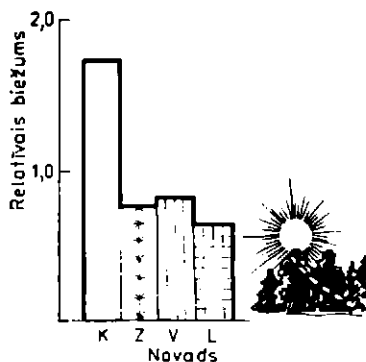
Sak' Saulīte noiedama:
Nav lidzeni meža gali.
Ņem, Dieviņi, zelta šķēres,
Nolīdzini meža galus!

Ej, Saulīte, drīz zemē,
Nelīdzini meža galus,
Lai līdzina Mēnestiņš
Sudrabiņa šķērītēm.

Pirmajā skatījumā motīvs šķiet pilnīgi nesaprotams. Kāpēc tādas bažas par nelīdzieniem meža galiem un līdztekus lūgums Saulei nelīdzināt meža galus? Atbilde skaidri dota šādā un tai līdzīgās dainās:

Riet', Saulīte, rietēdama,
Nelīdzini koku galus!
Jau piekusa govju gani,
Jau arāju kumeliņi.

Tātad, grūtā darbā nogurdināti, ļaudis gaidīt gaida Saules rietu un lūdza Saulīti nekavēties koku galos, Vārbūt tieši šā iemesla dēļ rietis aiz mežiem šķiet tik skaists, jo ir ļoti ilgots. Trijās dainās abi motīvi — meža galu pušķošana un līdzināšana — apvienoti. Meža galu līdzināšanu tautas mutē vairumā gadījumu



4. att. Tēmas — meža galu līdzināšana — relatīvais biežums

veic Dieviņš ar zelta šķērēm vai kēdēm, Dieva dēli ar asiem zobeniem vai Saule pati:

Lidzi meži saauguši,
Nava līdzā virsotnītes.
Ņem, Saulīte, zelta šķēres,
Līdzin' meža virsotnītes!

Neapšaubāmi, ka šajās dainās meža galu līdzināšana jāsaprot kā astronomiska parādība — Saules slidēšana aiz horizonta no brīža, kad Saules redzamais disks tam pie skaras, līdz brīdim, kad Saule pilnībā pazūd aiz horizonta. Šāda parādība Latvijā, tāpat kā citur lielos ģeogrāfiska platuma grādos, ir krievu ilgstošāka nekā dienvidu zemēs, piemēram, Krimā vai Itālijā, nemaz nerunājot par Zemes ekvatora apvidiem, kur Saule vertikāli «krit» zem horizonta. Turpretim aiz polārā loka tāda «meža galu līdzināšana» vasaras sezonā var pat nebeigties ar Saules rietu.

Dainas par meža galu līdzināšanu skandētas visos novados, tomēr vairāk tās izplatītas Kurzemē (sk. 4. att.). Kurzemes puses dainās parādība attēlota arī daudzpusīgāk un krāsaināk.

Ipašu tēmu veido motīvs par Saules rietu aiz vientuļa koka, kuru Saule, ik vakaru rietēdama, izgrezno, pakārdama tajā savu jostu:

Sudrabiņa bērziņš auga
Saules taka maliņā;
Tur Saulīte jostu kāra,
Ik vakara noiedama.

Si tēma apdziedāta 12 dainās, kas pierakstītas 20 vietās. Visos gadījumos runa ir tikai par lapu kokiem: ozolu — četrās, liepu — piecās un bērzu — trijās dainās. Koks parasti tiek raksturots kā izcilis — zelta vai sudraba, bet tā atrašanās vieta var būt gan pirts takas, gan Saules lakas, gan diža ceļa malīņā vai vienkārši aiz upītes kalniņā. Saprota, ka tieši Jēkabpils apriņķī pierakstītajā dainā minēta savdabīga koka atrašanās vieta:

Ozols auga Daugavā
Skruzainām lapiņām;
Tur Saulīte jostu kāra,
Ik vakaru noiedama.

Tēmai par Saules rietu aiz vientuļa koka pieder četras dainas (5 pieraksti, visi no Valmieras un Madonas), kurās netieši, bet pietiekami skaidri pateikts, ka ceļmalā augošu koku (bērzu) Saule no rīta un vakarā izgaismo katru reizi no citas puses:

Bērziņš auga ceļmalā
Zeltītām lapiņām:
Vienā lapā Saule lēca,
Otrā Saule norietēja.

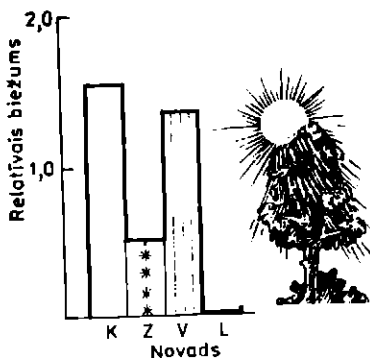
Tāds pats motīvs tiek skartis arī divās dainās (5 pierakstos) par jostas kāršanu saulrietā, pieminot, ka lecot Saule kokā sijā sudrabiņu.

Kopumā par rietu aiz vientuļa, atstatus stāvoša koka savākti 25 dainu pieraksti, kas iesūtīti galvenokārt no Vidzemes un Kurzemes, bet nemaz tādu nav no Latgales (sk. 5. att.).

Toties Latgalē vienā dainā minēts, ka Saule vakarā «atasēda sudrabiņa krēslīņā» (Abrenes apriņķis), un citā dainā no Daugavpils apriņķa motīvs jau izvērstis istā vakarēšanas ainā:

Dīva dēli krēslu cēla,
Svātā Muora kūdeliņu.

Vēl četru dainu piecos pierakstos stāstīts par Saules rietu vienkārši aiz augstiem kalniem vai, tieši otrādi, aiz upītes lejiņā. Sai grupai var pievienot interesantu dainu par Saules rietu Daugavā, kas atkal pierakstīta Jēkabpils apriņķī:



5. att. Tēmas — Saules riets aiz vientuļa koka — relatīvais biežums

Saulīt' brīda Daugavā,
Vakarā aiziedama;
Rītā agri uzlēkdama,
Daugaviņu apveltīja,
Daugaviņu apveltīja
Ar sudraba vizulīti.

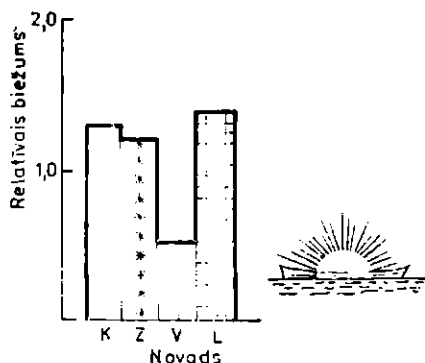
Šī jaukā daina noslēdz iepriekšējo tēmu loku un ievada to dainu apskatu, kurās attēlots Saules riets uz ūdeņiem.

Septiņās dainās no visiem Latvijas novadiem (viena no tām pierakstīta divās vietās) ļoti dažādi apdziedāts Saules riets jūrā, piemēram, šādi:

Jau Saulīte aizlaidēs
Aiz deviņi ezeriņi;
Vara ķēdes noskanēja,
Jūriņā laižoties.

Tomēr rietu uz ūdeņiem galvenokārt apdzied simboliskā veidā kā Saules sēšanos laiviņā. Par laiviņu varētu būt dēvēta tā sudrabiņai vai zeltaini mirdzošā strēle, kas stiepjas pāri ūdenim (jūrai, ezeram, upei) no Saules rieta vietas pie horizonta uz novērotāju. Kā liecina arheoloģiskie pētījumi, ideja par Saules pārvietošanos laivā bija plaši izplatīta arī citu seno tautu daiļradē. Raksturīgs piemērs ir Skandināvijas petroglīfi, kuros attēlota laiva ar Sauli tajā.

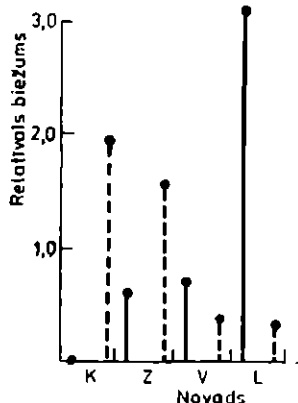
Kopumā rietam laiviņā veltītas 20 dainas, kas pierakstītas 26 vietās. So dainu pierakstu



6. att. Tēmas — Saules sešanās laiviņā rietā laikā — relatīvais biežums

sadalījums pa novadiem (sk. 6. att.) ir pavisam citāds nekā rietā attēlojumam aiz mežiem (2. att.) vai vientuļa koka (5. att.). Dominē pieraksti, kas nākuši no ūdeņiem bagātiem novadiem — Kurzemes, Zemgales un Latgales. Ipatnības pa novadiem izpaužas vēl krasāk, ja pievēršamies tam, kādi motīvi pausti laiviņas tēmā. Triju dainu četros pierakstos tikai konstatēts, ka Saule vakarā sēžas laiviņā:

Ik vakaris skatījos,
Kā Saulīte norietēja;
Kā Saulīte norietēja
Zeltītā laiviņā.



7. att. Tēmas — airu mešana laiviņā (nepātrauktās līnijas) — relatīvā biežuma salīdzinājums ar tēmas — laiviņas pamešana (pātrauktās līnijas) — relatīvo biežumu

Bet 10 dainās, no kurām katra pierakstīta citā vietā, pamatdoma papildināta ar vēstījumu par zelta airu jeb irkļu skanēšanu, metot tos laiviņā:

Jau Saulīte norietēja
Aiz dziļāja ezeriņa,
Zelta airi noskanēja,
Laiviņai iemetot.

Papildinājums pirmā brīdī šķiet uzvertams tikai kā daiļskanīgs, tēlainis izteiciens. Patiesībā tajā var būt ietverta dziļāka jēga — norāde uz to, ka Saule laiviņā iršies uz lēkta vietu, t. i., arī naktī pārvietosies. Vairums šo dainu (7 no 10) pierakstīts Latgalē, bet tās nemaz nav sastopamas Kurzemē (sk. 7. att.). Iztirzājamo dainu latgalisko izcelsmi apstiprina gandrīz katrā dainā sastopamā norāde uz Saules rietu aiz ezera vai pat deviņiem ezeriem.

Citās septiņās dainās pausta doma, ka no rīta Saule pamet laivu, kurā vakarā iesēdusies, iekritusi, icritējusi:

Noiet Saule vakarā,
Iekrīt zelta laiviņā;
Uzlec Saule no rītiņa,
Paliek laiva ligojot.

Tikko citētā daina izplatīta īpaši plaši — tā pierakstīta sešos Kurzemes un Zemgales apriņķos, pārējās sešas dainas — katra tikai vienā vietā. Kopumā ņemot, šī tēma galvenokārt risināta Kurzemē (7. att.), un var domāt, ka apdziedātā laiva peld jūras ūdeņos, lai gan tiešas norādes uz to nevienā dainā nav. Tā kā Kurzemes rietumu krastā jūrā redzams Saules riets, bet austrumu krastā — lēkts, tad nav brīnums, ka tieši šā novada ļaudis apdziedāja Saules braucienu laiviņā no rietu uz lēkta vietu, kur Saule laivu atstāj, pamet, pārved malīņā. Tādā kārtā šajās dainās savā, īpatnējā veidā atkal vēstīts par Saules rīti cauri naktij.

Visā Saules rietā attēlojumā krasāk izceļas atšķirības, kas sastopamas Latgales novada dainās. Pilnīgāki slēdzieni būs izdarāmi tikai pēc visu Saules rīti veltīto dainu iztirzāšanas.

(Turpmāk vēl)

ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

Dr. E. GRINBERGA TEORĒMA PAR HAMILTONA CIKLIEM

Daudzi no mums pārzina šaha spēles gājienus un prot to spēlēt. Vai ir iespējams ar zirdziņu apstaigāt visus 64 šaha galdiņa lauciņus tā, ka katrā lauciņā zirdziņš ielec tikai vienu reizi un ar pēdējo gājieni atgriežas lauciņā, kurā tas savu ceļu uzsāka? Tas ir, maršrutam jābūt noslēgtam. Atbildi uz šo jautājumu sniedz 1. att. kurā lauciņu numērācija sakrīt ar zirdziņa gājieni secību.

Protams, šā uzdevuma atrisinājumu var atrast, tieši eksperimentējot uz šaha galdiņa. Mēs centisimies runāt par to grafu teorijas valodā.

Ar grafu teoriju «Zvaigžņotās Debess» lasītāji saskārušies vairākkārt (sk., piemēram, I. Frances rakstus «Krāsainā matemātika», «Pastaigas grafos» un «Par stridīgiem kaimiņiem» trijos iepriekšējos numuros). Atgādinām, ka par grafu sauc punktu kopu, no kuriem visi vai daži savienoti savā starpā ar līnijām. Punktus sauc par virsotnēm, līnijas — par šķautnēm. Mēs aplūkosim tikai sakarīgus grafus, t. i., tādus, kuros no katras virsotnes var aiziet uz katru citu, ejot pa šķautnēm.

Ceļu, kas iet pa grafa šķautnēm un satur katru virsotni tieši vienu reizi, sauc par **Hamiltona ceļu**; ja šis ceļš ir noslēgts (sākuma un beigu virsotnes sakrīt), to sauc par **Hamiltona ciklu** (H. c.). Par Hamiltona ceļiem un cikliem sk., piemēram, iepriekšminēto rakstu «Pastaigas grafos».

Minētais uzdevums par šaha galdiņa apstaigāšanu grafu teorijas valodā var tikt formulēts šādi.

58	43	60	37	52	41	62	35
49	46	57	42	61	36	53	40
44	59	48	51	38	55	34	63
47	50	45	56	33	64	39	54
22	7	32	1	24	13	18	15
21	2	23	6	19	16	27	12
8	21	4	29	10	25	14	17
3	30	9	20	5	28	11	26

1. att.

Grafa virsotņu kopa ir $V = \{1, 2, 3, \dots, 63, 64\}$, bet šķautņu kopa $E = \{[1, 2], [1, 4], [1, 10], [1, 16], [1, 38], [1, 48], [1, 50], [1, 64], \dots\}$. Katru šaha galdiņa lauciņu var uzskatīt par grafa virsotni, bet divas virsotnes (i un j) savienotas ar šķautni $[i, j]$ (jeb $[j, i]$) tad un tikai tad, ja atbilstošos lauciņus ar numuru i un j zirdziņš var vienu no otra sasniegt ar vienu gājieni. Ja zirdziņš atrodas lauciņā 1, tad ar vienu gājieni viņš var nonākt lauciņos $\{2, 4, 10, 16, 38, 48, 50, 64\}$; iepriekš uzrādītas atbilstošās šķautnes. Tātad iegūts Hamiltona cikls

$H = \{[1, 2], [2, 3], [3, 4], \dots, [63, 64], [64, 1]\}$.

		33	64				
26	7	18	13	32	1	20	11
17	14	25	8	19	12	31	2
6	27	16	23	4	29	10	21
15	24	5	28	9	22	3	30

2. att.

Protams, zirdziņš var sākt gājienus no jebkura lauciņa, piemēram, no 26. Tad var izdarīt lauciņu pārrunāšanu:

26, 27, 28, ..., 63, 64, 1, ..., 24, 25

1, 2, 3, ..., 38, 39, 40, ..., 63, 64;

augšējā rindā ir vecā, bet apakšējā rindā — jaunā lauciņu numerācija.

Daudziem grafiem, kam eksistē kaut viens H.c., eksistē arī vairāki H.c. Arī mūsu uzdevumam eksistē vairāki atrisinājumi. Otrs uzdevuma atrisinājums parādīts 2. att. Augšējā daļā jūs varat paši ierakstīt zirdziņa gājieni secību simetriski apakšējai daļai: 1 → 33, 32 → 64, utt.

Abos zīmējumos parādītos rezultātus īsi var formulēt šādi: šaha galda grafiem eksistē Hamiltona cikls. Tomēr vispārīgā gadījumā jautājumam par to, kādiem grafiem eksistē H.c., apmierinoša rīsinājuma (kas pēc būtības atšķirtos no visu variantu pārtales) nav vēl šodien.

Raksta nosaukumā minētā E. Grinberga teorēma runā par nepieciešamajiem noteikumiem, kad plašai un svarīgai grafu klasei — t. s. planārajiem grafiem — eksistē Hamiltona cikls. Tā dod iespēju daudzos gadījumos viegli noskaidrot to, ka kādam konkrētam grafam Hamiltona cikla nav.

Vispirms izsekosim E. Grinberga rezultāta novērtējumam grafu teorijas speciālistu vidū

un pēc tam sniegsim tā populāru izklāstu, kas līdz šim latviešu valodā nav darīts.

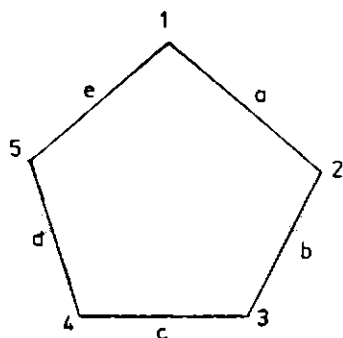
E. Grinbergs gandrīz visus savus pētījumus publicējis izdevumā «Latvijas matemātikas gadagrāmata». Rezultāts, kuru iztirzāsīm šajā rakstā, publicēts 1968. gadā ar nosaukumu «Par plakaniem kubiskiem grafiem bez Hamiltona cikliem».

Pirmais autors, kura grafu teorijai veltītajā grāmatā ir ietverts E. Grinberga rezultāts, ir prof. H. Zakss (*Sachs H.* Einführung in die Theorie der endlichen Graphen. — 1972. — T. 2). Grāmatas manuskripts bija jau nodots publicēšanai, kad prof. H. Zakss uz zināja šo rezultātu. Tomēr viņš nolēma grāmatu papildināt ar E. Grinberga pētījumu. Jaunu pierādījuma variantu atrada ievērojama grafu teorijas speciālists V. Tats, kurš savā grāmatā to nosauca par E. Grinberga teorēmu (*Tutte W.* Graph theory. — 1984). Grāmatas ievadā prof. K. Nešs-Viljams par ievēribas cienīgām atzīmē trīs tajā ietvertās teorēmas, un viena no tām ir Grinberga teorēma. Pārējās divas teorēmas ir grafu teorijas klasiski, fundamentāli rezultāti — Kuratovska un Bruksa teorēmas. Protams, minētās grāmatas nav vienīgās, kurās minēts un izklāstīts Grinberga rezultāts.

Ievērojama zinātņu popularizētājs Dž. Stjuarts 1992. gada oktobra mēneša žurnālā «Scientific American» publicē rakstu «Slepkavība Gastlej-Grendžā» (*Stewart J.* Murder at Ghastleigh Grange). Izmantojot slavenos personāžus — Holmsu un Vatsonu, autors populārā veidā izklāsta E. Grinberga teorēmu, kas «palīdz» atklāt slepkavu. Jāatzīmē, ka Stjuarta rakstā E. Grinbergs dēvēts par krievu zinātnieku. Šis raksts tulkots arī populārā žurnālā «В мире науки» 1992. g. 11., 12. nr. Protams, likteņa ironijai ir labpaticis, ka nevienā līdz šim krievu valodā sarakstītā grāmatā Grinberga rezultāts nav pat pieminēts. Vienīgais, kas E. Grinbergu saista ar Krieviju, ir tas, ka viņš dzimis Pēterburgā latviešu luterāņu mācītāja ģimenē (tēvs Jānis, māte Mērija, dzimusi Grosvalde). Pēc pirmā pasaules kara ģimene atgriezās Latvijā. Sīkāku informāciju par E. Grinberga biogrāfiju var smelties rakstā: *Riekstiņš E.*

Dambītis J. Rīgas matemātikas skolas pārstāvis Dr. math. E. Grinbergs. — LZA Vēstis. — 1993. — Nr. 6. — 78.—80. lpp.*

E. Grinberga dzīvesbiedre (dzimusi Cēpurīte) ar dēlu Miku kara laikā aizbrauca no Latvijas. Pēc kara viņi nonāca Amerikā, kur dēls kļuva par matemātikas profesoru. Viņa pašreizējā adrese nav zināma, un diez vai viņš zina tēva izcilos sasniegumus matemātikā. Cerēsim, ka raksts palīdzēs arī šā jautājuma noskaidrošanā.



3. att.

Tālāk ar vienkāršiem piemēriem sniegsim E. Grinberga rezultāta izklāstu. Iepriekš grafa jēdzienu ilustrējam ar šaha spēles palīdzību, bet tagad izmantosim daudzstūri. Aplūkosim, piemēram, piecstūri ar malām $\{a, b, c, d, e\}$ un virsotnēm $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ (sk. 3. att.).

Jebkuru daudzstūri plaknē var uzskatīt par grafu $G=(V, E)$, kur V un E attiecīgi ir grafa virsotņu un šķautņu kopas. Katru grafa šķautni var definēt ar divu virsotņu palīdzību: $a=[1, 2]$, $b=[2, 3]$, $c=[3, 4]$, $d=[4, 5]$, $e=[5, 1]$ ($= [1, 5]$). Daudzstūrim atbilstošais

grafs H izveido H. c., jo satur visas grafa virsotnes:

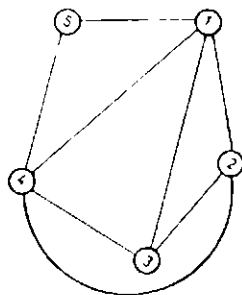
$$H = \{[1, 2], [2, 3], [3, 4], [4, 5], [5, 1]\}.$$

Tādu grafu sauc par planāru, jo to var uz zīmēt plaknē tā, ka nekādas divas šķautnes nekrustojas. Bet grafā bez šķautnēm, kas izveido H. c., var eksistēt arī vēl citas šķautnes, piemēram, $[1, 3]$, $[1, 4]$, $[2, 4]$, $[2, 5]$, kuras saucim par hordām. Hordas $[1, 3]$, $[1, 4]$ varam iezīmēt H. c. iekšpusē, bet hordas $[2, 4]$, $[2, 5]$ — H. c. ārpusē tā, ka nekādas divas šķautnes joprojām nekrustojas. Tātad arī šāds grafs ir planārs. Ja hordas $[2, 4]$, $[2, 5]$ zīmētu H. c. iekšpusē, tad tās krustotos ar $[1, 3]$, $[1, 4]$ un mēs būtu ieguvuši planāra grafa neveiksmīgu attēlu, kuru iespējams «izlabot». Ja turpretim bez minētajām 4 hordām grafam pievienosim vēl šķautni $[3, 5]$, tad šāds grafs jau nebūs planārs — savienojot 5 punktus plaknē ar līnijām citu ar citu, kādas divas līnijas noteikti krustosies (šā apgalvojuma pierādījums ir līdzīgs I. Frances rakstā «Par strīdīgiem kaimiņiem» dotajam).

E. Grinberga teorēma attiecas uz planāriem grafiem, kas satur Hamiltona ciklu.

Aplūkosim nākamo piemēru — 4. att. parādīto grafu $G=(V, E)$. Tajā ir Hamiltona cikls $\{[1, 2], [2, 3], [3, 4], [4, 5], [5, 1]\}$.

Bez minēta H. c. šajā grafā eksistē vēl arī citi slēgti maršruti, kas nesatur visas virsotnes. Arī tos saucim par cikliem, piemēram, $[1, 2]$, $[2, 3]$, $[3, 1]$; $[1, 3]$, $[3, 4]$, $[4, 1]$; $[1, 4]$, $[4, 5]$, $[5, 1]$; $[2, 3]$, $[3, 4]$, $[4, 2]$; $[2, 4]$, $[4, 5]$, $[5, 1]$, $[1, 2]$, un $c_1 = \{[1, 2]$,



4. att.

* Sk. arī rakstus žurnālā «Zvaigžņotā Debess»: *Leimanis E.* Matemātiķis Emanuels Grinbergs. — 1994. gada rudens. — 21. lpp.; *Dambītis J.* Izcilā latviešu matemātiķa Emanuela Grinberga (1911—1982) atstātais matemātiskais mantojums. — 1994./95. gada ziema. — 32. lpp.

$[2, 3], [3, 4], [4, 1]$ }; $c_2 = \{[1, 3], [3, 4], [4, 5], [5, 1]\}$. Pirmes piecus ciklus sauksim par robežcikliem, jo vismaz viena no to ierobežotajām plaknes daļām nesatur ne virsotnes, ne šķautnes. Pirmie trīs cikli ir iekšējie robežcikli, bet pēdējie divi ir ārējie robežcikli, jo tie atrodas H. c. iekšpusē (ārpusē). Cikli c_1 un c_2 nav robežcikli, jo abas to norobežotās plaknes daļas satur hordas un (vai) virsotnes.

Cikls $c_3 = \{[1, 2], [2, 4], [4, 1]\}$ arī nav robežcikls, jo ārpusē las ierobežo plaknes daļu, kas satur virsotni 5 un šķautnes $[1, 5], [4, 5]$, bet iekšpusē — virsotni 3 un šķautnes $[1, 3], [2, 3], [3, 4]$.

Par cikla garumu sauc šķautņu (virsotņu) skaitu, kas izveido doto ciklu. Mūsu piemērā pirmie četri robežcikli ir ar garumu 3, bet piektais robežcikls — ar garumu 4. Protams, n virsotņu grafā H. c. garums ir vienāds ar n (mūsu piemērā $n=5$).

Tātad plakanam grafam H. c. visus tā robežciklus sadala divās daļās — iekšējos un ārējos robežciklos. Ar g_i apzīmēsim tādu iekšējo robežciklu skaitu, kuru garums ir i , un ar f_i — tādu ārējo robežciklu skaitu, kuru garums ir i . Grinberga teorēma apgalvo, ka plakaniem grafiem ar Hamiltona ciklu pastāv sekojošas sakarības starp robežciklu un H. c. garumiem:

$$\sum_{i=3}^n g_i (i-2) = n-2 \quad \text{un}$$

$$\sum_{i=3}^n f_i (i-2) = n-2,$$

no kurienes seko, ka

$$\sum_{i=3}^n (g_i - f_i) (i-2) = 0. \quad (*)$$

Mūsu piemērā $g_3=3$, bet $f_3=1$ un $f_4=1$, tātad $3 \cdot (3-2) = 5-2$, $1 \cdot (3-2) + 1 \cdot (4-2) = 3$ un $(3-1) \cdot 1 + (0-1) \cdot 2 = 0$.

Par Grinberga teorēmas pierādījumu pagaidām rosinām lasītāju padomāt patstāvīgi. Par to runāsim kādā no turpmākajiem rakstiem.

Mūsu piemērā virsotnei 1 ir incidentas 4 šķautnes ($[1, 2], [1, 3], [1, 4], [1, 5]$), bet virsotnēm 2 un 3 katrai ir incidentas 3 šķautnes ($[2, 1], [2, 3], [2, 4]$ un $[3, 1], [3, 2], [3, 4]$). Saka, ka virsotnei 1 pakāpe ir 4, bet virsotnēm 2 un 3 pakāpe ir 3. Ja visām grafa virsotnēm pakāpe ir 3, tad to sauc par kubisku grafu. E. Grinbergs atrada konstrukciju, kā izveidot plakanus kubiskus grafus, kuriem vienai virsotnei incidentās 3 šķautnes izveido 3 nepāra garuma robežciklus, bet pārējie robežcikli ir ar pāra garumiem. Līdz ar to tādām grafam nav Hamiltona cikla, jo sakarības (*) kreisajā pusē ir nepāra skaitlis, kas nevar būt 0.

Pagājušā gadsimta beigās P. G. Teits izvirzīja hipotēzi, ka «normāli» plakani grafi vienmēr satur H. c. (Vārdu «normāli» izskaidrot raksta ietvaros būtu pagrūti, tādēļ atļaušos to nedarīt. P. G. Teits būtībā apgalvoja, ka Hamiltona ciklu var nesaturēt tikai īpaši «viltīgi» konstruēti grafi.) Hipotēzi ar preļpiemēru 40. gados atspēkoja V. Tats, pēc tam pretpiemērus atrada arī citi grafu teorijas speciālisti. Balstoties uz Grinberga teorēmu un iepriekš minēto konstrukciju, izveidojās vesela pretpiemēru klase, kuras speciālajā literatūrā sāka dēvēt par Grinberga grafiem.

Tagad mēģināsim izskaidrot, kā radās interese par plakaniem grafiem bez Hamiltona cikliem.

Pagājušā gadsimta sākumā strauji palielinājās ģeogrāfisko karšu iespēšana. Labākas pārskatāmības dēļ kaimiņvalstis (kurām ir kopēja robeža) bija jāicrāso dažādās krāsās. Bija svarīgi noskaidrot minimālo krāsu skaitu, kas nepieciešamas, lai visas kaimiņvalstis būtu dažādās krāsās. Iedibinājās vispārīgs uzskats, ka minimālais krāsu skaits ir 4.

Karšu krāsošanas vietā var aplūkot atbilstošu uzdevumu par grafa virsotņu krāsošanu. Tiešām, uzskatīsim katras valsts galvaspilsētu par viena grafa virsotni. Starp divām virsotnēm tad un tikai tad novilksim šķautni, ja atbilstošo galvaspilsētu valstīm ir kopēja robeža (tās ir kaimiņi). Tādā veidā izveidotais grafs ir planārs.

Tātad valstu krāsošanu var reducēt uz iegūtā grafa virsotņu krāsošanu: katrām divām kaimiņu virsotnēm (tādām, kas savienotas ar šķautni) jāpiešķir atšķirīgas krāsas. Tā ir slavenā četru krāsu problēma plakanicm grafiem. To samērā viegli izdevās atrisināt grafiem, kam ir H. c. Tāpēc radās dabiska interese par to, vai ir «daudz» plakanu grafu bez H. c., jo tikai šo grafu vidū būtu meklējami grafi, kurus ar četrām krāsām izkrāsot nevar (ja tādi eksistētu). Atzīmēsim, ka četru krāsu problēma tika atrisināta tikai mūsu gadsimta 70. gados (sk. [3]).

Jāatzīmē, ka E. Grinberga teorēma — viens no izcilākajiem grafu teorijas rezultātiem — ir ar ļoti vienkāršu formulējumu, un var tikai pabrīnīties, kāpēc tā netika atklāta jau senāk, jo nopietni pētījumi par Hamiltona ciklu eksistenci tiek veikti jau kopš pagājušā gadsimta beigām. No otras puses, šādas teorēmas atklāšana liecina par tiešām izcilajām

E. Grinberga matemātiķa spējām, kurām diemžēl dažādu 20. gs. lielo vēsturisko notikumu dēļ pilnībā izpausties nebija lemts.

LITERATURA

1. Гринберг Э. Я. О плоских графах степени три без гамильтоновых циклов // Латв. мат. ежегодник. — Р., 1968. — Вып. 4. — С. 51—58.

2. Zeps D., Dambītis J. An overview of three works of E. Grinbergs in graph theory and combinatorics // Latv. Univ. zinātniskie raksti. Matem. — 1993. — Nr. 588. — 7.—14. lpp.

3. Appel K., Haken W. Every planar map is four-colorable.

Discharging // Illinois J. Math. 1977. — № 21. — P. 429—490.

Reducibility // Illinois J. Math. — 1977. № 21. — P. 491—567.

J. Dambītis

JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ

Sakarā ar paredzēto starptautiskās orbitālās stacijas būvi radies nepieciešamība veikt gan sarežģītus kosmisko kuģu manevrus, gan arī montāžas darbus atklātā kosmosā. Tuvākā manevru reize gaidāma 1995. gada maijā, kad ASV *Space Shuttle* kosmoplāns *Atlantis* sakabināsies ar Krievijas orbitālo staciju *Mir*. Tāpēc 1994. gada septembrī kosmoplāna *Discovery* lidojuma laikā tika izmēģināta jauna portatīvā manevrēšanas sistēma. Tā ir līdzīga pirms vairāk nekā desmit gadiem izmēģinātajam «reaktīvajam krēslam», tikai kompaktāka un efektīvāka. Darboties atklātā kosmosā ir stipri neērti (bet droši), ja astronauts (vai kosmonauts) ir ar saiti piesaistīts kosmiskajam kuģim. Taču ir gadījumi, kad pārāk gara saite traucē manevrēt un tam avārijas situācijā var būt izšķiroša nozīme. Tādēļ tika izstrādāta portatīva glābšanas iekārta. Kosmoplāna lidojuma laikā divi astronauti veica brīvus pārlidojumus, izmēģinot lidiekārtas 24 sprauslu darbības režimus.

Pamanītās kļūdas

«Zvaigžņotās Debes» 1994./95. gada ziemas numura 36. lpp.:

6. jautājuma atbildes «c) Halleja komētai» vieta jābūt «b) Enkes komētai»;
9. jautājuma atbildes «c) opozīcija» vietā jābūt «b) apekss».

ATZIŅU CEĻI

DABAS VAI DOMĀŠANAS DIALEKTIKA?

Marksistiskā filosofija visā tās pastāvēšanas vēsturē neatlaidīgi ir centusies pasvītrot savu orientāciju uz zinātņi, apliecināt atziņu par cilvēka intelekta neierobežotajām iespējām ielauzties Visuma noslēpumos. Pētošais prāts var visu, ir nepieciešams vienīgi laiks, paaudžu darbs, lai, uzkrājot citu pie cita «atziņas graudus», cilvēce izzinātu pasauli, kurā tā dzīvo, izzinātu pati sevi, spētu saprast gan savu pagātni, gan arī «stingri zinātniski» ielūkoties nākotnē.

Materiālās pasaules izziņu marksistiskā filosofija gan labprāt būtu atstājusi eksakto zinātņu kompetencē, vienlaikus pretendējot uz savdabīgu pārrauga, brīžiem pat vagara lomu. Viens no marksisma ienīlotākajiem domāšanas instrumentiem vienmēr ir bijis «dialektika». Jāteic, arī šajā vagara darbībā realizējas savdabīga dialektika. Filozofs marksists vēlas noteikt pasaules izziņas, interpretācijas standartu, normu. Ārpus šās normas, protams, nevar realizēties «patiesi zinātniska» pasaules apguve un interpretācija. Taču filozofam marksistam ir ļoti nepieciešama arī zinātne. Varētu pat teikt, ka viņš mil zinātņi, it īpaši mil tās faktus. Izrādās, bez šiem faktiem viņš vienkārši nespēj dzīvot, jo amats un brīžiem arī partija viņam liek tos vispārināt. Protams, šās vispārināšanas rezultātā rodas «paši vispārīgākie dabas, sabiedrības un domāšanas attīstības likumi» jeb tā saucamie dialektikas likumi. Ir skaidrs, ka ne jau katru dienu izdomāsi pa «dialektikas likumam», turklāt tos jau pasen fiksējuši marksisma klasiķi. Te nebūtu daudz ko spriedelēt un jautkies, te viss ir skaidrs, te jau ir realizējusies «absolūtā

patiesība», tā ir joma, kurā dziļā godbijībā var rast impulsu domai vai arī gluži vienkārši — citātu. Dažbrīd gan ir nācies uzklaut arī ignas dabaszinātnieku balsis: vai tad mēs paši pietiekami labi neprotam vispārināt? Neprotat, biedri, neprotat! Ne jums tadas izglītības, ne tāda partijiskā rūdījuma. Te ir vajadzīga ģeniāla marksistiski ļeņiniska galva, kāda parasti līdz kārtējai varas maiņai nodotā kārtējā partijas ģenerālsēkretāra vai politbiroja kā kolektīva subjekta rīcībā, vai arī darbs šādu ģeniālu galvu tiešā vadībā. Tādēļ nekurniet, bet dodiet taktus! Mēs tos vispārināsim. «Ģeniālās galvas» parasti gan nevēlējās saprast, ka situācija, kurā tās nonākušas, ir visai apkaunojoša — staigāt apkārt ar ubaga tarbu plecā, lūdzot no eksaktajām zinātnēm faktus, lai tos vispārinātu un galarezultātā formulētu «pašus vispārīgākos likumus», noteiktu normatīvos ietvarus arī pašai zinātņei. Vārbut vēl viens apliecinājums marksistiskajai atziņai: esamība nosaka apziņu? Ko lai dara! Ja «faktu vispārināšana» kļūst par izdzīvošanas jautājumu, var pievērt acis un neredzēt, cik neapskaužamā situācijā šī filosofija vispārinātāja nonākusi. Var arī nejaudāt, vai tomēr filosofijai nav cits darbības lauks, citi mērķi un uzdevumi.

Lielākā daļa no mums, jādōmā, nav aizmirsusi kādu spārnotu un daudzkārt atkārtotu frāzi — «marksisma mācība ir visuspēcīga, jo tā ir pareiza». Sōbrīd par šīs mācības pilnīgu krahu laikam gan varētu šaubīties vienīgi nelabojami cietpauri un utopisti. Vienlaikus gribētos jaudāt, kā gan šādu krahu varēja piedzīvot mācība, kas vienmēr ir pasvīt-

rojusi, ka tā orientējas uz zinātni, zinātniski traktētu likumu un dialektisku domāšanas veidu. Kurš no šiem elementiem varētu padarīt zinātni par antizinātni? Varbūt pie visa vainīga ir savdabīga, tieši marksismam raksturīga minēto elementu kombinācija, to mijiedarbība vai arī kādi īpaši (vēsturiski, šķiriskiski) faktori, kas neļāva adekvāti realizēties daudzkārt deklarētajai orientācijai uz stingri zinātnisku pasaules izziņu?

Tātad — kas vainīgs?

Vispirms par zinātni. Šķiet, ka grūti būtu kādas filozofijas nezinātniskumā vainot orientāciju uz zinātni. Protams, katrs laikmets un sabiedrība uz zinātni raugās citādi, atšķirīgi izprotot tās mērķus un uzdevumus. Atšķirīgi tiek vērtētas arī tās iespējas atklāt Visuma ritmus, fiksēt tos likuma formā.

Marksistiskā izziņas koncepcija piedāvā samērā vienkāršu, skaidru un, galvenais, optimistisku problēmas risinājumu. Pasaule ir izziņājama. Cilvēcisķajai izziņai nav nekādu principiālu robežu, kas liegtu tai ielauzties materiālā un garīgā Kosmosa dzīlēs. Pašā materiālajā pasaulē valda nepieciešamas, noturīgas, būtiskas attiecības starp lietām un parādībām; šīs attiecības regulāri atkārlojas, un minētā attiecību regularitāte un noturīgums ir objektīvs dabas likums. Apziņa ir esamības atspoguļojums, tā ļauj dabas un sabiedrības objektīvās norises izteikt verbālā formā. Jāteic, ka šāds viedoklis ir organiski saistīts ar 18., 19. gs. materiālistiskās domas tradīciju. Optimistiskā pasaules izziņas iespēja ir raksturīga visai klasiskajai kultūrai.

Kopš 19. gadsimta, kurā radās nozīmīgākie marksisma klasīķu darbi, ir pagājis samērā daudz laika. Lai arī cik brīžiem pārliecinoša un optimistiska nešķīstu marksistiskā koncepcija, filosofi (arī dabaszinātnieki) nekad nav pārstājuši jautāt: kas ir zinātniska izziņa šā vārda patiesā nozīmē, kas ir zinātnes likums? Varētu pat teikt, ka 20. gs. šie jautājumi gūst īpašu ievērību, turklāt atbildes, kuras uz tiem sniedz mūsdienu filozofija un dabaszinātnes, nepavisam nevar teptos ar to «gaišo optimismu», kāds zinātniskās izziņas iespēju vērtējumos bija raksturīgs marksisma klasīķiem.

Vispirms par tā saucamo zinātnes likumu. Neviens, protams, nešaubās par to, ka dabā pastāv kādi noturīgi, stabili ritmi, noturīgas attiecības starp lietām un parādībām. Varētu pat teikt, ka šīs norises, lietu un parādību dabiskā kārtība «atspoguļojas» cilvēka apziņā, tālāk gūstot izteiksmi verbālā formā. Tomēr šķiet, ka līdz pat 19. un 20. gs. mijai tikai konsekvents eurocentrisms Rietumu zinātniekam un filosofam lika uz t. s. zinātnes likumu, uz noteiktām domāšanas operācijām, kas izaugušas Rietumu civilizācijas un pasaules skatījuma augsnē, raudzīties kā uz vienīgo iespējamo un objektīvo pastāvošo norīšu atainojuma veidu. Dažādu laikmetu un reģionu pieredze pasaules apgušanā un izskaidrošanā liecina par iespējām principā vienus un tos pašus dabas un sabiedriskās dzīves procesus aprakstīt (objektīva likuma nozīmē) radikāli atšķirīgā veidā. Īpaši interesanta varētu būt Japānas un Ķīnas pieredze. 19. gs. sākumā, kad pirmo reizi nopietni sastopas Rietumu un Japānas civilizācija, japāņim ir praktiski neiespējami iestāstīt, kas ir cēloņsakarība, kas ir cēloņu un sekū attiecību likums. Tas, protams, nenozīmē, ka ķīnietis vai japānis nespētu vai pat nevēlētos īpašā veidā interpretēt tos procesus un norises, kurās Rietumu zinātnieks pirmkārt redz cēloņu un sekū attiecību likuma darbību (bez šaubām, jautājums par to, vai tomēr ir runa par vienu un to pašu procesu redzējumu un interpretāciju, vienmēr paliks atklāts). Runājot par Ķīnas kultūrai raksturīgām izziņas formām, viens no Rietumu ziņošāķiem speciālistiem šajos jautājumos Marsels Granē pasvītro, ka pretstatā Rietumu pētniekam, kas ikvienu parādību cenšas aplūkot kā cēloņu un sekū virknes elementu, ķīnietis šo pašu parādību aplūkos it kā «laukā», attiecībā pret grupu, pat pret veselumu. Viņš centīsies ierādīt tai vietu kādā universālā lietu un norīšu ciklā.

Pat tādā gadījumā, ja mēs konsekventi palīktu Rietumu zinātniskās tradīcijas ietvaros, būtu jāatbild uz ļoti daudzjiem jautājumiem, kas saistīti ar zināšanu vispārīguma, likuma darbības ierobežotības problēmu. Kur beidzas istas zināšanas, kur sākas racionālistiskas spekulācijas, kāds ir to attaisnojums un robe-

žas, kad tās pārtop pravietojumos un apziņas vizijās? Tie ir jautājumi, kas īpaši nodarbina mūsdienu pozitīvisma filosofijas pārstāvjus. Nemaz jau nerunājot par to, ka ārkārtīgi grūti būtu pierādīt objektīvu vēstures un sabiedrības attīstības likumu esamību, mūsdienu filozofija (arī paliekot dabaszinātņu pozīcijās) visai skeptiski raugās uz centieniem pasludināt kādu dabas likumu par tādu, kas paceltos pāri laikam un situācijai. Viens no mūsdienu ievērojamākajiem zinātniskās izziņas metodologiem Karls Popers raksta, ka mēs nekad nevaram būt pilnībā pārliecināti par to, vai mūsu likumi ir patiesi universāli vai arī tie darbojas tikai kādā noteiktā periodā (piemēram, Visuma paplašināšanās laikā) vai vienīgi noteiktā reģionā (iespējams, vāju gravitācijas lauku zonā). Pazīstamais amerikāņu zinātnes filozofs T. S. Kūns saista izziņas specifiku konkrētā vēsturiskā laikmetā (arī likumu kā noteiktu objektīvās pasaules norišu formu redzējumu un atainojumu) ar zinātnes paradigmu, t. ar kādā vēsturiskā periodā valdošo zinātniskās darbības veidu.

Taču atgriezīsimies pie marksistiskās filozofijas pretenzijām izziņas jomā. Kā jau noskaidrojām, marksistiskā filozofija apliecina absolūtu uzticēšanos zinātnes likumam kā objektīvam reālās pasaules notikumam un norišu atspoguļojumam; protams, pieļaujot iespēju, ka šis atspoguļojums varētu būt nepilnīgs un laika gaitā pilnveidojams. Jāteic, ka šādi priekšstati par zinātniskās izziņas mērķiem un iespējām būtībā paliek klasiskās kultūras pasaules izpratnes ietvaros. Taču klasiskajā kultūrā sakņojas vēl kāda būtiska marksistiskās filozofijas īpašība — rast savdabīgu universālu atskaites punktu, kas pavērtu iespēju ne tikai zinātniski interpretēt lietas un parādības atsevišķās esamības jomās, bet gan skaidrot tās globālā, varētu pat teikt — kosmiskā mērogā. Tas dotu iespēju «zinātniski» novērtēt gan pagātnes notikumus (dabas un sabiedrības vēsturi), gan arī ielūkoties nākotnē. Tieši tādēļ marksismu interesē ne tik daudz dabas vai sabiedrības attīstības likumi, bet gan «paši vispārīgākie dabas, domāšanas un sabiedrības attīstības likumi», kas varētu pavērt līdz šim neapjaustas perspek-

tīvas cilvēka intelektuālajai darbībai, dotu iespēju tvert dabas un sabiedrības vēsturi kopsakarā, veselumā, sākot no amēbas, kas peld pirmatnējā okeānā, līdz pat sarežģītākajām sociālās dzīves un apziņas formām.

Atzīmēsim, ka arī viena no klasiskās filozofijas raksturīgākajām iezīmēm bija centieni radīt pabeigtu monistisku sistēmu, kas pilnībā spētu izteikt pasaules universālo vienību. Šādas pieejas pamatā bija pārliecība, ka pašā esamībā valda dabiska kārtība un harmonija neatkarīgi no tā, vai tā būtu dievišķās gudrības iemiesojums vai arī pašas dabas skaituma un harmonijas izpausme. Harmonija, kārtība, likums līdzīgi gaismai piestrāvo esamību, vieno kosmosu ar cilvēcisko saprātu. Nevar būt principiālas atšķirības starp Visuma uzbūvi un cilvēka intelekta organizāciju, Visuma norises, tāpat kā cilvēka saprāts, pakļaujas vienotai loģikai, racionālam pirmamatam. Tieši tas paver neierobežotas iespējas izziņāt pasauli un izteikt to saprāta terminos. Vēl vairāk — tas rada iespēju izziņāt pasauli saprātā, padarīt saprātu par sabiedrības un pasaules organizācijas modeli.

Marksa filozofija atrodas it kā pusceļā starp klasiskā racionalisma kultūru un tās noliegumu. Markss ir ateists, taču būtu grūti attīcināt uz viņa mācību Ničes sacītos vārdus: «Dievs ir miris!» Dieva vietu Marksa filozofijā aizpilda «dievišķota matērija». Mesijas vietā tiek likta strādnieku šķira un vēstures likumā mitoša augstākā jēga. Markss domā Rietumu kultūras kategorijās, viņš nesagrauj arī Rietumu civilizācijas organizācijas pamatformu — cilvēks, sabiedrība un tai pāri stāvoša objektīva jēga, ko nosaka paši vispārīgākie dabas, sabiedrības un domāšanas attīstības likumi.

Runa tādā ir par tā saucamajiem dialektikas likumiem marksistiskās filozofijas redzējumā. Bet dialektikas pamatlīkumi ir:

- likums par kvantitatīvu pārmaiņu pāreju kvalitatīvajās un otrādi,
- prelstatu vienības un cīņas likums,
- negācijas negācijas jeb nolieguma nolieguma likums.

Varētu jautāt: varbūt tieši dialektika ir tas marksistiskās filozofijas elements, kas nav devis iespēju adekvāti realizēties tās sludī-

nātajai orientācijai uz zinātnisku pasaules interpretāciju. Tomēr dialektiskās domāšanas formas gadsimtu (pat gadu tūkstošu) gaitā tik ļoti ir saaugušas ar dažādām filosofiskajām skolām un virzieniem (brīžiem stipri vien atšķirīgiem), ka dažkārt vārds «dialektika» tiek uztverts kā sinonīms izteikumam «filosofijas būtība». Dialektika — tas ir domas dialogs, centieni aplūkot lietas un parādības to sakaru un attiecību daudzveidībā, uztvert un interpretēt pasaules norises to kopsakarā un attīstībā. Savdabīgas dialektikas lietojuma formas vērojamas gan Sokrāta, gan Kjerkegora, gan arī Hēgeļa filosofijā. 20. gs. pirmajā pusē Rietumos kļuvis populārs filosofiskais virziens «dialektiskā teoloģija». Mūsdienā vācu domātājs T. Adorno izstrādā filosofijas formu, ko viņš pats apzīmē ar jēdzienu «negatīvā dialektika». Šķiet, pasludināt par filosofijas Kaina zīmi dialektiku būtu tas pats, kas reizi par visām reizēm piedēvēt filosofijai antizinātniskumu vispār. Gribētos piebilst, ka kritiskas piezīmes (pirms vēl nav piedāvāts izvērtu argumentu kopums) par dialektiku, tās likumiem — arī marksistiskās dialektikas likumiem — visai bieži izraisa protestus dabaszinātnieku auditorijās. Lieciet mieru dialektikas likumiem, tas ir vienīgais zinātniskais elements marksistiskajā filosofijā!

Mēs tomēr nedrīkstētu aizmirst, ka marksistiskā filosofija «izdara apvērsumu» domas vēsturē. Tas, protams (un varbūt vispirms), skar arī dialektikas izpratni un lietojumu. Marksistiskajā filosofijā daudzkārt ir uzsvērtā doma, ka marksisms ir «nostādījis uz kājām» Hēgeļa «ideālistisko dialektiku». Šā «apvērsuma» rezultātā «ideālistiskā, subjektīvā» dialektika kļuvis par «objektīvu» dialektiku un dialektiskās domāšanas formas un likumi — par «dabas dialektikas» likumiem. «Tā sauktā objektīvā dialektika valda visā dabā, bet tā sauktā subjektīvā dialektika, dialektiskā domāšana, ir tikai visā dabā valdošās, pretstatos notiekošās kustības atspoguļojums.» pēc apvērsuma izdārīšanas apmierināti paziņo F. Engelss. Pirms liekam skaidrībā, kas ir Hēgeļa «subjektīvā dialektika», aplūkosim, kādas ir būtiskākās «dabas dialektikas» iezīmes.

Pēc «apvērsuma» kļuvis skaidrs, ka dialektika valda pašā dabā; nav vienīgi zināms —

kā (ir «zināmi» vienīgi «paši vispārīgākie likumi», kas nu veiksmīgi «stāv uz kājām»). Tā kā Markss ir ļoti aizņemts ar sabiedriskās esamības ekonomisko pamatu noskaidrošanas problēmu, šiem jautājumiem savu turpmāko dzīvi nolemj veltīt Engelss, un, sekojot viņa paraugam, līdz pat 20. gs. beigām to darījuši daudzi marksistiskās filosofijas dižākie prāti (piemēram, bulgārs Todors Pavlovs vai arī latviešu marksisma ievērojamākais pārstāvis Ernsts Karpovics, kas mēģināja aprakstīt objektīvo dabas dialektiku ķīmijas jomā). Šķiet gan, ka augstāko virsotni šajā titāniskajā darbā jau krietni sen pirms viņiem bija sasniedzis «krievu ģēnijs» Nikolajs Černiševskis, kas, domājot par nolieguma nolieguma likumu, nonāca pie šādas atziņas:

«Dzīves augstākais produkts, smadzeņu masa, ar savu raksturu atgādina kaut kādu ķīseli, kam gandrīz nav to iormu un īpašību, kādas piemīt gaļai — dzīvnieku valsts dominējošam elementam. Dzīvnieciskās dzīves zemākai pakāpei, kas izpaužas moluskos un gliemežos, ir pilnīgi tas pats raksturs: austeres recekļveida ķermenis drīzāk ir līdzīgs smadzenēm nekā gaļai. Tādējādi mēs atkal redzam trīs formas, un kurām augstākā (smadzenes) ir it kā atgriešanās no otrās (gaļas) pie pirmatnējās formas (recekļveida vielas).»

Jāteic gan, ka īpaši spoži rezultāti parasti bija vērojami gadījumos, kad «ģēniji ar recekļveida smadzenēm» ķērās pie sabiedrības vēsturiskās attīstības procesa interpretācijas. Lai arī dialektikas likumi attiecas uz ikvienu lietu un parādību (Černiševskis, piemēram, runā par bikšu dialektisku attīstību) vai to kopumu, šķiet, ka viena no jomām, kuru īpaši mil nolieguma nolieguma likums, ir vēstures joma. Parasti gan likums tika izmantots nedaudz vienpusīgi, t. i., lai «zinātniski» pierādītu, ka savā attīstības gaitā, izejot vairākas secīgas un nepieciešamas attīstības tāzes, sabiedrība nonāks komunismā. Tā teikt, dziedī vai raudi, komunisms atnāks «zinātniski», stingri nepieciešami, tikpat nepieciešami kā nāve. Nekad gan netika īpaši paskaidrots, kādēļ šo procesu vajadzētu sākt aplūkot tieši ar pirmatnējo sabiedrību. Kāpēc mēs, piemēram, nevarētu domāt, ka šis likums, t. i., mūsu vēsture ir bijusi ieprogrammēta jau kādā kos-

miskā miglājā, pirmatnējā okeānā, kurā varbūt peldēja vientulīga amēba, ko likums ilgstošā evolūcijā pārvērta par pērtiķi, lika tam celties kājās, dziedāt, tad kāpt kokā, no kura to nokāpt, lai ņemtu rokā darbarīku un kļūtu par cilvēku, šķiet, pierunāja Engels.

Parasti, «zinātniski» interpretējot šo likumu, piemirsa arī to, ka dažādos laikmetos, dažādos atšķirīgos pasaules reģionos cilvēces vēstures attīstības gaita ļoti bieži skatīta caur līdzīgu «zinātnisku» likumu prizmu. No pēdējā gadsimta pieredzes derētu atcerēties kaut vai dižā vācu šīrera «atklāto» un pamatoto «stingri zinātnisko» rasu teoriju, kuras uzdevums bija apliecināt «vēsturisko nepieciešamību», kas par savu mesiju un īstenotāju izvēlējusies vācu nāciju. Tomēr vēlreiz jāpasvītro, ka centieni atklāt vēstures mērķi, dabas un sabiedrības norisēs slēpto viennozīmīgo likumu nepavisam nav jaunāko laiku kultūras prioritāte. Centieni aptvert «pašus vispārīgākos dabas un sabiedrības likumus» laikam gan ir tikpat veci kā pati cilvēce. Seno grieķu izpratnē visas dabā un sabiedrībā vērojamas norises pakļautas universālam kosmiskam ritmam, likumam, kura darbības rezultātā īstenojas «mūžīgā atgriešanās». Senais grieķis spēj iedomāties vēsturi vienīgi kā ciklu, atkārtosanos, kas būtībā nevar nest neko jaunu, un tieši tādēļ šādu pasaules redzējumu ir visai grūti nosaukt par vēsturisku šā vārda ierastajā nozīmē. Līdzīgas kosmisko ritmu, universālā likuma izpratnes iezīmes vērojamas senas Ķīnas filosofijā. Pasaules sākotnējā stadija ir «Vienotais»; izejot caur dažādam «īņ» un «jan» mijiedarbības stadijām, tas jaunā savas attīstības spirāles lokā centīsies atgūt attīstības gaitā zaudēto sākotnējo vienību.

Rietumu cilvēks viduslaikos uz vēstures procesu raugās kā uz sabiedrības providenciālu virzību uz gaidāmo pestīšanu, uz Dieva valstības iedibināšanos zemes virsū. Pēc viduslaiku sholasta domām, šādu virzību nosaka universālais mērķtiecības «likums».

Ļoti daudzas mācības dažādos laikmetos ir centušās pielīdzināt vēstures gaitu dažādiem dzīva organisma attīstības etapiem: dzimšanai, bērnībai, jaunībai, briedumam, vecumam un nāvei. Cikliskās attīstības ideja ļoti bieži

liek attiecināta ne vien uz dažādām sabiedrībām, rasēm vai kultūrām, bet arī uz pasauli kopumā. Jaunākajos laikos to modificētā veidā ir izmantojuši Makiavelli, Viko, Spenglers u. c. Jāteic, ka ticība šādam universālam vēstures likumam — būtībā apziņas fantomam, kura saknes meklējamas pasaules mitoloģiskās uztvēruma formās, — caurvij dažādu laikmetu un reģionu kultūru līdz jaunākajiem laikiem, savās izpausmēs iezīmējot tās vai citas «pasaules ainas» savdabību.

Kādā veidā šādus apziņas fantomus, pasaules mitoloģiskās interpretācijas formas var atšķirt no reāliem dabas un sabiedrības attīstības likumiem? Tas ir viens no centrālajiem jautājumiem mūsdienu zinātnes filosofijā, kas pretendē izpildīt savdabīgu «apziņas sanitāra» lomu, attīrot to no tukšiem jēdzieniem, apgalvojumiem, kas radušies vienīgi racionālistisku spekulāciju rezultātā un nekādā veidā nav pārbaudāmi, t. i., verificējami. Saskaņā ar visai vienprātīgu mūsdienu pozitivistiskās filosofijas pārstāvju atziņu nekādā veidā nav verificējami neierobežoti vispārinājumi, taču tā saucamie paši vispārīgākie dabas, sabiedrības un domāšanas likumi, t. i., objektivās dialektikas likumi, ir tipisks šādu neierobežotu vispārinājumu paraugs. Tieši tāds pats absolūti neierobežots vispārinājums

Viduslaiku mērķtiecības «likums». Tik tiešām, ja kāds kategoriski apgalvo, ka dabā, sabiedrībā, domāšanā viss ir pakļauts universālam mērķtiecības likumam, tad te būtu lieki kaut ko iebilst — iebildumi te vienkārši neiedarbojas, jo, pat norādot uz acīm redzamām novirzēm no «likuma» darbības normas, mēs saņemsim atbildi, ka šī konkrētā novirze iekļaujas universālajā attīstības procesā, galarezultātā to būtiski veicinot. Līdz ar to likuma pārbaudes vietā neizbēgami stājas ticība likumam. Ja dialektikas likumus attiecinātu uz atsevišķām parādībām, procesiem, kādu ierobežotu cilvēciskās esamības jomu, to darbību būtu iespējams viegli pārbaudīt. Taču šo likumu specifika rodama tieši tur, ka tos attiecina uz katru lietu un parādību un reizē uz visu lietu un parādību kopumu. Tas liek kā vienotu veselumu, būtībā kā unikālu norisi aplūkot arī pasaules attīstības procesu, organiski iekļaujot tajā arī sabiedrības at-

līstību. Pret šādu likuma izpratni un pasaules interpretācijas iespēju visai kategoriski iebilst filozofs Karls Popers. Viņa domas ir šādas: «Mēs nekad nevarēsim pārbaudīt universālu hipotēzi vai zinātnei pieņemamu likumu, ja aprobežosimies ar viena unikāla procesa novērošanu. Novērojot vienu unikālu procesu, mēs nevarēsim pat paredzēt tā attīstību nākotnē. Paši rūpīgākie viena kāpura attīstības novērojumi neļaus paredzēt tā pārvērtību taurenī.» Varbūt tas nozīmē, ka cētieņi atrast likumus ar augstu vispārinājuma pakāpi būtu gandrīz vai bezcerīgs pasākums? Nepavisam ne! Taču hipotēzei, likumam jābūt samērojamam ar zinātnes piedāvātajām iespējām to pārbaudīt. Nav jēgas apgalvojumiem, kas pat domas eksperimenta veidā nebūtu atspēkojami. Teiktais attiecas arī uz vēstures izpētes sfēru. Pagaidām gan visai grūti būtu runāt par universāliem vēsturiskās attīstības likumiem. Labākajā gadījumā ir iespējams fiksēt vēsturiskās attīstības tendences, izteikt hipotēzes par atsevišķu norišu vai norišu kopuma virzību.

Kā redzams, nav pamata runāt par īpašu objektīvu «dabas dialektiku». Vai tas nozīmē, ka arī Hēgeļa formulētie dialektikas likumi nav nekas vairāk kā slimīgas fantāzijas auglis, racionālistiskas spekulācijas? Patiesībā ir gluži otrādi — tieši Hēgeļa dialektika stingri stāv uz kājām. Tās likumi, kategorijas utt. nav Hēgeļa fantāzijas auglis un nav arī objektīvu dabas likumu atspoguļojums apziņā, bet ir fiksētas Rietumu kultūras arhetipiskas formas. Tādas formas un tāds pasaules apziņāšanās un interpretācijas instruments, kas laika gaitā ir izveidojušies tieši Rietumu civilizācijā. (Austrumi uztver pasauli un izskaidro to citādi.) Šādā «hēgeliskā» veidā domājam mēs, tā skaidrojam pasauli, jo citādi mēs neprotam. Jau no Rietumu civilizācijas attīstības pirmsākumiem (Grieķija, Irāna, senbreju sabiedrība) pasaule tiek interpretēta kā pretstatu cīņa. Neko īpaši oriģinālu Hēgelis nepasaka arī, runājot par «absolūto garu». Tas galu galā ir tas pats Rietumu civilizācijas Dievs (arī kultūra, pieredze, kas pacelta absolūta pakāpē). Progresā ideja, kas ir cieši saistīta ar tā saucamo nolieguma nolieguma likumu, nav nekas cits kā jūdaismā patapināta un kristietībā

nostiprinājusies ideja par absolūto jēgu, par garantēto ceļu uz to, par «apsolīto zemi».

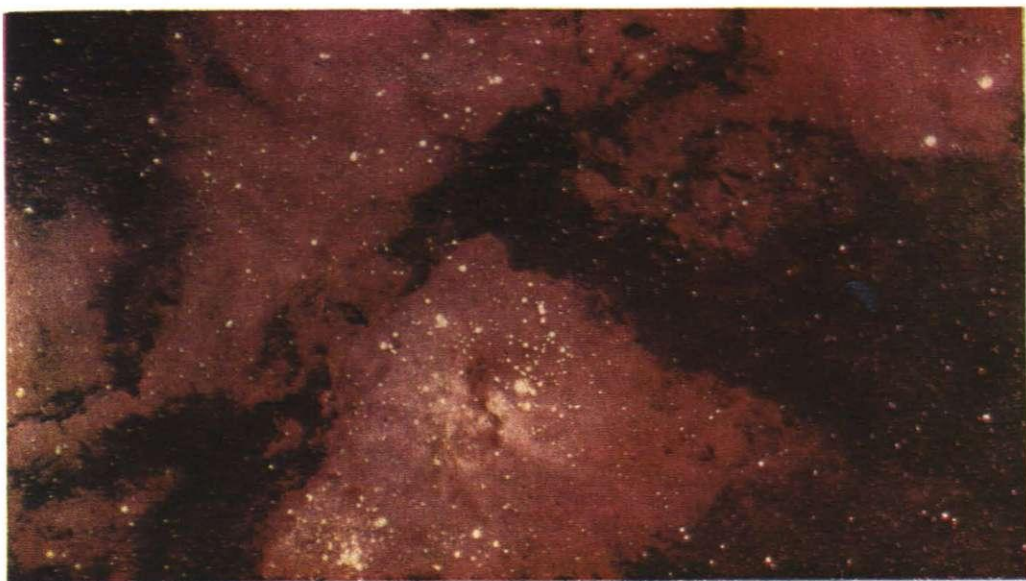
Marxisms šo apziņas dialektiku, šīs arhetipiskās Rietumu kultūras formas padara par patstāvīgām būtībām, padara domāšanas formas un līdzekļus par dabas likumiem. Pasaules skaidrojuma līdzeklis un forma pārvēršas par esamības pašskutības formu. Līdz ar to tie kļūst par fantastiskiem monstriem, kas būtībā neatšķiras no Viduslaiku sholastikas likumiem. Galarezultātā tie tiecas koncentrēt sevī absolūtu jēgu, kuras kontekstā jēgu, attaisnojumu vajadzētu gūt atsevišķa cilvēka un arī sabiedrības rīcībai. Marxisms nesarauj saites ar objektīvo, «absolūto jēgu», kuras gaismā savas esamības attaisnojumu gūst ikviens lieta un parādība.

Marxsa un Engelsa mācība ar organiskām saitēm ir saistīta ar Rietumu utopiskās domāšanas pieredzi. Par to liecina daudzi viņu darbi («Komunistiskās partijas manifest», «Vācu ideoloģija» u. c.). Turklāt runa nav tikai par tā saucamā utopiskā sociālisma (Ovens, Furjē, Sensimons) ietekmi, bet arī par tādām apziņas struktūrām, kas Rietumu kultūrā veidojušās kopā Platona «Valsts» laikiem. Te būtu jāatceras kaut vai odiozā «sievu kopības ideja» (tā tiek atkārtota «Komunistiskās partijas manifestā»), doma par privātīpašumu kā visa ļaunuma sakni. Taču utopiska ir arī pamatideja — doma par komunismu kā sabiedrību, kurā «materiālie labumi plūdi plašā straumē» un būs atrisinātas visas sabiedriskās antinomijas. Nav grūti šajā idejā saskatīt savdabīgu «leiputrijas», «parādizes» un «apsolītās zemes» sintēzi.

Būtībā spekulatīvas konstrukcijas, dialektikas likumi, ja tos pretstatā Hēgelim attiecina nevis uz domāšanas veidu, bet gan uz dabu, marksistiskajā filozofijā gūst ontoloģisku nokrāsu, kļūst par pašprietiekosām, pašskutīgām būtībām. Šie likumi faktiski kļūst par līdzekli jaunas reliģijas (zem ateisma maskas) pamatošanai.

R. Kūlis

Pēc autora kategoriska pieprasījuma vārds «filozofija» atstāts autora rakstībā. — *Red.*

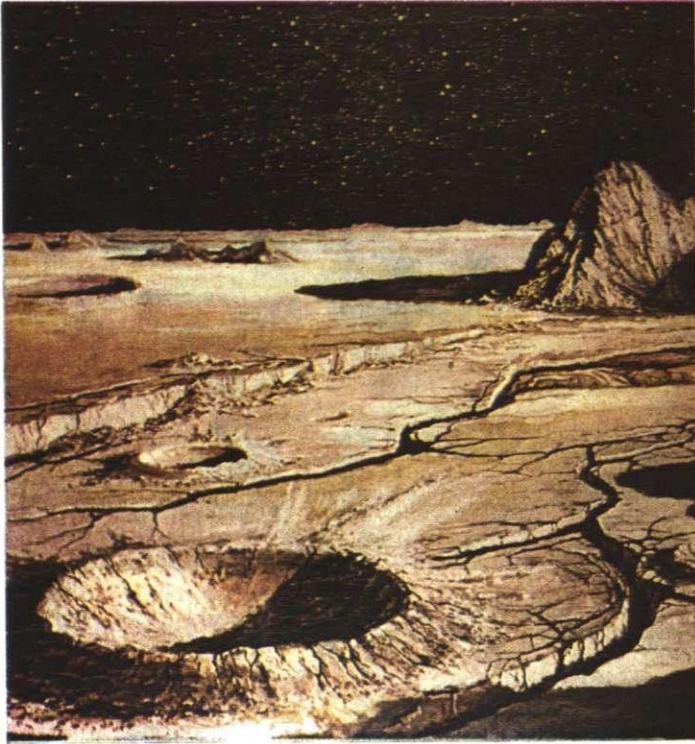


Kuģa Ķīļa Eta miglāja vidusdaļa. Miglāja robežās ir daudz spožu zvaigžņu kopu, dažas izveidojušās samērā nesn. Augšā pa labi no centra redzama spožākā kopa Trumpler 14

Sk. J.-I. Straumes rakstu «Kuģa Ķīļa Eta — vai nākamā pārnova?»

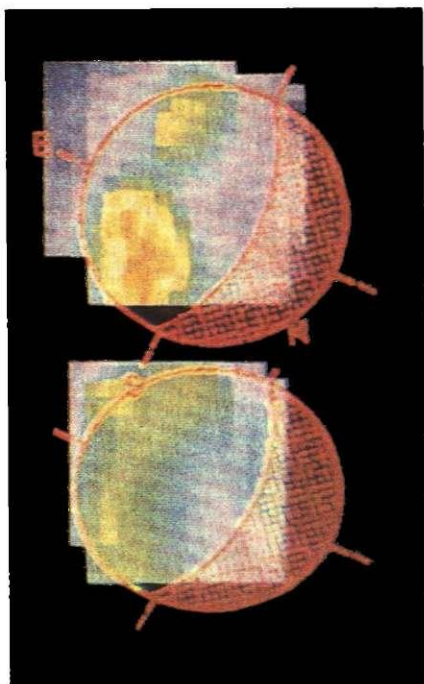


Bijušajā Krievijas armijas objektā «Zvaigznīte visos virzienos grozāmās paraboliskās antenas: visvērtīgākais instruments — 32 m diametrā (*apakšā pa kreisi*) un 16 m diametrā (*apakšā pa labi*). O. Paupera foto. Cerams, ka tās izdosies izveidot par radio-teleskopiem RT-32 un RT-16

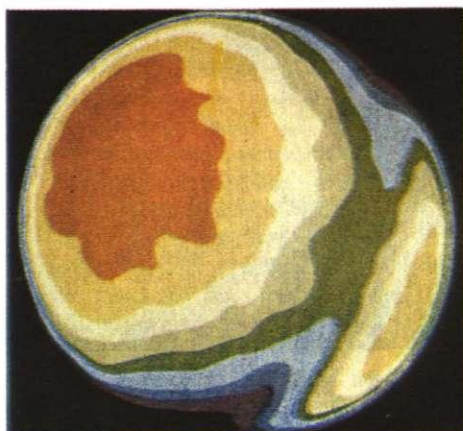


Sk. A. Balklava rakstu «Dramatiska ciņa par Ventspils antenām un VSRC»

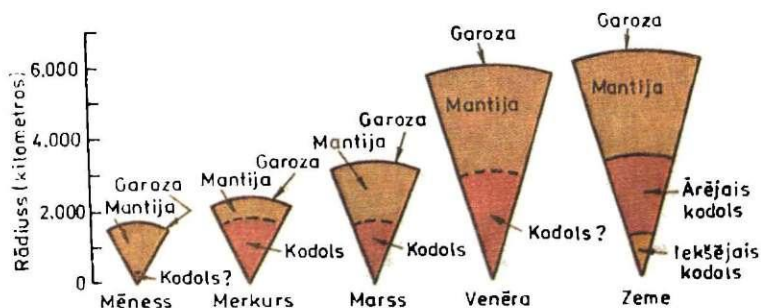
Ar spēcīgu iztēli apveltītie mākslinieki Merkura virsmu parasti attēloja līdzīgu Mēness virsmai, un izrādījās, ka viņu intuīcija bija bijusi pareiza: «Mariner-10» fotogrāfijās redzams, ka Merkura virsma atgādina Mēness virsmu. Merkura panorāma (fragments), kādu to iztēlojās mākslinieks Ludēks Pešeks sen pirms «Mariner-10» vizītes (ilustrācija ievietota J. Sadila un L. Pešeka grāmatā «Die Planeten des Sonnensystems», kas izdota Prāgā 1963. gadā)



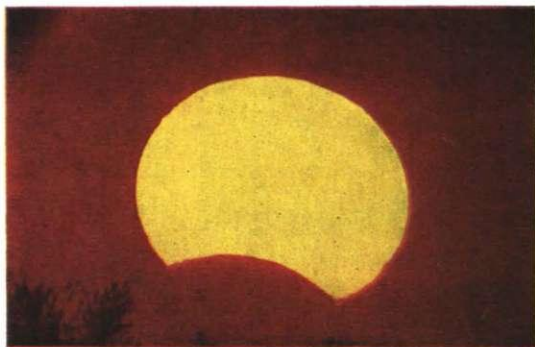
Bez hēlija Merkura retinātajā atmosfērā konstatēts arī nātrijs. Tā koncentrācija dienu no dienas mainās (salīdziniet dzeltenu un sarkano plankumu intensitāti augšējā un apakšējā attēlā pa kreisi)



Sakarā ar Merkura rotācijas īpatnībām daži planētas apgabali saņem spēcīgāku Saules starojumu; šā iemesla dēļ uz planētas izveidojas divi karstuma poli. Attēlā dota Merkura temperatūras karte, kas iegūta pēc radionovērojumiem ar radioteleskopu VLA Jaunmeksikā ASV. Tajā reģistrēts planētas siltumstarojums, kas nāk nevis no tās virsmas, bet no nepilna metra dziļuma. Redzams tikai viens no karstuma poliēm (sarkanā krāsā), otrs atrodas planētas neredzamajā pusē. Augstākā temperatūra karstuma polā ir apmēram 130 °C

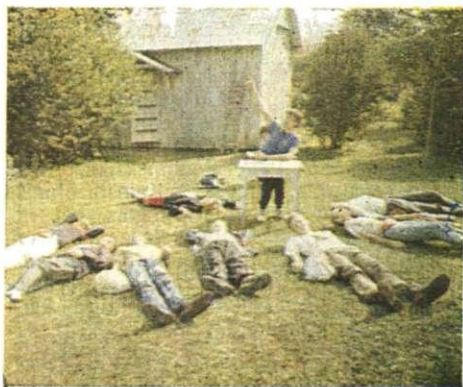


Zemes grupas planētu un Mēness iekšējās uzbūves salīdzinājums. Merkuram ir vislielākais kodols salīdzinājumā ar planētas izmēriem. Sk. I. Vilka rakstu «Merkurs — Saulei tuvākā planēta»



Daļējs Saules aptumsums 1994. gada 10. maijā.

To uzņēmis astronomijas amatieris Longīns Garkulis Daugavpilī ar fotoaparātu Zenit-TTL uz kinostatīva un objektīvu MTO-1000 un 2 reižu telekonvertoru (ekvivalentais fokusa attālums 2000 mm) caur gaiši zaļo filtru ZS-9. Ekspozīcija 1/250—1/500 sekundes. Filma ORWO CHROM ar jutību 90 VVST. Attēlā labi redzams Saules diska saplacinājums, tai atrodoties apvāršņa tuvumā



Notiek meteoru novērojumu treniņš. I. Vilka foto



Nometnes dalībnieki ar interesi lasīja žurnālu «Zvaigžņotā Debess»



**Siguldas 13 cm retraktors
Sk. I. Vilka rakstu «Vasaras novērošanas nometne «Ērgļa Delta»»**

MAZLIET PAR «-ISMIEM»

Nesen man gadījās pārlasīt kādu no daudzajām Einšteina biogrāfijām*. Autors dievojas, ka izstāstīšot par Einšteinu visu patiesību, tikai patiesību un turklāt visu visgalvenāko patiesību. Kā vienmēr, šādam zverestam var ticēt un tomēr laikam vienmēr vajag arī nedaudz neticēt ne jau tāpēc vien, ka grāmata ir, kā mēdz teikt, «tīri» marksistiska, lai gan jau tas vien varētu būt pietiekams šaubu pamats.

Einšteins bija, ir un mūžīgi paliks viena no visdzišākajām un reizē arī visīpatnējākajām personībām dabaszinātņu un kultūras vēsturē. Sajā rakstīnā tiks skarta tikai viņa speciālā relativitātes teorija, lai gan viņa radošās darbības virsotne acīmredzot ir vispārīgā relativitātes teorija, kā arī būtiski nozīmīgs ir viņa ieguldījums kvantu mehānikā.

Speciālā relativitātes teorija ir viņa gara «pirmdzimtais». Iekļaujoties modernās fizikas attīstībā, viņam jau relatīvi agrā jaunībā (relatīvi agrā salīdzinājumā ar viņam līdzīgu fiziķu — Ņūtona, Faradeja, Planka, Bolcmaņa un citu mūža ritumu) — divdesmit sešu gadu vecumā — laimējās (ja šāds vārds ir vietā) radīt teoriju, kas radikāli mainīja priekšstatus par laiku un telpu un kas no tā sauktā veselā saprāta viedokļa ir neapšaubāms absurds. Atgādināsim šā absurda būtību.

«Domu eksperiments», ar kuru pieņemts skaidrot speciālo relativitātes teoriju, ir šāds. Pa taisnām, bezgalīgi garām slīdēm vienmērīgā ātrumā v rit vilciens; tā sastāvu veido platformas, un uz vienas no tām atrodas lielgabals, kas raida šāviņus gan vilciena kustības virzienā, gan pretēji tam. Ja šāviņa ātrums ir v_1 , tad var izmērīt tā ātrumu attiecībā pret zemi jeb, kā pieņemts teikt, «nekustīgo koordinātu sistēmu» un konstatēt, ka tas ir v un v_1 summa vai starpība atkarībā no tā, kurā virzienā tiek šauts. Bet, ja lielgabalu aizstāj ar īsu gaismas impulsu avotu, tad šo

impulsu ātrums vienmēr ir konstants, tas pats c (apmēram 300 000 km/s) neatkarīgi no tā, kādā virzienā izplatās gaisma, un, pats galvenais, neatkarīgi no tā, kur — vilcienā vai uz zemes — atrodas novērotājs, kas to mēri.

«Veselais saprāts» apgalvo, ka «tas nevar būt», un «veselajam saprātam» ir taisnība. Jo sliktāk «veselajam saprātam!» Tiešām: lielgabala šāviņš un gaismas stars taču ir līdzvērtīgas «fizikālās realitātes», abām ir noteikta masa, impulss un tā tālāk. Ar ko gan gaismā izpelnījusies tādu «izņēmuma stāvokli»?

Nezinu, vai mūsdienu fizika kā «pēdējā instance» prot pareizi un izsmeļoši atbildēt uz šo jautājumu. Tomēr skaidrs ir viens: gaismā ir šāds izņēmums, un no tā izriet vesela virkne «visdīvaināko» (atkal «visdīvaināko» no «veselā saprāta» viedokļa) secinājumu, to vidū arī masas un enerģijas ekvivalences princips.

Nelielais ekskurss modernās fizikas vēsturē bija vajadzīgs, lai sasaistītu Einšteina atklāto «absurdu» ar filozofu attieksmi pret to.

Vispirms piebildīsim, ka Einšteins savā darbībā nebija vientuļš. Nozīmīgs ieguldījums pieder arī daudziem viņa laikabiedriem. Laikmeta fizikālā doma, Maikelsona un Morlija klasiskā eksperimenta rosināta, sāka darboties šajā virzienā. Galvenās formulas (tā sauktās Lorencas transformācijas), kas veido speciālās relativitātes teorijas matemātiskos pamatgredņus, bija ieguvis nīderlandiešu fiziķis H. Lorencs. Neatkarīgi no Einšteina un gandrīz reizē ar viņu teorijas pamattēzes savos darbos bija izklāstījis tranču zinātnieks A. Puankarē. Piebildīsim vēl arī to, ka Maikelsona un Morlija eksperiments, ar kuru tika pierādīta neiespējamība elektrodinamiski konstatēt Zemes rotācijas ātrumu ap Sauli attiecībā pret «pasaules ēteru», nozīmēja to, ka būtu jāatsakās no Kopernika uzskatiem un jāatgriežas pie Ptolemaja sistēmas. Patiešām, zvaigžņu aberācija pastāvēja pirms Einšteina un pastāv arī pēc viņa. Tās būtība ir gaismas stara noliekšanās nelielā leņķī attiecībā pret

* *Herneks F. Alberts* Einšteins. Patiesībai, cilvēcei un mieram veltīts mūzs. — R.: Liesma, 1968. — 216 lpp.

kā «materiālisma un ideālisma sintēze» (1). (Cits jau nu būtu palielījis, autors tikai «pastāsta».) «Fenomenu» pasaulē pareiza ir ideālisma tēze: visas tieši tveramās (acīmredzamās) lietas un parādības ir apziņas produkts, «lietu» pasaulē — materiālisma tēze. Un viss!

Par vienu no iespējām iekļūt «lietu» pasaulē (ja tas vispār iespējams, par ko nopietni jāšaubās) ir pastāstīts rakstā «Astroloģija sānskatā». Tajā formulēts «saskanīgās samelošanās neiespējamības» princips («princips»): daba nevar (un «negrib») piecus miljardus reižu (ja nosacīti pieņem, ka uz Zemes mit pieci miljardi cilvēku) «saskanīgi sameloties», un tāpēc fizika un citas dabaszinātnes ir iespējamās un jēgpilnas, tās patiešām sniedz aizvien dziļāku ieskatu «īstajā pasaulē». Astronomijas un astrofizikas nozarēs šos ieskatus, atklājumus un atradumus popularizē un propagandē, bez šaubām, «Zvaigžņotā Debess».

Tomēr katrai medaļai ir divas puses. Ko dara GFS ar zinātnes produkciju? To pašu, ko ar elementārajiem («elementārajiem») patiesībā tie taču ir ārkārtīgi sarežģīti) sajūtu saturiem: vieš jebkurā zinātniekā, filozofā utt. pārliecību, ka viņa galvā pastāvošā jēdzienu un zinātnisko priekšstatu pasaule pastāv neatkarīgi no viņa «ārpusaulē». (Grozies, kā gribi, aste kā pakājā, tā pakājā!)

Jāpiebilst, ka GFS visvarenības nepietiekama novērtēšana rada to filozofisko sistēmu, kas mūsu tautu tika mocījusi (un ne tikai pārnēstā, «filozofiskā» nozīmē vien) (ja pusgadsimtu un ko pieņemts saukt par «dialektisko un vēsturisko materiālismu». Tā kritika, varbūt nepietiekami asa, atrodama šajā numurā publicētajā R. Kūļa rakstā (sk. 27. lpp.). Savukārt GFS pārvēršana par universālu dogmu ievēd mūs «subjektīvajā ideālismā». Atkal slikti. Kur «-isms», tur slikti.

Tomēr šķiet, ka, piemēram, Hēgeļa «ideālistiskās dialektikas» izpratnei nepieciešams nosacījums (īpaši gadījumā, ja runa ir par izpratni populārā līmenī) ir GFS (ja atļaujaties lietot šo terminu) iesaistīšana izklāstā. Ja tas netiek darīts, izpratne ir nepietiekama un var iesakņoties pārliecība, ka «dialektiskais un vēsturiskais materiālisms» (lai arī, pie-

ņemsim, «humanizēts», atbrīvots no komunistiskā režīma šausmām) ir un paliek vienīgi pareizā filozofija. Autoram šķiet, ka, piemēram, jau minētajā R. Kūļa rakstā GFS vai tam ekvivalenta jēdzienu un priekšstatu sistēma ir iesaistīta ne gluži pietiekamā mērā un droši vien nepietiekami populārā līmenī. Bet varbūt tā nav?

Kā jebkuram «solidam» procesam, arī GF šķitumam ir «rangi» jeb «pakāpes». Mēģināsim tos aprakstīt.

Ja nosacīti pieņemam, ka dzīvība uz Zemes pastāv ap divi miljardi gadu, tad tikpat ilgi pastāv arī GFS vienkāršākā lorma, kas skar ārpusaulē uzlveri tās visai dažādajās pilnības (relatīvās pilnības) pakāpēs, ar vispirmākajiem organismiem sākot un ar augstākajiem zīdītājiem (arī cilvēku) beidzot. Vienkāršības labad izmantosim tikai aptuveni pareizus laika periodus ar ilgumu, kas iegūstams, jau minētos divus miljardus gadu daļot ar desmit kaut kādā pakāpē. Nākamais mūs interesējošais periods varētu būt divi miljoni gadu: tik senā pagātnē (varbūt arī ne gluži tik senā) uz zemeslodes parādījās pirmais cilvēks un līdz ar to, jādāmā, radās arī pirmie valodas aizmetņi. Vārds, kas saskaņā ar Jāņa evaņģēliju bija «iesākumā» un allaž ir pastāvējis mijiedarbībā ar jēdzienu (jēdzieniem), nevarēja neizrādīt GFS pacelšanos jaunā, būtiski augstākā līmenī.

Nākamais periods atkal ir tūkstoš reižu īsāks — ap divi tūkstoši gadu. (Droši vien patiesībā seši, astoņi vai pat desmit vai divdesmit tūkstoši.) Sajā laikā dzima zinātne un pasaules galvenās reliģijas, un GFS visā savā daudzveidībā un pretrunībā «pārņēma savā valdīšanā un pārziņā» arī tās.

Un pēdējais periods ir atkal desmit reižu īsāks — divi simti gadu. Patiesībā tas ir vēl divas reizes īsāks, ja pievēršamies zinātnē, kuras rezultātus varam saprast, bet par kuriem izveidot uzskatāmu priekšstatu nav iespējams, — divdesmitā gadsimta fizikai ar tās kvantu mehāniku un relativitātes teoriju, un divas (aptuveni) reizes garāks, ja runājam par moderno eksakto zinātni vispār, kas aizsākās ar Koperniku, Keplera un Galileju, kuras sākumperiodu noslēdz Ņūtona darbība

un filozofijā viens no ievērojamākajiem veikiem pieder F. Bēkonam.

Šajā posmā GFS darbojas īpaši aktīvi un reizēm «slepeni»; visi zina, ka GFS pastāv, un visi to tikpat bieži un «elektīvi» aizmirst. Aizmirst!

Nē, patiesībā to neaizmirst neviens un vismazāk jau nu tāds zinātnes dižgars kā, piemēram, Einšteins. Un te nu mēs nonākam pie mūsu nelielā rakstiņa nostēguma daļas: īsti zinātnieki ir no «-ismiem» brīvi, ir neatkarīgi no tiem. Par spīti tam, ka visi filozofi allaž ir gribējuši un grib pataisīt Einšteinu par «savējo!» Īpaši centīgi šajā virzienā ir darbojušies, protams, «vulgārie materiālisti», marksisti.

Pārī «-ismiem» stāv arī visi patiesi dižie dzejnieki, piemēram, Rainis, kuru arī daudzi ir gribējuši padarīt par «savējo». Un, jo neatkarīgāks no «-ismiem» ir filozofs, jo viņš arī acīmredzot ir diženāks.

Bet šo rindu autors? Par laimi, viņš nav ne zinātnieks, ne dzejnieks, ne (kur nū!) filozofs. Tāpēc viņš var tik vareni propagandēt pats savu «-ismu» — GFS-ismu. (Nejaušā aliterācija ar vārdu «fašisms» ir māns: aulors to ienīst.)

GFS-isma ietvaros ir interesanti pavērot minēto četru GFS «pakāpju» jeb «posmu» pamatīpatnību: jo vecāks GFS, jo grūtāk to pārvarēt. Ja mēs kaut ko aptaustām, tad šis «kaut kas» tāds taču patiešām arī ir! Turpretī GFS pēdējā, ceturtā «pakāpe» ir apgūstama tikai ilgā un grūtā darbā. Saprast relativitātes teoriju un kvantu mehāniku (kvantu elektrodinamiku utt.) ir grūti, pat ļoti grūti. Tas viss ir dabiski: ja mūsu biomolekulās jau divus miljardus gadu dzīvo un no paaudzes uz paaudzi tiek pārmantots GFS, kas ir ieaudzis

jebkurā ārpasaules uztveres aktā, tad skaidrs, ka mūsu īsā mūža laikā tikt ar to galā ir grūti. Tikpat grūti šajā isajā laikā ir pietiekami labi iejusties modernās fizikas — daudzu ģēniju paaudžu darba rezultātā — būtībā. Bet jādara tas ir, kā nu katrs to protam un varam.

Bet kā pārvarēt GFS?

Nekā. To ne ar kādu paņēmieni nevar izdarīt. Tāpēc tas arī ir GFS. Mēs nevaram uztvert neko citādi kā tikai ar apziņu. Psihi. Dvēseli. Garu. Sauciet to, kā gribat. «Apziņas produkts» ir pat visabstraktākās (zinātniskās, reliģiskās, mitoloģiskās) abstrakcijas.

Pārvarēt GFS var tikai nosacīti, izmantojot «saskanīgās samelošanās neiespējamības» principu (un pat tas reizēm «melo») vai kaut ko citu (saasinātu paškritiku u. tml.). Šāda nosacīta pārvarēšana ir arī, piemēram, raksta sākumdaļā izklāstītā zvaigzņu gaismas aberācija un tās korekcija, kuras rezultātā zvaigznes ieņem savu pareizo vietu pie debesīm. Bet.. arī šīs koriģētās zvaigznes ir tikai mūsu «smadzeņu produkts» (minētajā nozīmē).

Un Einšteins to lieliski saprata. Būtu skaisti, ja šādai izpratnei tuvinātos arī mēs!

Mazs vingrinājums pašpārbaudei. Novērtējiet, cik liela ir tā papildu aberācija, kas rodas teleskopa kustības dēļ šādos divos gadījumos: 1) teleskops atrodas uz Zemes un līdz ar to rotē ap tās asi; teleskopa ātrums, protams, ir atkarīgs no vietas ģeogrāfiskā platumā; 2) teleskops atrodas Zemes mākslīgajā pavadoņi.

Labākās atbildes publicēsim.

J. Birzvalks

SKAITĻOTĀJS ASTRONOMIJĀ

KALENDĀRS DATORĀ

Astronomiskās programmas ieņem stabiliu vielu licīšķo programmu pakešu vidū. Populārākās programmas neprofesionāliem astronomiem ir «Dances of planets», «PC Globe», «Kosmos». Lielu daļu programmu rada astronomi paši. To aktīvi dara gan amatieri, gan profesionāļi. Tā, piemēram, Vācijā astronomiska rakstura programmas regulāri tiek apkopotas un izplatītas par nelielu samaksu. Pēdējais no astronomisko programmu apkopojumiem ierakstīts lāzerdiskā, t. s. CD ROM-ā.

Katrs dators vienlaikus ir arī laika mērītājs. Ja datora baterija nav beigusi darboties, tad ar DOS komandu TIME var uzzināt precīzu laiku, bet ar komandu DATE — datumu. Modernākos datoros, kuros lieto MS WINDOWS vidi, ir programma CALENDAR. Ar šo programmu var uzzināt nedēļas dienu izkārtojumu jebkurā mēnesī. Varam izteikt izbrīnu, kādēļ, zinot datora skaitļošanas un datu sakārtošanas iespējas, nav radīts ikvienam lietotājam noderīgs astronomisks kalendārs. Tā kā latviešiem kalendārs allaž ir bijis svarīgs un ļoti iecienīts uzzīņu krājums, tad nolēnām radīt pirmo latvisko datorkalendāru.

KALENDĀRĀ UZBŪVE

Datorkalendāram, protams, vispirms jāsatūr tās ziņas, kas atrodamas jebkurā kalendārā: attiecīgā datuma nedēļas diena, dienu izkārtojums mēnesī, Mēness fāze, Saules lēkta rieta laiks. Latviešu kalendārs bez astronomiskiem datiem sniedz arī personas datus, proti — vārdadienas. Izmantojot datora skait-

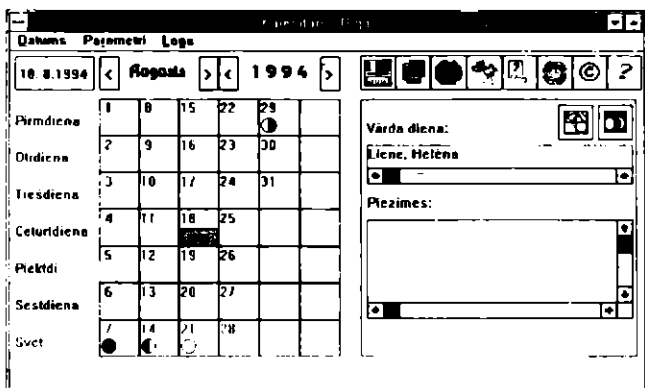
ļošanas iespējas, datorkalendārā var paplašināt gan astronomisko, gan personas daļu.

Astronomiskos datus bez grūtībām var papildināt ar dienas un nedēļas numuru gadā, dienas garumu stundās, Saules ieešanu noteiktā zvaigznājā (zodiaka zīmē).

Dators dod iespēju kalendāru arī stipri personificēt. Ar datorkalendāru var uzzināt, kādā nedēļas dienā, Mēness fāzē, zodiaka zīmē cilvēks ir dzimis, kā mainās cilvēka emocionālais, intelektuālais un fiziskais stāvoklis laikā. Eksistē vienkārša bioritmu teorija, kas apgalvo, ka cilvēka stāvoklis (emocionālais, intelektuālais un fiziskais) laikā mainās periodiski (ar periodu 28, 33, 23 dienas). Nav grūti ievērot, ka šie periodi ir tuvi Mēness riņķošanas periodam. Izmantojot datorkalendāru, katrs var pats pārliccināties, cik lielā mērā šī teorija ir piemērojama viņa personībai. Bioritmu teorija apgalvo, ka nepatika ir tās dienas, kad attiecīgā stāvokļa līkne šķērso abscisu asi, jo tad stāvoklis mainās visstraujāk (matemātiski teiktu — atvasinājums ir ekstremāls). Ja vienā dienā šādi mainās divu stāvokļu līknes, tad psihofizioloģiskā nozīmē tā ir vēl nepatīkamāka. Vienlaicīgi visi trīs stāvokļi šādi mainās tikai dažreiz visā cilvēka mūžā.

MANIPULĀCIJAS AR DATORKALENDĀRU

Ieslēdzot programmu, uz ekrāna parādās pašreizējā mēneša tabulkalendārs (sk. 1. att.). Tabulkalendārā parādītas dienas, kurās iestā-



1. att.

jas noteikta Mēness fāze, un kursora atzīmē attiecīgo dienu (attēlā tas ir 1994. gada 18. augusts). Ekrāna labajā pusē varam uz zināt, kam 18. augustā ir vārdadiena (Liene, Helēna). Labajā apakšējā logā «Priezīmes» lietotājs var ierakstīt papildu informāciju, piemēram, valsts vai baznīcas svētku dienas, cilvēka uzvārdu, telefona numuru, mīļākās puķes, adresi utt. Protams, ka tur var ierakstīt arī astronomisku informāciju, piemēram, par Saules vai Mēness aptumsumu. Vārdadienas logā ir arī divi slēdži: astronomisko datu slēdzis ar Saules un Mēness simboliem un personas datu slēdzis ar bioritmu simbolu — sinusoidām.

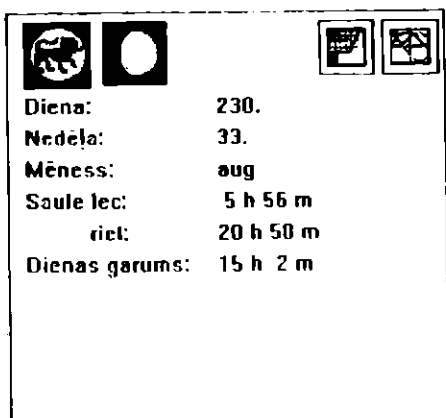
Ar peles manipulatoru pārslēdzot astronomiskās daļas slēdzi, uzzinām, ka 1994. gada 18. augusts ir gada 230. diena, 33. nedēļa, ka Mēness ir augošā fāzē, ka Saule lec $5^{\text{h}}56^{\text{m}}$ un riet $20^{\text{h}}58^{\text{m}}$, bet dienas garums (laiks no Saules lēkta līdz rietam) ir 15 stundas un 2 minūtes (sk. 2. att.). Saules ikonā redzam, ka Saule iegājusi Lauvas zīmē, bet Mēness ikonā redzam aptuveno Mēness izskatu (fāzi). Ja dotajā datumā iestājas precīza Mēness fāze, tad ailē «Mēness» tiek dots fāzes iestāšanās laiks. Piemēram, 1994. gada 29. augustā datorkalendārs rāda, ka 4. fāze iestājas $9^{\text{h}}2^{\text{m}}$. Tas interesē lauksaimniekus un tos, kas ietuv novājēšanas diētu (badošanos) pēc Mēness fāzēm.

Pirms bioritmu slēdža izmantošanas vēlams ievadīt interesējošo dzimšanas datumu. To

var izdarīt divējādi. Visvienkāršāk to var izdarīt ar slēdzi «Stārķis». Ar peles manipulatora slēdzi noklikšķinot uz stārķa ikonas, ekrānā parādās logs «Dzimšanas diena». Ievadīsim tur 1960. gada 11. februāri. Nospiežot slēdzi OK un pēc tam bioritmu slēdzi (ikona ar sinusoidām), iegūstam personas datu logu (sk. 3. att.). Saules un Mēness ikonas rāda, ka personas dzimšanas diena bijusi ceturtdiena, Saule bijusi Odensvīra zīmē, Mēness bijis augošs un līdz 1994. gada 18. augustam ir nodzīvotas 12 608 dienas. Bioritmu likne rāda, ka no 18. uz 19. augustu fiziskais stāvoklis mainās visstraujāk (sinusoīda šķērso abscisu asi).

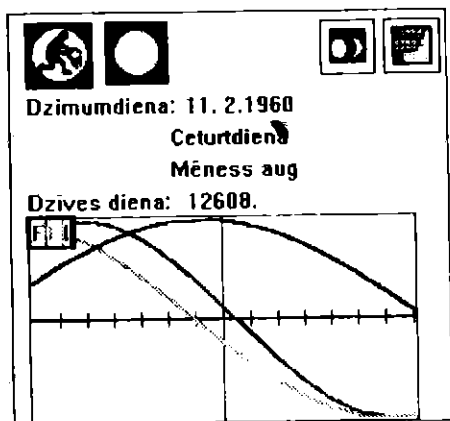
Datuma rindā ir redzami daudzi vadības slēdži. Vispirms jau jāatzīmē slēdži ar zīmēm «<<» un «>>». Ar šiem slēdžiem var ātri «pāršķirstīt» gadus un mēnešus. Bet, ja grib apskatīt kādu vēsturisku datumu, piemēram, 1939. gada 1. septembri (2. pasaules kara sākums), tad labāk izvēlēties pirmo ikonu datuma rindā (tabulkalendāra simbols). Peles slēdzi noklikšķinot uz šīs ikonas, ekrānā parādās logs «Cits datums». Ierakstām norādītajos lodziņos 1, 9, 1939 un iedarbinām slēdzi OK. Ekrānā parādās 1939. gada septembra tabulkalendārs. Redzam, ka pirmais septembris bija piektdienā.

Neatņemama latviešu dzīves sastāvdaļa ir vārdadienu atzīmēšana. Bet nevar taču atcerēties visu vārdadienu datumus, kas atrodami valsts un baznīcu kalendāros. Pieņem-



2. att.

sim, ka mēs vēlamies uzzināt, kad Ugim ir vārdadiena. Peles slēdzi nospiežam uz ikonas ar kalendāra lapiņu un jautājuma zīmi. Ekrānā parādās logs «Vārdadienas meklēšana». Lodziņā ierakstām «Uģis» un nospiežam slēdzi «Meklēt». Uz ekrāna parādās novembra mēneša tabulkalendārs, kursora nostājas uz 17. dienu, un vārdadienu logā redzam: Hugo, Uga, Uģis. Lai gan datorkalendāra apkalpošana ar peles tipa manipulatoru ir ļoti ērta, tas nebūt nav obligāti. Visu var



3. att.

izdarīt arī ar tastatūru. Nospiežot taustiņu ALT, kursora iezīmē komandu karti, kas sastāv no trīs daļām: **Datums**, **Parametri** un **Logs**. Ja kursora atrodas uz **Datuma**, tad, nospiežot ievades taustiņu (ENTER vai RETURN), komandu kartē uzrāda komandas: **Nākamais mēnesis**, **Iepriekšējais mēnesis**, **Nākamais gads**, **Iepriekšējais gads**, **Šodiena**, **Cits datums** un **Darba beigas**. Bet, atverot komandu karti «Parametri», var izvēlēties kalendāru (valsts vai baznīcas), precizēt savu ģeogrāfisko stāvokli, uzdot savu dzimšanas dienu un meklēt interesējošo vārdadienu. Komandu kartē «Logs» dod iespēju pārslēgties uz astronomiskajiem vai personas datiem, kā arī rakstīt piezīmes un saņemt palīdzību datorkalendāra apkalpošanā.

KALENDĀRA PARAMETRI

Astronomiskās parādības atkarīgas ne tikai no datuma, bet arī no novērošanas vietas, tāpēc kalendārā paredzēta iespēja to uzdot ar ģeogrāfisko platumu un garumu, un augstumu. Taču Latvija ir pietiekami maza, tāpēc, ja mūs apmierina dažu minūšu precizitāte, tad varam lietot Rīgas ģeogrāfisko platumu 56°57' ģeogrāfisko garumu 24°7' un augstumu 0 metri. Datorkalendārā parametrus var uzstādīt (mainīt) gan komandu kartē «Parametri» ar komandu **Ģeogrāfiskais stāvoklis**, gan ar ikonu «Zemeslode».

Tā kā Latvijā vārdadienu svinēšanu var izvēlēties pēc valsts vai baznīcas kalendāra, tad paredzēta arī atbilstoša parametra iestādīšana. Mūsu valstī vairums ticīgo iedzīvotāju pieder luterāņu, katoļu un pareizticīgo konfesijai. Lielotājs var izvēlēties vienu no baznīcas kalendāriem.

Programmā ir integrēta arī spēle «Laika mašīna». Ieslēdzot šo spēli, gadījumskaitļu generators jūs pārvieto uz patvaļīgu datumu. Jūsu uzdevums nonākt atpakaļ šodienā. Pārvietošanās laikā notiek, izvēloties kādu mēneša dienu. Pārvietošanās lielums atkarīgs no Mēness fāzes un Saules stāvokļa.

TEHNISKĀS PRASĪBAS

Programma ir uzrakstīta Turbo paskāla programmēšanas valodā, izmantojot objekt-orientēto pielikumu. Programma darbojas uz IBM savietojamajiem datoriem (sākot ar 386 procesoru un EGA vai VGA grafikas karti, 1 MB operatīvo atmiņu un cieto disku) WINDOWS vidē. Programma tiek izplatīta

gan 3,5, gan 5,25 collu disketēs. Izplatīšanu uzņēmis Latvijas—Vācijas kopuzņēmums «Com Tec. Das Systemhaus. GmbH», kas jau sponsorējis vairākus nelielus projektus, kas saistīti ar datoru lietošanu apmācībā un zinātniskās literatūras izdošanu. Programma tiks izplatīta par pašizmaksu, t. dažiem latiem.

T. Romanovskis, A. Zogla

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»



Rihards KOLIS — Dr. phil., Latvijas Universitātes Vēstures un filozofijas fakultātes docents. 1985. gadā aizstāvēja doktora disertāciju par tēmu «Vēsturiskuma problēma vācu iracionālismā (no Dilteja līdz Heidegeram)». Vairāk nekā 50 zinātnisku publikāciju autors. Specializējies filozofijas un kultūras vēsturē. Tulko filozofisko klasiku (L. Feierbaha, I. Kanta, M. Heidegera darbus). Kopš 1988. gada «Zvaigžņotās Debess» redakcijas kolēģijas loceklis.



Aivars ZOGLA — 1983. gadā beidzis LVU Fizikas un matemātikas fakultāti fiziķa pedagoga specialitātē. Strādā Ugāles vidusskolā, vada ar augstvērtīgiem IBM savietojamiem datoriem komplektētu informātikas kabinetu, māca informātiku, programmē dažādās programmēšanas valodās un vidēs.

MERKURS — SAULEI TUVĀKĀ PLANĒTA

Nav nozīmes uzdot jautājumu: «Kas atklājis Merkuru?» Merkurs ir viena no piecām planētām, kas bija zināmas babiloniešu astronomiem jau tūkstoš gadu pirms mūsu ēras. Tās nosaukums saistīts ar sengrieķu un Senās Romas mitoloģiju. Atrasis un viltīgais Merkurs (sengrieķiem — Hermejs) bija tirgotāju un ceļinieku aizbildnis, vēlāk — Olimpa dievu vēstnesis. Spārnotās sandates apāvis, ar zizli rokā viņš lidoja pāri laukiem un mežiem nodot dievu sūtīto ziņu, samierināt ķildniekus u. tml. Savas ātrās orbitālas kustības dēļ planēta ieguva tieši šo vārdu.

Merkurs ir Saulei tuvākā planēta. Tas strauji (ar vidējo kustības ātrumu 48 km/s) riņķo milzīgās, svelmainās Saules tuvumā vidēji 58 miljonus km no tās. Tā kā Merkura orbīta ir samērā eliptiska, tā attālums līdz Saulei stipri mainās — no 46 līdz 70 miljoniem km. Vienu apriņķojumu ap Sauli planēta veic 88 dienās.

Ilgu laiku tika uzskatīts, ka Merkura apgriešanās periods ap savu asi sakrīt ar tā apriņķošanas periodu ap Sauli, t. i. pret Sauli vienmēr ir pagriezta viena un tā pati planētas puse, tāpat kā Mēness vienmēr pagriezis Zemei vienu «vaigu». Pamatojoties uz šo pieņēmumu, tika sastādītas Merkura kartes.

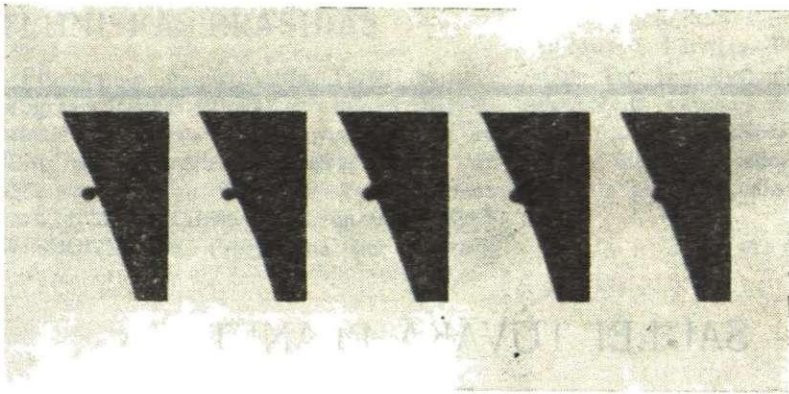
1965. gadā ar Aresibo 305 m radioteleskopu (Puertoriko, ASV) veiktajos Merkura radiolokācijas eksperimentos tika noteikts, ka planēta apgriežas ap savu asi 58,6, nevis 88 dienās, kā domāja agrāk. Merkura kartes nācās koriģēt.

Arī šis rotācijas periods ir saistīts ar pla-

nētas orbitālo kustību, bet saistība ir citāda: divu Merkura orbitālo apriņķojumu laikā (divos Merkura gados) planēta veic trīs apgriezienus ap savu asi. Šāda attiecība izveidojusies Saules gravitācijas iedarbībā, kas sinhronizēusi planetas rotāciju ar tās orbitālo kustību.

Redzamība. Merkurs ir Zemes grupas planēta. Raugoties no Zemes, tas vienmēr atrodas Saules tuvumā. Planētas maksimālā elongācija no Saules nepārsniedz 28° Merkurs medz būt redzams pāris nedēļu ilgumā zemu pie apvāršņa austrumu pusē pirms Saules lēkta vai rietumu pusē pēc Saules rieta kā samērā spoža zvaigzne (vidēji +0^m,2), bet uz spožā debess fona tas ir grūti pamanāms. **Merkuram**, tāpat kā Mēnesim, ir raksturīga fāžu maiņa ar periodu 116 dienas (nepilni 4 mēneši). Šajā laikā Merkuram ir viens rīta, viens vakara redzamības periods un divi neredzamības periodi, kuros tas atrodas tiešā Saules tuvumā šaipus tās (apakšējā konjunktijā) vai aiz Saules (augšējā konjunktijā). Planētas leņķiskie izmēri ir samērā mazi. Mainoties attālumam, izmēri mainās robežās no 5" līdz 13" Merkura disku var ieraudzīt vidēji lielā teleskopā, bet detaļas uz tā virsmas pat lielā teleskopā tikpat kā nav saskatāmas. Zinātniskos nolūkos Merkuru novēro dienā, jo tad tas atrodas augstāk virs horizonta.

Reizi vairākos gados notiek Merkura «pāriešana» Saules diskam. Tas iespējams tad, kad planēta apakšējā konjunktijā atrodas tieši starp Zemi un Sauli. Tad uz spožā Saules diska Merkurs izskatās kā melns punkts



1. att. Merkurs noiel no Saules diska 1973. gada 10. novembrī

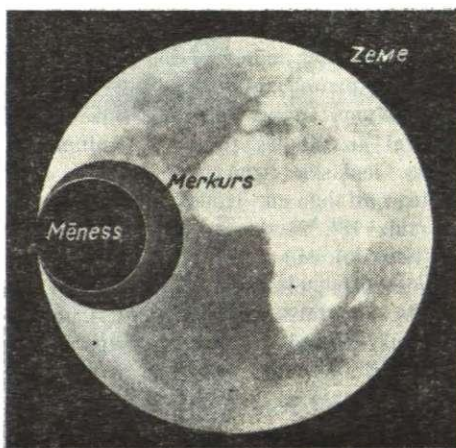
(sk. 1. att.). Tuvākā Merkura aizklāšana notiks 1999. gada 15. novembrī.

Fizikālais raksturojums un uzbūve. Merkurs ir otra mazākā Saules sistēmas planēta (aiz Plutona; sk. 2. att.). Tā diametrs ir 4879 km, un tas ir mazāks par Jupitera pavadoņiem Ganimēdu un Saturna pavadoņiem Titānu. Pašam Merkuram pavadoņu nav. Smaguma spēks uz Merkura virsmas ir 2,7 reizes mazāks nekā uz Zemes (100 kg smags kosmonauts skafandrā te «svērtu» 37 kg). Planēta ir pilnīgi apaļa — tās saspiedums praktiski vienāds ar nulli. **Uz Merkura nav gadalaiku maiņas, jo tā orbītas un rotācijas plaknes praktiski sakrīt.**

Rotācijas ipatnību dēļ **diennakts uz Merkura ilgst 176 dienas jeb divus Merkura gadus.** Saules redzamajā kustībā pa planētas debesīm vērojams interesants efekts. Kad Merkurs atrodas perihēlijā, Saules šķietamās kustības ātrums nedaudz pieaug, tāpēc iedomātam novērotājam, kas atrodas uz planētas ekvatora, būs redzams, ka Saule savā diennakts gaitā apslāsies, nedaudz pavirzīsies atpakaļ uz austrumiem un tikai tad turpinās ceļu rietumu apvāršņa virzienā. Ja novērotājs izvietojies tā, ka viņš šajā laikā redz Saules lēktu, tad tā uz divām — trim dienām parādīsies virs horizonta, norietēs un uzlēks atkal no jauna, lai sāktu garo ceļu pa Merkura debesīm. Dienas beigās tā divas reizes norietēs.

Merkurs atrodas tuvu Saulei, tāpēc uz tā valda liels karstums. Saules disks Merkura debesīs ir gandrīz 3 reizes lielāks nekā uz Zemes. Dienā Merkura virsma sasilst līdz 430 °C. Sādā temperatūrā kūst vairāki metāli, piemēram, alva, svins un cinks. Planētas ekvators atrodas tieši tās orbītas plaknē, tāpēc visvairāk sakarst planētas ekvatoriālie rajoni (sk. krāsu lielikumu). Polu apvidū temperatūra arī dienā ir krietni zemāka.

Ja Saule atrodas zenītā, tad katrs virsmas kvadrātmeters saņem 14 kW lielu Saules starojuma jaudu. Tā kā Merkuram ir tumša virsma (planētas atslāošanas spēja jeb albedo ir tikai 9%), tad lielākā daļa enerģijas tiek izlietota planētas virsmas sasildīšanai, un virsma spēcīgi sakarst. Taču Merkura virsmu, tāpat kā Mēnesi, klāj mikrometeorītu bom-



2. att. Zemes, Merkura un Mēness salīdzinošie izmēri

bardēšanas rezultātā izveidojies irdens slānis. Tam ir labas siltumizolācijas īpašības, un jau 1 m dziļumā virsmas temperatūras svārstības nav jūtamas. Seit temperatūra ir pastāvīga un vienāda ar aptuveni 80 °C.

Garajās naktīs temperatūra uz Merkura samazinās līdz -180 °C. Salīdzinājumā ar citām planētām uz Merkura ir vislielākā temperatūras starpība starp tā apgaismoto un neapgaismoto pusi — 600 grādu.

Lielās starpības cēlonis ir tas, ka **Merkuram praktiski nav atmosfēras**. Tikai tā virsmas tuvumā nelielā daudzumā konstatēti hēlija atomi. Taču šie atomi neveido pastāvīgu gāzes apvalku. Tie aizplūst starplanētu telpā, bet to vietā Saules vējš «piegādā» jaunus.

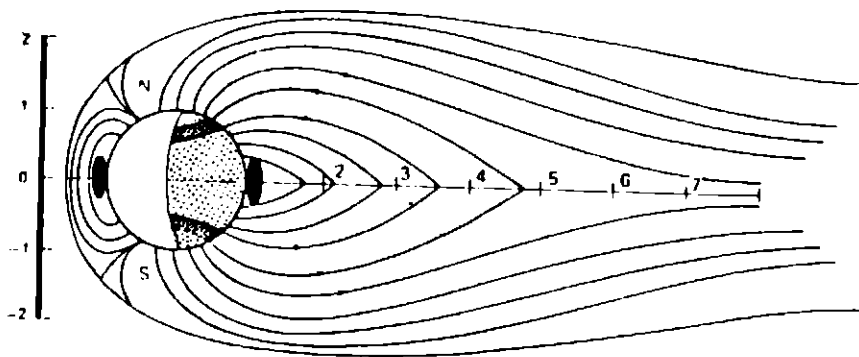
Merkuram ir vājš magnētiskais lauks. Tā intensitāte sastāda tikai 0,7% no Zemes magnētiskā lauka intensitātes. Magnētiskie poli ir nobīdīti par 12° attiecībā pret planētas rotācijas poliem. Magnētiskais lauks piemīt pašai planētai, un tāpēc var uzskatīt, ka **Merkuram ir šķidrš kodols**. Planētai ir neliela magnetosfēra. Saules vējš (lādēto daļiņu plūsma, kas nāk no Saules) to piespiež tuvu planētas virsmai (sk. 3. att.). Saules pusē magnetosfēras robeža atrodas apmēram 1500 km augstumā, bet neapgaismotajā pusē magnetosfēras aste stiepjas tūkstošiem kilometru tālu.

Merkuram ir liels vidējais blīvums — 5440 kg/m³. No tā var secināt, ka planētai ir liels

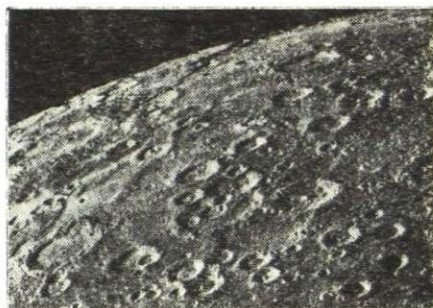
kodols, kas acimredzot sastāv no dzelzs. Tā aptuvenš rādiuss ir 1900 km, un tajā koncentrēti apmēram 60% planētas masas. To apņem silikātiežu apvalks, kura biezums ir aptuveni 550 km (sk. krāsu ielikumu).

Virsmas apskats. Pirmajā acu uzmetienā Merkura virsmas fotogrāfijas var viegli sajaukt ar Mēness uzņēmumiem, jo tos abus pārklāj daudz krāteru. Krāteri ir raksturīgākā Merkura reljefa forma (sk. 4. att. un krāsu ielikumu). Tie ir nosaukti slavenu mākslinieku — rakstnieku, gleznotāju, komponistu vārdos. Vislielākais ir L. van Bēthovena krāteris 625 km diametrā. Viens no Merkura krāteriem nosaukts arī Raiņa vārdā. Atšķirībā no Mēness, uz kura ir mazāks smaguma spēks, Merkura krāteri un kalni ir zemāki un lēzenāki. Krāteru iekšējie vaļņi biežāk veido terases, biežāk sastopams centrālais uzkalniņš. Gaišie stari ap jaunākajiem krāteriem nestieejas tik tālu kā uz Mēness.

Uz Merkura ir arī «jūras», taču tās ir nelielas un nokrāsas ziņā maz atšķiras no «kontinentiem». To vidū ipatnējs ir 1300 km lielais Caloris trieciens baseins jeb Sveldes jūra, kas radusies ipaši liela meteorīta trieciens rezultātā. Tālu ap to stieejas koncentriskas vaļņu grēdas, baseinu klāj plausu tīkls (sk. vāku 3. lpp.). Meteorīta radītais triecienvilnis ir bijis tik spēcīgs, ka apliecis visu planētu un fokusējis diametrāli pretējā punktā, radot ar pauguriem un gravām bagātu šķēr-



3. att. Merkura magnetosfēru Saules vējš piespiež tuvu planētas virsmai (attēla mērogs dots planētas rādiusos)



4. att. Merkura reljefa raksturīgākā forma ir krāteri («Mariner-10» uzņēmums)

šļotu apvidu (sk. 5. att.). Uz Merkura sastopama arī tāda interesanta reljefa forma kā kraujas. To augstums ir no 1 līdz 2 km, bet garums — vairākus simtus km. Uzskata, ka tās ir radušās Merkura garozaš verlikālas nobīdes rezultātā tajā laikā, kad dzīles kusa un sablīvējās un planētas diametrs nedaudz samazinājās (sk. 6. att.). Dažviet kraujas ir pardalījušas uz pusēm samērā lielus krāterus.

Merkura virsma ir ļoti sena. Tā reljefs ataino notikumus, kas risinājušies uz planētas pirms apmēram 4 miljardiem gadu. Drīz pēc izveidošanās Merkura dzīles strauji sasila un noslāņojās. Smagākie elementi «nogrima», izveidojot kodolu, bet vieglākie elementi «uzpeldeja». No tiem radas silikātiestu apvalks. Tajā laikā planēta bija vulkāniski ļoti aktīva. Tās virspuse dažviet izplūda lava. Vienlaicīgi turpinājās intensīva Merkura bombardēšana ar meteorītiem. Par šādiem procesiem liecina krāteri, kas daļēji aizpildīti ar lavu. Vēlāk garoza atdzisa un sacietēja, izveidojot mūsu dienās redzamās reljefa formas. Kopš tā laika virsma ir maz mainījusies. Radušies daži jauni meteorītu krāteri, par kuru relatīvi nesenā izcelsmi liecina gaišo staru sistēmas ap tiem. Protams, Merkuru turpina bombardēt mikrometeorīti, pakāpeniski noārdot krāteru vaļņus un irdinot planētas virsmu. So procesu sauc par mikrometeorītu eroziju. Taču tie maz pārveido planētas virsmu salīdzinājumā ar Zemi, uz kuras ūdens, sals un vējš iežus noārda daudz straujāk.

Par Merkura ģeoloģisko attīstību vēl ir

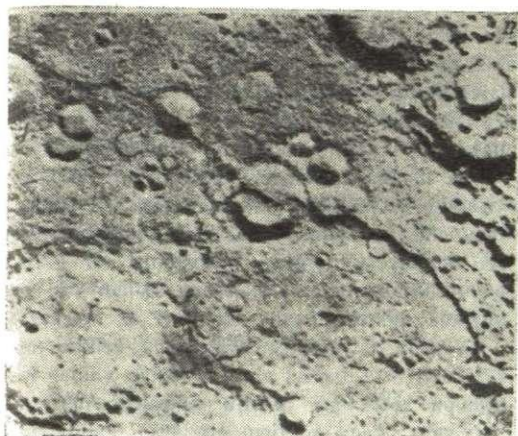
daudz neskaidrību. Piemēram, šādas. Kādā veidā planēta varēja tik strauji sakarst drīz pēc tās izveidošanās? Vai Merkura dzīles vēl arvien ir karstas? Atbilde uz šiem jautājumiem vēl jāgaida.

Planētas izpēte no kosmosa. Optiskajos novērojumos no Zemes par Merkuru var iegūt maz informācijas. Tā, piemēram, detaļas, kas atzīmētas Merkura kartēs, maz saistītas ar planētas reljefa veidojumiem. Ar radiolokāciju tika noteikts attālums līdz Merkuram, tā izmēri un rotācijas periods. Taču galvenās ziņas par Merkuru virsmu un apstākļiem uz tā sniegusi ASV starpplanētu stacija «Mariner-10», kas tika palaista 1973. gada 3. novembrī un bija domāta Venēras un Merkura pētījumiem no pārlidojuma trajektorijas. Lidaparāta masa bija 526 kg. Sakarā ar paredzēto tuvošanos Saulei tā tika apgādāta ar Saules aizsargekrānu. 1974. gada 5. februārī «Mariner-10» palidoja garām Venērai 5770 km attālumā, veicot tās pētījumus. Lidaparāta orbīta bija izvēlēta tā, lai Venēras gravitācijas lauks to novirzītu Merkura virzienā. Tā bija pirmā reize starpplanētu lidojumu praksē, kad tika lietots gravitācijas manevrs.

Jau pēc nepilniem diviem mēnešiem «Mari-



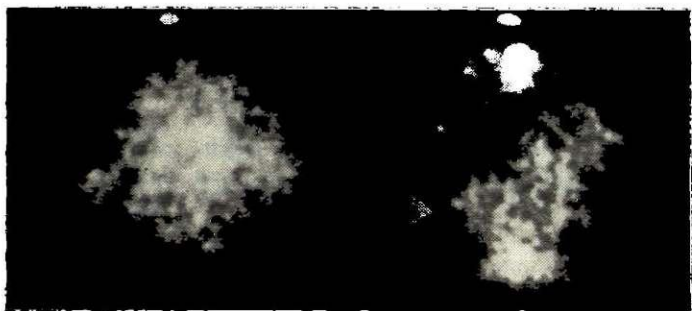
5. att. Caloris baseina diametrāli pretējā pusē redzams šķēršļots apvidus, kas acīmredzot radies triecienviļņa darbības rezultātā



6. att. Apmēram 500 km gara un 3 km augsta krauja uz Merkura, kas radusies, planētas garozai vertikāli nobīdoties

ner-10» nonāca Merkura apkaimē 1974. gada 29. martā pārlidoja to apmēram 750 km attālumā, fotografējot tā virsmu un veicot citus mērījumus. Pēc tam sekoja vēl divi pārlidojumi tā paša gada 21. septembrī 48 000 km attālumā un 1975. gada 16. martā «plaujošā lidojumā» gandrīz gar pašu planētas virsmu 318 km attālumā. Kopumā iegūts apmēram 3000 attēlu, kas ataino nelielu pusi no planētas virsmas (sk. vāku 1., 2. un 4. lpp.). Dažos no tiem saskatāmas līdz 50 m sikas detaļas. Pēc Merkura ietekmes uz lidaparāta trajektoriju tika precīzi noteikta planētas masa. Dažas dienas pēc pēdējā pārlidojuma darbs ar kosmisko aparātu tika pārtraukts, jo bija beigusies saspiegtā gāze orientācijas sistēmas dzinējos. Tas bija pirmais

7 att. Merkura radarkarte, kas uzņemta 1991. gada 23. augustā. Iespējams, ka gaišais plankums augšā ir planētas polārā ceure



pagaidām vienīgais tiešais Merkura pētījums ar kosmisko aparātu.

Merkura perihēlija nobīde. Jau 19. gadsimtā Merkura kustībā tika atklāta neizskaidrojama nobīde. Gravitācijas mijiedarbības dēļ planētu orbītas nedaudz mainās. Pārvietojas arī orbītas punkts, kurā planēta atrodas vistuvāk Saulei, perihēlijs. Taču Merkuram konstatētā perihēlija nobīde bija par 43 loka sekundēm gadsimtā lielāka, nekā tai vajadzētu būt. Šo mīklu atrisināja fiziķis A. Einšteins. Viņa relativitātes teorija paredzēja, ka šādai nobīdei planētas kustībā jābūt, un aprēķinātais tās lielums labi sakrita ar novērojamo. Šādā veida Merkurs «izdarīja pakalpojumu» Einšteina teorijai, apstiprinot tās pareizību.

Jaunākie Merkura pētījumi. Ledus uz Merkura. Skan neticami, taču ne iespējami. 1991. gadā ASV tika veikts Merkura radarzondēšanas eksperiments, kura gaitā planētas ziemeļpolā tika atklāts radioviļņus labi atstarojošs (tātad radarattēlā gaišs) plankums. Pēc speciālistu domām, tas varētu būt ūdens ledus. Pārējie gaišie plankumi acimredzot vienkārši ir līdzēni virsmas apgabali (sk. 7. att.). Eksperimenta laikā Merkurs atradās apakšējā konjunkcijā un pret Zemi bija pārvērsta planētas neapgaismotā puslode, tas ir, tā, ko savā laikā nebija izpētījis «Mariner-10».

Eksperimenta veikšanā piedalījās uzreiz divi radioteleskopi. 70 m radioteleskops Goldstounā (Kalifornijā) sūtīja uz Merкуру signālu, kura jauda bija pusmiljons vatu, bet atstaroto signālu uztvēra radioteleskopu komplekss VLA Sokorro (Jaunmeksikā). Rezultātā tika izveidota planētas radiokarte, kurā saskatāmas līdz 150 km lielas detaļas.

Kādā veidā uz Merkura var izveidoties apstākļi polārās cepures pastāvēšanai? Tā kā planēta pret Sauli ir vienmēr pavērsusi savu ekvatoru, tad polu rajonos Saules stari krīt ļoti slīpi, bet iepakās uz pola tie neiespīd nemaz. Tāpēc temperatūra šeit ir stipri zemāka pat dienas vidū (ap -150°C) un ledus te ne tikai neizkūst, bet praktiski arī neiztvaiko. Taču paliek neatbildēts cits jautājums, Kā šis ledus (ja tas tur patiešām ir) radies? Uz Zemes sniegs izkrīt nokrišņu veidā. Taču Merkuram atmosfēras un līdz ar to arī nokrišņu nav. Ir izvirzīta hipotēze, ka Merkura ledus krājumus ir veidojušas komētas, kas laiku pa laikam tajā ietriecas, taču tam vēl nepieciešami sīkāki teorētiski pētījumi.

Pēc amerikāņu astronomu A. Potera un T. Morgana domām, galvenā Merkura atmosfēras sastāvdaļa ir nātrijs, nevis hēlijs. Šādu secinājumu viņi izdarīja, analizējot

Merkura spektrus, kas 1985. gadā tika iegūti ar Makdonalda observatorijas (Teksasa, ASV) 2,7 m teleskopu. Pēc viņu mērījumiem nātrijs Merkura atmosfērā ir varbūt pat 30 reizū vairāk nekā hēlija (sk. krāsu ielikumu). Daļa nātrija visu laiku aizplūst starpplanētu telpā. Jauni tā krājumi var izdalīties no planētas virsmas minerāliem Saules vēja iedarbībā, taču miljonu gadu laikā šim procesam jau sen vajadzēja beigties. Iespējams, ka gāzes papildinājumi nāk no planētas dzilēm vai tos piegādā mikrometeorīti, kas krīt uz Merkura.

So pašu astronomu 1989. gadā veiktie novērojumi ar Kitpikas observatorijas Saules teleskopu apstiprina nātrija klātbūtni Merkura atmosfērā. Taču no tiem arī izriet, ka nātrija daudzums dienu no dienas mainās. Tādējādi Merkurs tā pētniekiem turpina uzdot arvien jaunas mīklas.

I. Vilks

TURNĪRU MATEMĀTIKA, VI

Atgādinām, ka mēs aplūkojam turnīrus ar n dalībniekiem ($n \geq 2$), kuros katram ar katru paredzēts sacensties vienu reizi, turklāt neizšķirtu nav. Dalībniekus mēs bieži attēlosim ar punktiem un apzīmēsim ar burtiem (varbūt lietojot arī indeksus). To, ka dalībnieks A uzvarējis dalībnieku B, attēlosim ar pierakstu $A \rightarrow B$.

Raksta pašreizējā daļā mēs aplūkojam monotonus turnīrus, t. i., tādus, kuros katriem trim spēlētājiem A, B un C no $A \rightarrow B$ un $B \rightarrow C$ seko, ka $A \rightarrow C$.

Iepriekš mēs aplūkojām vairākus algoritmus, ko var lietot turnīru pilnīgai sakārtošanai: binārās ievietošanas, saliešanas un Forda—Džonsona algoritmu.

Abiem pirmajiem algoritmiem mēs parādījām, ka iespējamo spēļu skaits n dalībnieku turnīra gadījumā no augšas ierobežojams ar lielumu $n \cdot \log_2 n$, t. i., lietojot šos algoritmus, pat visneveiksmīgākajos gadījumos nenāksies rīkot vairāk par $n \cdot \log_2 n$ spēlēm. Mēs pa-

rādījām arī, ka Forda—Džonsona algoritms pārspēj abus iepriekšminētos gadījumā, ja $n=24$; nav grūti parādīt, ka tas pats ir spēkā visiem $n \geq 5$.

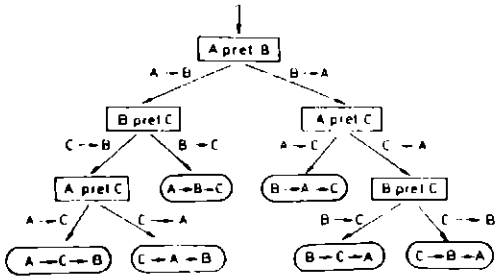
5.5. KĀRTOŠANAS ALGORITMU APAKŠĒJIE NOVĒRTĒJUMI

Raksta iepriekšējās daļās mēs redzējām, ka monotonu turnīru kārtošanai pastāv daudzi algoritmi. Piemēram, 5 spēlētāju turnīra sakārtošanai mēs citu pēc cita izstrādājām 4 aizvien sarežģītākus algoritmus, kas šim mērķim patērēja attiecīgi 10; 9; 8; 7 spēles. Bet varbūt tā vēl nav galīgā robeža un, labi pūloties, mums izdotos atrast algoritmu, kas garantē šāda turnīra sakārtošanu ar 6 spēlēm?

Ja lasītājs mēģinājis šādu «superoptimālu» algoritmu atrast, viņš droši vien cietis ne-

veiksmi. Bet vai tikai vienīgi ilgstošas neveiksmes var būt par pamatu apgalvojumam, ka tāda algoritma vispār nav? Kā var pierādīt, ka kaut kādu minimālo spēju skaitu tālāk samazināt nevar — ne tagad, ne pēc miljoniem gadu?

Apļūkosim šādu piemēru — shēmu, kas attēlo triju spēlētāju A, B un C turnīra pilnīgu sakārtošanu (sk. 1. att.).



1. att.

Taisnstūros ierakstītas izspēlējamās spēles. No katra taisnstūra izejošās bultiņas atbilst abiem iespējamiem spēles iznākumiem. Ja bultiņa beidzas ar ovālu, tad tālākās spēles vairs nav nepieciešamas, un ovāls ir ierakstīts turnīra dalībnieku sakārtojums pēc spēlētprasmes, kas atbilst notikušajām spēlēm. Tāpēc katru šādu ovālu sauksim par kārtošanas shēmas izeju.

Iepazīstoties ar 1. att. redzamo kārtošanas shēmu (pārbaudiet tās pareizību patstāvīgi), redzam, ka tai ir 6 izejas. Vai tā ir nejaušība vai arī to varēja paredzēt iepriekš?

Ievērosim, ka 3 spēlētāji A, B, C pēc spēlētprasmes var izkārtoties 6 dažādos veidos: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA. Turnīra organizatoriem jābūt gataviem uz jebkuru no šiem izkārtojumiem.

Tālāk ļoti svarīgs ir apgalvojums: katram iespējamam izkārtojumam shēmā jābūt paredzētai citai izejai (1. att. shēmā tā ir). Pārliecināsimies par tā pareizību.

Pieņemsim, ka diviem dažādiem izkārtojumiem α un β turnīra organizētāju praedzētajā shēmā atbilst viena un tā pati izeja. Tas nozīmē, ka gan izkārtojuma α , gan izkārtojuma

β gadījumā tiks izspēlētas vienas un tās pašas spēles, kas beigsies ar analogiem rezultātiem. Tātad gadījumā, ja patiesais spēlētāju izkārtojums ir α , turnīra rīkotāju rīcībā tā noslēgumā būs tāda pati informācija kā gadījumā, ja patiesais spēlētāju izkārtojums ir β . Bet tas nozīmē, ka turnīra rīkotāji, pamatojoties uz savu izstrādāto shēmu, nevar atšķirt izkārtojumu α no izkārtojuma β , respektīvi, vismaz viena izkārtojuma gadījumā viņi būs spiesti kļūties (vai vismaz minēt uz labu laimi), bet tas nav pieļaujams.

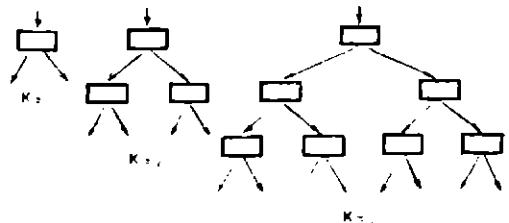
Tātad triju spēlētāju turnīra gadījumā tā rīkotāju izstrādātajai shēmai tiešām jābūt vismaz 6 izejām (vārds «vismaz» lietots tāpēc, ka kādam izkārtojumam varētu atbilst arī vairākas izejas).

Nav grūti saprast, ka arī katru algoritmu, kas paredzēts n dalībnieku turnīra kārtošanai, var kārtot ar 1. att. redzamajai līdzīgu shēmu. Tā kā n dalībnieki var izkārtoties $1 \cdot 2 \cdot (n-1) \cdot n = n!$ dažādos veidos, tad šādai shēmai jābūt vismaz $n!$ izejām.

Ja pieņemam, ka kāds kārtošanas algoritms nevienā gadījumā nepatērē vairāk par k spēlēm, tad tam atbilstošajai shēmai nevar būt vairāk par 2^k izejām. To viegli saprast no 2. att., ievērojot, ka vienas papildu spēles pieļaušana iespējamo izeju skaitu var, augstākais, dubultot (katras izejas vietā parādās spēle, no kuras izejošo abu bultiņu galos ir pa vienai izejai).

Apzīmējot kārtošanas algoritma shēmas izeju skaitu ar I , bet šā algoritma vissliktākajā gadījumā patērēto spēļu skaitu ar k , no iepriekšminētā iegūstam

$$2^k \geq I \geq n!$$



2. att.

No šejienes seko nevienādība $2^k \geqslant nl$ jeb $k \geqslant \log_2(nl)$.

No matemātiskās analīzes pazīstama Stirlinga formula, kas dod iespēju novērtēt lielumu nl . Saskaņā ar šo formulu

$$n! = \sqrt{2\pi n} \cdot \left(\frac{n}{e}\right)^n \cdot \alpha_n,$$

kur α_n ir vieniniekam tuvs, bet par to lielāks skaitlis ($n \geqslant 2$). Tātad $nl > \sqrt{2\pi n} \cdot \left(\frac{n}{e}\right)^n$, un no nevienādības $k \geqslant \log_2(nl)$ seko, ka

$$k \geqslant n \cdot \log_2 n - n \cdot \log_2 e + \frac{1}{2} \log_2 n + \frac{1}{2} \log_2 (2\pi).$$

Galvenais (visstraujāk augošais) saskaitāmais labajā pusē ir $n \cdot \log_2 n$. Tāpēc no šā rezultāta ar salīdzināšanu un binārās ievietošanas algoritma analīzes raksta IV daļā seko, ka n spēlētāju turnīra sakārtošanai minimālais pietiekamais spēļu skaits $S(n)$ apmierina sakarību

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S(n)}{n \cdot \log_2 n} = 1,$$

t. i., šā lieluma galvenā daļa ir $n \cdot \log_2 n$, jeb šis lielums «bezgalībā uzvedas» apmēram tāpat kā $n \cdot \log_2 n$.

Lasītājs pats var pārbaudīt, ka pie $n=5$ nevienādība $2^k \geqslant 5!$ jeb $2^k \geqslant 120$ dod $k \geqslant 7$ (jāatceras, ka k ir naturāls skaitlis), bet pie $n=24$ nevienādība $2^k \geqslant 24!$ dod $k \geqslant 80$. Tātad raksta IV daļā izstrādātais algoritms 5 spēlētāju turnīra gadījumā ir optimāls, bet Forda—Džonsona algoritms gadījumā $n=24$ vai nu ir optimāls, vai arī dod rezultātu, kas no optimālā atšķiras, augstākais, par vienu spēli (atceramies, ka $FD\check{Z}(24)=81$). Vai patiesībā 24 spēlētāju turnīru var vai nevar sakārtot ar 80 spēļu palīdzību, šodien nav zināms; tā ir neatrisināta matemātiska problēma.

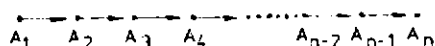
Lasītājam, kas ir pazīstams ar informācijas teorijas pamatiem, varam dot šādu iegūtā apakšējā novērtējuma pamatojumu. Katra spēle mums sniedz 1 bitu informācijas (1 bits ir informācijas daudzums, ko satur atbilde uz jautājumu, kas pieļauj tikai divas dažādas atbildes; mūsu gadījumā — kurš no abiem spēles dalībniekiem ir spēcīgāks). Ja tiek izspē-

lētas k spēles, iegūstam k bitus informācijas. Bet ar k bitiem var kodēt 2^k atšķirīgas situācijas (uzskatāmi — iespējamās 2^k dažādas k vārdu virkņites, kurās katrs vārds ir «jā» vai «nē», vai arī 2^k nulļu un vieninieku virkņites garumā k). Tā kā ar šīs informācijas palīdzību mums jāšķiro nl dažādu gadījumu, tad jābūt $2^k \geqslant nl$, no kurienes seko vajadzīgais.

Iepriekšminētā sprieduma dēļ aprakstīto metodi bieži sauc par informācijas teorijas sniegto apakšējo novērtējumu (information theory lower bound, информативно-теоретическая нижняя граница). Tā vēl šodien ir galvenā metode, ar kuras palīdzību iegūst dažādu kombinatorisku algoritmu apakšējos novērtējumus, t. i., robežas, par kurām tālāk algoritma darbības novērtējums nav uzlabojams.

Parādīsim vēl vienu šīs metodes pielietojumu. Analizējot Forda—Džonsona algoritmu un binārās ievietošanas algoritmu, mums bieži nācās ievietot vienu spēlētāju jau sakārtotā n spēlētāju virknītē. No aprakstītajiem piemēriem bija skaidrs, ka to var izdarīt ar k spēļu palīdzību, ja $n \leqslant 2^k - 1$. Pierādīsim, ka tas ir labākais iespējamais novērtējums, proti, ja $n \geqslant 2^k$, tad n spēlētāju sakārtotā virknītē ievietot $(n+1)$ -o spēlētāju ar ne vairāk kā k spēļu palīdzību nav iespējams.

Tiešām, apskatām n spēlētāju sakārtotu virkni (sk. 3. att.).



3. att.

«Ievietojamais» spēlētājs B var ieņemt tajā jebkuru no šādām pozīcijām:

pirms A_1 ; starp A_1 un A_2 ; starp A_2 un A_3 ; ...; starp A_{n-1} un A_n ; aiz A_n .

Tātad B iespējama $n+1$ pozīcija. Pieņemsim, ka B ievietošanai izstrādāts algoritms, kas garantē mērķa sasniegšanu, neizspēlējot vairāk par k spēlēm. Spriežot līdzīgi kā iepriekš, iegūstam nevienādības

$$2^k \geqslant I \geqslant n+1$$

(te I — algoritma shēmas izeju skaits), no kurienes seko $2^k \geqslant n+1$ jeb $n \leqslant 2^k - 1$, ko arī vajadzēja pierādīt.

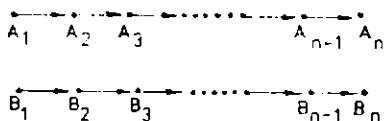
Lasītājs patstāvīgi var pārliecināties, ka arī raksta III daļā čempiona un vicečempiona, kā arī čempiona, vicečempiona un bronzas medaļas ieguvēja atrašanai izmantoto algoritmu apakšējos novērtējumos tika izmantota šī pati pieeja.

Tomēr informācijas teorijas metodes nav vienīgās, kas dod iespēju iegūt apakšējos novērtējumus. Par to varējām pārliecināties jau raksta III daļā: piemēram, čempiona atrašanas algoritma apakšējais novērtējums, ja tas tiktu iegūts ar nupat aprakstīto metodi, būtu tikai $\log_2 n$, kamēr patiesībā, kā mēs to redzējām, šis novērtējums ir $n-1$. Parādīsim vēl vienu piemēru, kur apakšējos novērtējumus tiek lietotas citas metodes.

Raksta IV daļā mēs apskatījām saliešanas algoritmu, kura būtiska sastāvdaļa ir divu jau sakārtotu spēlētāju virkņu apvienošana vienā virknē. Mēs redzējām, ka divas spēlētāju virknes, katra no kurām ir pilnīgi sakārtota, var apvienot vienā virknē, izmantojot ne vairāk kā $2n-1$ spēles.

Parādīsim, ka šis rezultāts nav uzlabojams, i., pierādīsim, ka katrs algoritms divu šādu virkniņu apvienošanai vienā vismaz dažos gadījumos patērēs ne mazāk par $2n-1$ spēlēm.

Pieņemsim, ka sākumā dotas divas sakārtotas spēlētāju virknes (sk. 4. att.).



4. att.

Pieņemsim, ka, tās apvienojot, notikušas ne vairāk kā $2n-2$ spēles. Mūsu algoritmam jābūt gatavam arī uz šādiem rezultātiem:

- a) $A_i \rightarrow A_j$ un $B_i \rightarrow B_j$, ja starp šīm spēlēm ir spēle starp A_i un A_j (B_i un B_j) un $i < j$,
- b) $A_i \rightarrow B_j$, ja starp šīm spēlēm ir spēle starp A_i un B_j un $i \leq j$,
- c) $B_j \rightarrow A_i$, ja starp šīm spēlēm ir spēle starp A_i un B_j un $i > j$.

Pieņemsim, ka visas apvienošanas procesā

notikušās spēles beigušās ar šādiem rezultātiem. Apskatīsim sekojošus spēlētāju pārus (to skaits ir $2n-1$):

$$(A_1, B_1), (A_2, B_2), \\ (A_{n-1}, B_{n-1}), (A_n, B_n)$$

un

$$(A_2, B_1), (A_3, B_2), \dots, (A_n, A_{n-1}).$$

Tā kā izspēlētas ne vairāk kā $2n-2$ spēles, tad vismaz vienā pāri minētie spēlētāji savā starpā nav spēlējuši. Pārbaudiet patstāvīgi, ka neviens no abiem iespējamiem viņu savstarpējās spēles rezultātiem nav pretrunā ar līdz šim notikušo spēļu gaitā iegūto informāciju. Tātad notikušās spēles vēl nedod iespēju iegūt pilnīgu priekšstatu par visu spēlētāju pilnīgo sakārtotumu, un ar $2n-2$ spēlēm abu virkņu apvienošanai nepietiek.

Lai pavingrinātos apakšējo novērtējumu iegūšanā, iesakām lasītājam patstāvīgi atrisināt šādus uzdevumus.

1. Jānis iedomājies naturālu skaitli, kas nepārsniedz 1000. Pēteris var viņam uzdot jautājumus, uz kuriem atbilde ir «jā» vai «nē». Pierādīt, ka mazākais jautājumu skaits, ar kuriem Pēteris var droši uzzināt Jāņa iedomāto skaitli, ir 10.

2. Pierādīt, ka 20 un 21 spēlētāju gadījumā turnīra pilnīgai sakārtošanai nepieciešamas un pietiekamas 62 respektīvi 66 spēles.

3. Pierādīt, ka, lai apvienotu divas jau sakārtotas spēlētāju virknes, kurās ir n un $n+1$ spēlētājs, nepieciešamas vismaz $2n$ spēles.

4. Dotas n pēc ārējā izskata vienādas monētas. No tām $n-1$ monēta ir ar vienādu masu, bet viena monēta ir smagāka. Doti arī sviras svāri bez atsvariem. Uz svaru kausiem var novietot patvaļīgu monētu skaitu. Pierādīt, ka $\lceil \log_3 k \rceil$ ir mazākais svēršanu skaits, ar kuru droši var atrast smagāko monētu. (Norāde. Padomājiet, cik dažādu iznākumu šoreiz iespējams katrai svēršanai!)

5. Saha galdiņa rūtiņās ierakstīti naturāli skaitļi no 1 līdz 64 (katrā rūtiņā — cits skaitlis). Mēs varam ar vienu jautājumu norādīt uz jebkuru rūtiņu kopu, un kā atbildi mums pasacīs to skaitļu kopu, kas ierakstīti šajās rūtiņās, bet nepateiks, kurš skaitlis kurā

rūtiņā ierakstīts. Kāds ir mazākais jautājumu skaits, ar kuru mēs varam noskaidrot katrā rūtiņā ierakstīto skaitli?

6. Kvadrāts sastāv no $n \times n$ rūtiņām. Katrā rūtiņā ierakstīts naturāls skaitlis. Visi ierakstītie skaitļi ir dažādi. Bez tam zināms, ka katrā kolonnā skaitļi pieaug no augšas uz leju un katrā rindiņā — no kreisās uz labo pusi. Ar vienu jautājumu mēs varam par jebkuru rūtiņu uzzināt, kāds skaitlis tajā ierakstīts. Kāds ir mazākais jautājumu skaits, ar

kuru var droši uzzināt, vai kādā rūtiņā ierakstīts skaitlis M ?

Līdz ar to iepazīšanos ar turnīru kārtošanas problēmām pagaidām beidzam. Lasītāji papildinformāciju var atrast, piemēram, darbā *Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Ч. III.* — М.: Мир, 1983; arī grāmatā *Лорин Г. Сортировка и системы сортировки.* — М.: Мир, 1983.

A. A n d ž ā n s

PAR PĻĀPĪGIEM KAIMIŅIEM

Vienā no nesen iznākušajiem «Zvaigžņotās Debess» numuriem lasītājs varēja iepazīties ar nepatīkamo situāciju, kādā nonāk sastrīdējušies kaimiņi, kas viens otru nevēlas satikt pat ceļā uz aku pēc ūdens.* Radušās problēmas risināšanā tika iesaistīta grātu teorija un tika pierādīts: ja triju strīdīgo kaimiņu mājas katra jāsavieno ar trim akām (vienām un tām pašām), turklāt nedrīkst izmantot ne tiltiņus, ne tuneļus, tad kādi divi celiņi noteikti krustosies un strīdīgajiem kaimiņiem būs lielas iespējas sastapties.

Sajā rakstā grafu teoriju izmantosim, lai analizētu zināmā mērā pretēju situāciju — aplūkosim ciematu, kurā dzīvo n ļoti draudzīgi kaimiņi. Pieņemsim, ka katrs no viņiem vienlaicīgi uzzina vienu jaunu ziņu (katrs — citu). Kaimiņi ir ieinteresēti, lai visi uzzinātu visus jaunumus. Kā to vislabāk panākt?

Atbilde acimredzot ir atkarīga gan no tā, kādus līdzekļus drīkst lietot informācijas izplatīšanai, gan arī no tā, ko sauksim par labu un ko — par sliktu informācijas izplatīšanas algoritmu. Dažos gadījumos ir svarīgi, lai «pilnīgā informētība» iestātos iespējami ātri, citos — lai tiktu izmantoti iespējami mazi tehniskie resursi (vēstules, telegrammas, telefona līniju noslodzes laiks utt.).

* Sk. *France J.* Par strīdīgiem kaimiņiem // *Zvaigžņotā Debess.* — 1994./95. gada ziema. — 44. lpp.

Aplūkosim dažus uzdevumus, kas rodas, cenšoties atrisināt šo problēmu. Visos gadījumos pieņemsim, ka ciematā ir vismaz 2 iedzīvotāji.

1. VĒSTULES

Pieņemsim, ka informācijas izplatīšanai tiek lietotas vēstules, turklāt katrā no tām var uzrakstīt visus rakstišanas brīdī zināmos jaunumus. Cik liels ir mazākais vēstuļu skaits, kuras jāuzraksta, lai ciemata visi n iedzīvotāji uzzinātu visus jaunumus?

Nav grūti saprast, ka šādu mērķi var sasniegt, uzrakstot pavisam $2n-2$ vēstules. Ir iespējami vairāki varianti, kā to izdarīt. Lūk, divi no tiem.

1. Visi ciemata iedzīvotāji, izņemot viņu pašu, uzraksta vēstules iedzīvotājam A. Tā rezultātā A zina visus jaunumus un ir uzrakstīta pavisam $(n-1)$ vēstule.

Tālāk A uzraksta pa vēstulei visiem pārējiem $n-1$ iedzīvotājiem, un pilnīga informētība ir sasniegta. Kopējais vēstuļu skaits ir: $(n-1) + (n-1) = 2n-2$.

2. Sanumurēsim iedzīvotājus pēc kārtas: A_1, A_2, \dots, A_n . To, ka iedzīvotājs X raksta vēstuli iedzīvotājam Y, attēlosim ar pierakstu: $X \rightarrow Y$. Lasītājs pats var pārbaudīt, ka pilnīgu informētību nodrošina arī šāda $2n-2$ vēstuļu secība:

$A_1 \rightarrow A_2; A_2 \rightarrow A_3; A_3 \rightarrow A_4; \dots; A_{n-2} \rightarrow A_{n-1};$
 $A_{n-1} \rightarrow A_n; A_n \rightarrow A_{n-1}; A_{n-1} \rightarrow A_{n-2}; A_{n-2} \rightarrow$

$\rightarrow A_{n-3}; \dots; A_3 \rightarrow A_2; A_2 \rightarrow A_1.$

Iesakām patstāvīgi atrast vēl citus algoritmus, katrā no kuriem izmanto $2n-2$ vēstules.

Tomēr mūsu uzdevums vēl nav līdz galam atrisināts, jo mēs neesam noskaidrojuši, vai $2n-2$ ir vismazākais vēstuļu skaits, ar kuru var panākt pilnīgu informētību. Pamatosim to.

Aplūkosim vēstuļu rakstīšanas procesā to brīdi, kurā pirmais no visiem ciemata iedzīvotājiem ir uzzinājis visas jaunās ziņas. Apzīmēsim šo brīdi ar T . Tātad brīdī T precīzi viens no iedzīvotājiem — apzīmēsim to ar A — jau zina visus jaunumus.

Tā kā A ir uzzinājis visu pārējo $n-1$ iedzīvotāju jaunumus, tad katrs no šiem pārējiem ir uzrakstījis vismaz vienu vēstuli (vai nu A , vai kādam citam); pretējā gadījumā atbilstošais jaunums būtu palicis pie tā sākotnējā «īpašnieka» un nebūtu nonācis līdz A . Tātad pirms laika momenta T uzrakstīta vismaz $(n-1)$ vēstule.

Tā kā momentā T pārējie $(n-1)$ iedzīvotāji (izņemot A) vēl nezina visus jaunumus, tad pēc momenta T katram no viņiem jāsaņem vismaz vēl viena vēstule; tātad pēc momenta T tiks saņemta vēl vismaz $(n-1)$ vēstule. Tāpēc kopējais vēstuļu skaits tiešām ir vismaz $(n-1) + (n-1) = 2n-2$.

Līdz ar to esam pierādījuši, ka $2n-2$ tiešām ir mazākais vēstuļu skaits, ar kuru var sasniegt pilnīgu informētību.

Uzmanīgs lasītājs būs pamanījis mūsu spriedumā zināmu trūkumu: formāli ņemot, ir iespējams tas, ka vairāki cilvēki vienlaicīgi nekļūst pilnībā informēti laika momentā T . Iesakām lasītājam šo trūkumu novērst patstāvīgi (tas nav grūti).

2. TELEFONI

Daudz grūtāks (un arī interesantāks) ir gadījums, kurā informācijas izplatīšanai lieto telefonu. Mēs vispirms apskatīsim situāciju, kurā ir mazsvarīgs kopējais telefonsarunu skaits, bet ir būtiski panākt, lai visi jaunumi izplatītos iespējami ātri.

Pieņemsim, ka katram no n iedzīvotājiem mājās ir telefons, ka katra telefonsaruna ilgst vienu stundu un ka katras sarunas laikā abi tās dalībnieki pavēsta viens otram visus jaunumus, kurus viņi dotajā brīdī zina. Cik liels ir mazākais stundu skaits, pēc kura visi var zināt visus jaunumus?

Izrādās, ka atbilde ir atkarīga no skaitļa n pāribas.

1. teorēma. Mazākais stundu skaits, pēc kura visi iedzīvotāji var zināt visus jaunumus, ir šāds:

a) $\lceil \log_2 n \rceil$, ja n ir pāra skaitlis;

b) $\lceil \log_2 n \rceil + 1$, ja n — nepāra skaitlis.

Piezīme. Ar $\lceil x \rceil$ apzīmējam mazāko veselo skaitli, kas nav mazāks par x . Piemēram, $\lceil 4 \rceil = 4$, $\lceil 4,8 \rceil = 5$ utt.

Pierādījums. Vispirms pamatosim to, kāpēc uzdevuma prasības nav sasniedzamas ātrāk par norādīto laiku. Aplūkosim gadījumu, kad n ir pāra skaitlis.

Izvēlēsimies jebkuru jaunumu. Pēc pirmās stundas to zina tikai divi iedzīvotāji — jaunuma sākotnējais «īpašnieks» un tas, ar kuru viņš šīs stundas laikā sarunājās. Otrās stundas laikā no viņiem šo jaunumu var uzzināt vēl, maksimāli, divi jauni cilvēki, tāpēc pēc otrās stundas to zina ne vairāk kā 4 cilvēki utt. Līdzīgi turpinot, iegūstam, ka pēc k stundām jaunumu zina ne vairāk kā 2^k cilvēki. Lai būtu sasniegta pilnīga informētība, jābūt $2^k \geq n$, tātad $k \geq \log_2 n$. Ievērojot, ka k ir naturāls skaitlis, iegūstam $k \geq \lceil \log_2 n \rceil$, ko arī vajadzēja pierādīt.

Ja n ir nepāra skaitlis, tad ievērosim, ka pirmās stundas laikā vismaz viens iedzīvotājs sarunās nepiedalās, tātad viņa jaunumu pēc pirmās stundas zina tikai viens iedzīvotājs. Tālākie spriedumi līdzīgi jau minētajiem.

Tagad pierādīsim, ka ar minēto stundu skaitu pietiek, lai sasniegtu pilnīgu informētību.

Vispirms aplūkosim gadījumu, kurā n ir divnieka pakāpe, $n = 2^k$. Mums jāpierāda, ka pilnīgu informētību var sasniegt $\lceil \log_2 2^k \rceil = k$ stundās.

Izmantosim matemātisko indukciju pēc parametra k .

Bāze, ja $k = 1$, ir acīm redzama.

Pieņemsim, ka mūsu apgalvojums ir pareizs, ja $k=m$, t. i., pieņemsim, ka 2^m iedzīvotāju gadījumā pilnīgu informētību var panākt m stundās. Aplūkosim 2^{m+1} iedzīvotājus. Mums jāpierāda, ka viņu pilnīgu informētību var panākt $m+1$ stundās.

Sadalīsim 2^{m+1} iedzīvotājus divās grupās pa 2^m cilvēkiem katrā. Saskaņā ar induktīvo hipotēzi katras grupas ietvaros var panākt pilnīgu informētību m stundās. Pēdējo stundu izmantosim, liekot runāt savā starpā 2^m cilvēku pārim, kas katrs satur pa vienam cilvēkam no katras grupas. Tādējādi pilnīga informētība būs panākta. Pierādījums pabeigts.

Tagad aplūkosim gadījumu, kurā n ir nepāra skaitlis. Tādā gadījumā n atrodas starp divām vienotrai sekojošām divnieka pakāpēm; varam pieņemt, ka $2^k < n < 2^{k+1}$. Tad $[\log_2 n] = k+1$, un mums jāparāda, kā panākt pilnīgu informētību $k+2$ stundās.

Varam rīkoties, piemēram, šādi. Sadalām visus n iedzīvotājus divās grupās: grupā A, kurā ir 2^k iedzīvotāju, un grupā B, kurā ir $(n-2^k)$ iedzīvotāju. Saskaņā ar k izvēli grupā B ir mazāk iedzīvotāju nekā grupā A.

Pirmajā stundā katrs B iedzīvotājs sarunājas ar kādu no A iedzīvotājiem (daļa A iedzīvotāju šajās sarunās nepiedalās). Pēc tam k stundās A iedzīvotāji savā starpā panāk pilnīgu informētību (kā to izdarīt, parādīts iepriekš). Pēc tam pēdējā stundā katrs B iedzīvotājs, sarunājoties ar kādu A iedzīvotāju, arī uzzina visas viņam vēl trūkstošās ziņas.

Atliek aplūkot gadījumu, kurā n ir pāra skaitlis, bet nav divnieka pakāpe. Atkal varam pieņemt, ka $2^k < n < 2^{k+1}$. Mums jāpierāda, kā sasniegt pilnīgu informētību $k+1$ stundās.

Apzīmēsim $n=2m$, kur m ir naturāls skaitlis, un izveidosim divas vienādas platformas regulāra m -stūra formā, kas atrodas tieši viena virs otras un nostiprinātas uz kopīgas vertikālas ass. Katras platformas katrā stūrī novietosim pa ciemata iedzīvotājam: uz augšējās platformas — A_1, A_2, \dots, A_m , uz apakšējās — B_1, B_2, \dots, B_m , turklāt A_i un B_i atrodas tieši viens virs otra ($i=1; 2; \dots; m$).

Pirmajā stundā savā starpā sarunājas tie iedzīvotāji, kas atrodas tieši cits virs cita. Pir-

mās stundas beigās augšējo platformu pagriežam par vienu vienību pulksteņa rādītāja kustības virzienā («vienība» šajā gadījumā ir leņķis $\frac{2}{m}\pi$, t. i., leņķis, par kādu jāpagriež regulārais m -stūris ap tā centru, lai katra virsotne nostātos nākamās virsotnes iepriekšējā vietā). Tagad atkal liekam sarunāties iedzīvotājiem, kas atrodas cits virs cita. Otrās stundas beigās pagriežam augšējo daudzstūri par divām vienībām, trešās stundas beigās — par četrām, k -tās stundas beigās — par 2^k vienībām. (Ievērosim, ka $2^k > m$.) Lasītājs pats var izsekot, ka katrs jaunums ir izplatījies starp visiem ciemata iedzīvotājiem.

Līdz ar to teorēma pierādīta.

Tagad aplūkosim citu nostādni, kurā mūs neinteresē tas, lai ziņas izplatītos ātri, bet gan tas, lai jaunumu izplatīšanās notiktu ekonomiski. Cik liels mazākais telefonsarunu skaits garantē ciemata iedzīvotāju pilnīgu informētību?

Lasītājs var viegli pārbaudīt, ka gadījumā, ja $n=2$, nepieciešama un pietiekama ir viena saruna, bet gadījumā, ja $n=3$, nepieciešamas un pietiekamas ir 3 sarunas. Turpināk aplūkosim gadījumu, kad $n \geq 4$.

Tā kā ar vēstulēm informācija izplatās tikai vienā virzienā, bet telefonsarunās — abos, varētu domāt, ka minimālajam pietiekamajam telefonsarunu skaitam jābūt apmēram divas reizes mazākam nekā vēstuļu skaitam, t. i., $\approx n$. Tomēr izrādās, ka šī informācijas «divpusējā izplatīšanās» nedod gandrīz nekādu efektu.

2. teorēma. Ja $n \geq 4$, tad nepieciešamais un pietiekamais telefonsarunu skaits, kas ļauj sasniegt pilnīgu informētību, ir $2n-4$.

Pietiekamība. Sadalīsim iedzīvotājus 2 grupās A_1, A_2, \dots, A_m un B_1, B_2, \dots, B_k tā, lai katrā no tām būtu vismaz 2 iedzīvotāji; tā tad $m \geq 2, k \geq 2$ un $m+k=n$. Vispirms noorganizēsim sarunas $A_1-A_2, A_2-A_3, A_{m-1}-A_m$ un $B_1-B_2, B_2-B_3, \dots, B_{k-1}-B_k$ (tieši šādā secībā). Pēc $m+k-2$ sarunām A_{m-1} un A_m zina visus A grupas jaunumus, bet B_{k-1} un B_k — visus B grupas jaunumus. Tālāk noorganizējam sarunas $A_{m-1}-B_{k-1}$ un A_m-B_k ; pēc tām $A_{m-1}, B_{k-1}, A_m, B_k$ zina

visus jaunumus. Beidzot kāds no viņiem piezvana atlikušajiem $n-4$ cilvēkiem un pastāsta tiem visus jaunumus. Kopā patērētas $(m+k-2)+2+n-4=(m+k)+n-4=2n-4$ sarunas.

Nepieciešamība. Tagad pierādīsim, ka ar mazāk nekā $2n-4$ sarunām prasīto panākt nav iespējams. Šā fakta pierādījums ir sarežģīts (savulaik nopietnos zinātniskajos žurnālos tika publicēti 3 nepareizi pierādījumi!). Tālāk dotais pierādījums izveidots, kombinējot amerikāņu matemātiķu A. Beikera, A. Hajnala, E. Milnera, R. Šostaka un ungāru matemātiķa E. Semeredi atrisinājumus.

Atgādināsim vairākus grafu teorijas jēdzienus (precīzas un sīkas definīcijas un piemērus sk., piemēram, I. Frances rakstos iepriekšējos «Zvaigžņotās Debess» numuros).

Par grafu saucim punktu (virsoņu) kopu, kas savā starpā savienoti ar līnijām (šķautnēm).

Definīcija. Grafu sauc par sakarīgu, ja tajā katrām divām virsotnēm eksistē ceļš, kas ved no vienas virsotnes uz otru (I. attēlā grafs nav sakarīgs, jo virsotne A ir izolēta).



1. att.

Definīcija. Par grafa komponenti sauc sakarīgu dotā grafa apakšgrafu.

Risinājumā cilvēkus attēlosim kā grafa virsotnes, bet sarunas starp viņiem — kā grafa šķautnes. Teiksim, ka grafa virsotne kļūst universāla, ja tajā esošais cilvēks zina visas ziņas.

Uzskatīsim, ka sarunas notiek pēc kārtas: $s(1), s(2), \dots, s(z)$.

Tālāk seko 2 lemmas par informācijas izplatīšanos.

1. lemma. Pēc $n-2$ zvaniem nav nevienas universālas virsotnes. (Grafs ar n virsotnēm nevar būt sakarīgs, ja tajā ir $\leq n-2$ šķautnes, tādēļ arī nevar būt nevienas universālas virsotnes.)

Risinājumā patstāvīgi ar matemātisko indukciju pierādīet apgalvojumu: «Ja dots sakarīgs grafs ar n šķautnēm, tad tajā ir ne vairāk kā $n+1$ virsotne.»

2. lemma (lemma par mainīšanu).

Ja sarunas $s(\alpha), s(\alpha+1), \dots, s(\alpha+k)$ notikušas tikai starp cilvēkiem A_1, A_2, \dots, A_m , bet nākamās sarunas $s(\alpha+k+1), s(\alpha+k+2), \dots, s(\alpha+k+v)$ — tikai starp cilvēkiem B_1, B_2, \dots, B_t , turklāt visiem i, j $A_i \neq B_j$, tad no cilvēku informētības viedokļa galarezultātā nekas nemainīsies, ja sarunu grupas $s(\alpha), \dots, s(\alpha+k)$ un $s(\alpha+k+1), \dots, s(\alpha+k+v)$ laika ziņā samainīs vietām.

Tiešām, tas, vai sarunas starp cilvēkiem A ir notikušas vai ne, nekādi nevar iespaidot pārējo cilvēku, to vidū arī cilvēku B, informētību un arī otrādi.

Tālāk seko pamatapgalvojums (kas sastāv no divām daļām), kura pierādījumā lietošim matemātisko indukciju pēc k :

1) pēc $n+k-4$ zvaniem ir ne vairāk par k universālām virsotnēm;

2) ja ir tieši k universālas virsotnes, tad sarunas $s(n-3), s(n-2), \dots, s(n+k-4)$ var tā samainīt vietām, nemainot vispārējo informētību, lai pēdējās k sarunas $s'(n-3), s'(n-2), \dots, s'(n+k-4)$ būtu starp šīm k universālām (beigās) virsotnēm.

Indukcijas bāze

Ja $k=0, k=1, k=2$, tad no 1. lemmas ir skaidrs, ka pēc $n-4, n-3$ vai $n-2$ zvaniem nav nevienas universālas virsotnes.

Induktīvā pāreja

Pieņemsim, ka, ja $k < t$ ($t \in N$ ir patvaļīgs naturāls skaitlis), tad esam pierādījuši, ka:

1) pēc $n+k-4$ zvaniem ir ne vairāk par k universālām virsotnēm;

2) ja ir tieši k universālas virsotnes, tad sarunas var pārvietot tā, lai pēdējās k sarunas būtu starp šīm k (beigās universālām) virsotnēm.

Pierādīsim, ka arī tad, ja $k=t$, ir spēkā abas minētās īpašības.

1. Pierādām, ka pēc $n+t-4$ zvaniem ir ne vairāk par t universālām virsotnēm. Pieņemsim pretējo, t. i., ka pēc $n+t-4$ sarunām ir $t+1$ universāla virsotne.

Tā kā vienas sarunas laikā var nākt klāt

ne vairāk kā 2 universālas virsotnes, tad pēc $n+t-5$ sarunām bija vismaz $t-1$ universāla virsotne $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{t-1}; x_t$ un x_{t+1} radās ar $(n+t-4)$ -o sarunu. Pēc $n+(t-1)-4$ sarunām tātad ir $t-1$ universāli punkti. Tātad pēc induktīvā pieņēmuma sarunas šajā posmā var pārkārtot tā, ka sarunas $s(n+1-4), s(n+2-4), \dots, s(n+(t-1)-4)$ ir starp x_1, x_2, \dots, x_{t-1} . Pēc 2. lemmas var mainīt šo $t-1$ sarunu bloku ar pēdējo sarunu. Iegūstam, ka pēc $n-3$ sarunām būs 2 universāli punkti — x_t un x_{t+1} (jo x_t un x_{t+1} kļūst universāli pēc $n+t-4$ sarunām, bet pēdējās $t-1$ sarunās neviens no tiem nepiedalās). Iegūta pretruna ar 1. lemmu.

2. *Uzmanību!* Otrās daļas pierādījumu nekādā ziņā nedrīkst aizmirst!

Pieņemam, ka pēc $n+t-4$ zvaniem ir t universāli punkti (sarunas $s(1), s(2), \dots, s(n+t-4)$ kā iepriekš).

Apskatām pirmos $n-2$ zvanus $s(1), s(2), \dots, s(n-2)$ un radušos grafu. Tajā ir vairākas komponentes (t. i. grāfs nav sakarīgs). Pierādīsim, ka šajā grafā nevar būt izolēta virsotne x . Pieņemsim pretejo, t. i., ka tāda atrodama. Dotajā brīdī nav nevienas universālas virsotnes, tātad ar atlikušajām $t-2$ sarunām virsotnei x jāsavienojas ar vēl vismaz $t-1$ universālajiem punktiem. Tātad $t-2$ šķautnēm jāsavieno t punkti, kas nevar būt.

Tātad grafā, kas izveidojies pēc $n-2$ sarunām, nav izolētu virsotņu un katrā grafa komponentē ir notikusi vismaz viena saruna.

Līdz ar to pēc 2. lemmas varam, nemainot informētību pēc $n-2$ sarunām, sarunas samainīt tā, lai $s(n-3)$ un $s(n-2)$ būtu dažādās komponentēs. Veicam šo samaiņšanu.

Tagad pārejam tieši pie apgalvojuma pierādījuma.

Pieņemam, ka ne visi pēdējie t zvani ir starp beigās universālajiem punktiem. Tad ir tāds $p, p \leq t$, ka $p-1$ pēdējie zvani $s(n+t-p-2), \dots, s(n+t-5), s(n+t-4)$ ir starp universālajiem punktiem, bet p -tais zvans no beigām — $s(n+t-p-3)$ — nav.

Aplūkojam gadījumu, kurā $p=t$.

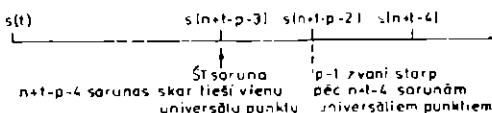
Tad saruna $s(n-2)$ ir starp beigās universālajiem punktiem, bet saruna $s(n-3)$ — nav.

Tā kā $s(n-2)$ un $s(n-3)$ ir dažādās kom-

ponentēs, tad tās var mainīt vietām. Samainot tās, saruna $s(n-2)$ jau nebūs starp universālajiem punktiem. Tātad šis gadījums reducējas uz nākamo, kurā

$$p < t.$$

Aplūkojam zvanu $s(n+t-p-3)$. Tas skar vai nu vienu, vai arī nevienu pēc $n+t-4$ sarunām universālu punktu. Ja $s(n+t-p-3)$ neskartu nevienu universālu punktu, tad pēc 2. lemmas to varētu mainīt ar visiem nākamajiem, un tad būtu iegūti t universāli punkti jau pēc $n+t-5$ zvaniem, kas ir pretrunā ar induktīvā pieņēmuma 1. daļu. Tātad $s(n+t-p-3)$ skar tieši vienu universālu punktu (sk. 2. att.).



2. att.

Atceramies, ka $p < t$.

Tagad aplūkojam pēdējo p sarunu veidoto grafu. Tajā izdalām komponenti C , kas satur sarunu $s(n+t-p-3)$. Pieņemsim, ka C satur r šķautnes ($r \leq p$), apzīmējam tās ar $\tilde{s}(1) = s(n+t-p-3), \tilde{s}(2), \tilde{s}(3), \dots, \tilde{s}(r)$, turklāt tādā secībā, kādā tās redzamas sākotnējā grafā, t. i. ja $i < j$, tad $\tilde{s}(i)$ notiek pirms $\tilde{s}(j)$.

Analogi visas pārējās šķautnes (kas beigās nenonāk komponentē C) apzīmējam ar $\tilde{\tilde{s}}(1), \tilde{\tilde{s}}(2), \dots, \tilde{\tilde{s}}(p-r)$.

Bet tad pēc lemmas par mainišanu, nemainot informētību pēc $n+t-4$ zvaniem, sarunas var pārkārtot šādā secībā:

$s(1), \dots, s(n+t-p-4), \tilde{\tilde{s}}(1), \tilde{\tilde{s}}(p-r), \tilde{s}(1), \dots, \tilde{s}(r)$
 sarunas komponentē C sarunas ārpus komponentes C

Komponentē C ir r šķautņu, tātad $\leq r+1$ virsotne. Vismaz viena no tām nav universāls punkts, jo $s(n+t-p-3)$ savienoja vienu universālu un vienu neuniversālu punktu. Tātad C satur $\leq r$ universālu punktu.

Tāpēc, notiekot sarunām $s(1), \dots, s(n+t-p-4)$, $\tilde{s}(1), \dots, \tilde{s}(p-r)$, ir radies vismaz $t-r$ universālu punktu.

Šķautņu skaits te ir $(n+t-p-4) + (p-r) = n+(t-r)-4$. Tā kā $r > 0$, tad, pēc induktīvās hipotēzes 1. daļas, pēc šīm sarunām ir radies ne vairāk par $t-r$ universālu punktu. Tātad pēc šādi sakārtotām $n+(t-r)-4$ sarunām ir tieši $t-r$ universālu punktu.

Pēc induktīvās hipotēzes 2. daļas varam pārkārtot pirmos $n+t-r-4$ zvanus tā, lai pēdējie $t-r$ no tiem būtu starp universāliem punktiem (kas nav komponentē C):

$s'(1), s'(2), \dots, s'(n-4), \dots, s'(n+t-r-4)$,
 $\bar{s}(1), \bar{s}(2), \dots, \bar{s}(r)$, kur $r \leq p < t$.

Bet tad sarunas $s'(n-3), \dots, s'(n+t-r-4)$ var mainīt vietām ar sarunām $\bar{s}(1), \bar{s}(2), \bar{s}(r)$ (zvani $s'(n-3), \dots, s'(n+t-r-4)$ ir ārpus komponentes C, bet zvani $\bar{s}(1), \bar{s}(r)$ — komponentē C):

$s'(1), s'(2), \dots, s'(n-4), \bar{s}(1), \bar{s}(2), \dots, \bar{s}(r), s'(n-3), \dots, s'(n+t-r-4)$.

Tā kā sarunas $s'(n-3), s'(n-2), s'(n+t-r-4)$ rada tieši $t-r$ universālu punktu, tad pēc sarunām

$s'(1), s'(2), \dots, s'(n-4), \bar{s}(1), \bar{s}(2), \dots, \bar{s}(r)$ būs radušies tieši r universāli punkti. Bet tad pēc induktīvā pieņēmuma šīs sarunas var pārkārtot tā, lai pēdējās r sarunas būtu starp beigās (t. i., pēc $n+r-4$ sarunām) universāliem punktiem:

$s''(1), s''(2), \dots, s''(n-4), s''(n-3), \dots, s''(n+r-4)$

starp universāliem punktiem.

Tātad visā pārkārtotajā sarunu virknē

$s''(1), s''(2), \dots, s''(n+r-4), s'(n-3), \dots, s'(n+t-r-4)$

pēdējās $r+t-r=t$ sarunas būs starp beigās universālām virsotnēm. Tādējādi pierādīts arī otrs induktīvās pārejas apgalvojums, un tādēļ pierādīts arī, starp citu, ka katram k pēc $n+k-4$ sarunām ir ne vairāk par k universālām virsotnēm.

Bet tad arī pēc $2n-5$ zvaniem ir ne vairāk

par $n-1$ universālu virsotni. Tātad, lai visas virsotnes kļūtu universālas, ir nepieciešams $2n-4$ sarunas. Teorēma pierādīta.

3. JAUNUMIEM JĀBŪT JAUNIEM

Sajā sadaļā aplūkosim vēl vienu problēmas nostādni, ko pētījis ungāru matemātiķis A. Serešs. Viņš ieguvis arī seit izklāstītos rezultātus.

Pieņemsim, ka ciemata iedzīvotājus neinteresē ne tas, cik ātri viņi uzzina visus jaunumus, ne arī tas, cik telefonsarunu tam nepieciešams, bet viņi nekādā gadījumā negrib dzirdēt divas reizes vienu un to pašu jaunumu. Pārējie nosacījumi paliek spēkā (arī tas, ka katras telefonsarunas laikā abi izslāsta viens otram visus dotajā brīdī zināmos jaunumus). Kādiem n iespējams organizēt sarunas tā, lai visi uzzinātu visus jaunumus?

Spriedumu gaitā iedzīvotājus sauksim par plāpām.

Apzīmēsim plāpas alfabētiskā secībā ar lielajiem burtiem A, B, C, (var būt ar indeksiem), bet to sākotnēji uzzinātos jaunumus — ar atbilstošajiem mazajiem burtiem.

Pieņemsim, ka plāpas ar jaunumiem apmainās tā, lai uzdevumā minētās prasības tiktu ievērotas. Ja ar A apzīmēsim kādu no plāpām, tad par A sirdsdraudzeni vai sirdsdraugu sauksim plāpu B, ar kuru pirmo A runā. Šo faktu pierakstīsim šādi: $S(A) = B$.

1. lemma. Ja $S(A) = B$, tad $S(B) = A$.

Pieņemsim pretējo: $S(B) = C$, $C \neq A$. Jaunums a izplatās tikai reizē ar jaunumu b ; tātad tajā brīdī, kad C uzzinās a , viņš dzirdēs arī b . Bet jaunumu b viņš būs dzirdējis jau iepriekš (B pirmās sarunas gaitā). Iegūta pretruna. Lemma pierādīta.

Secinām, ka plāpas var sadalīt sirdsdraugu pāros, tātad to skaitam noteikti jābūt pāra skaitlim.

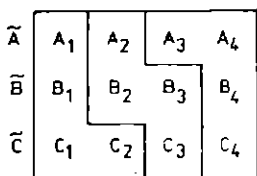
Tālāk mēs pierādīsim, ka plāpu skaits var būt jebkurš pāra skaitlis n , ja $n \geq 20$, kā arī 2, 4, 8, 12 un 16.

2. lemma. Plāpu skaits var būt 2^k , $k \in \mathbb{N}$.

Lemmas pareizība acīm redzama, ja $k=1$. Pieņemsim, ka tā pareiza 2^k plāpām. Ņemsim 2^{k+1} plāpas un sadalīsim tās 2^k pāros. Vispirms katrs pāris aprunājas savā starpā, pēc tam veidojam 2 grupas pa 2^k plāpām katrā un katrā no tām organizējam sarunas saskaņā ar induktīvo pieņēmumu.

3. lemma. Plāpu skaits var būt 12.

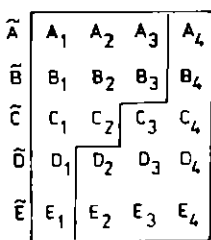
Sadalām plāpas 3 grupās pa četrām un vispirms organizējam sarunas katras grupas iekšienē. Apzīmēsim šīs grupas ar \tilde{A} , \tilde{B} , \tilde{C} . Tālāk veidojam trīs jaunas grupas (sk. 3. att.); nav grūti saprast, kādā veidā organizēt sarunas katras jaunās grupas iekšienē.



3. att.

4. lemma. Plāpu skaits var būt 20.

Sadalām plāpas pa četrām 5 grupās un vispirms organizējam sarunas katras grupas iekšienē. Tālāk sadalām visas plāpas divās grupās (sk. 4. att.). Pilnīgu informētību

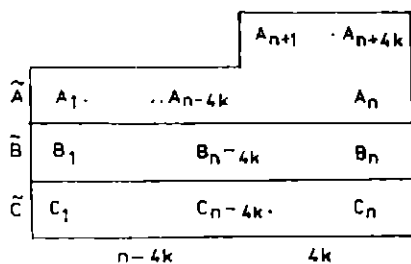


4. att.

«augšējās» grupas ietvaros var panākt ar sarunām D_1E_1 , A_1C_1 , B_1D_1 , C_1D_1 , A_1E_1 , A_1B_2 , B_3E_1 , B_1C_2 , A_2B_1 , A_3C_2 (tieši šādā kārtībā). Līdzīgi rīkojas «apakšējās» grupas ietvaros.

5. lemma. Ja n ir pieļaujams plāpu skaits, n dalās ar 4, $0 \leq 4k \leq n$ un $n+4k$ ir pieļaujams plāpu skaits, tad $3n+4k$ arī ir pieļaujams plāpu skaits.

Sadalīsim $3n+4k$ plāpas trīs grupās: \tilde{A} satur $n+4k$ plāpas, \tilde{B} un \tilde{C} pa n plāpām (sk. 5. att.).



5. att.

Vispirms organizējam sarunas katras grupas ietvaros. Pēc tam izveidojam $(n-4k)/4$ grupas, katra no kurām satur 12 plāpas (pa četrām no grupu \tilde{A} , \tilde{B} , \tilde{C} kreisajiem apgabaliem), un $4k$ grupas, katra no kurām satur pa vienai plāpai no \tilde{B} un \tilde{C} un divas plāpas no \tilde{A} . Viegli saskatīt, kādā veidā katras jaunās grupas ietvaros panākt pilnīgu informētību.

Tagad pierādīsim, ka visi $n \geq 20$, kas dalās ar 4, ir pieļaujami plāpu skaits. Tiešām, pieņemsim, ka n ir mazākais no tiem naturālajiem skaitļiem, kas dalās ar 4, nav mazāki par 20 un nevar būt par pieļaujamu plāpu skaitu. No jau pierādītā seko, ka $n \geq 24$. Tā kā 5. lemmā var ņemt $n=8$, $k=0$, tad jābūt $n > 24$. Dalīsim n ar 12 ar atlikumu. Pastāv 3 iespējas:

- $n = 12t + 4$, $t = 2; 3; \dots$;
tā nevar būt, jo saskaņā ar n izvēli $4t$ un $4t+4$ ir pieļaujami plāpu skaits, tāpēc pēc 5. lemmas arī $3 \cdot 4t + 4 = 12t + 4 = n$ ir pieļaujams plāpu skaits;
- $n = 12t + 8$, $t = 2; 3; \dots$;
izspriežam līdzīgi, aplūkojot plāpu skaitus $4t$ un $4t+8$ (ievērojam, ka $4t \geq 8$, tālād 5. lemmu var izmantot);
- $n = 12t$, $t = 3; 4$;
izspriežam līdzīgi, aplūkojot plāpu skaitu $4t$ un ņemot 5. lemmā $k=0$.

Atliek aplūkot tos pāra skaitļus n , kas ir lielāki par 20 un nedalās ar 4. Tā kā spriedumi līdzīgi jau izdarītajiem, vietas ekonomī-

jas dēļ dosim tikai galvenos risinājuma etapus.

1. Ar tiešām konstrukcijām pierāda, ka plāpu skaits var būt 22; 26; 30; 34; 38; 42; 46; 50; 54; 58; 62.

2. Pieņemsim, ka n ir minimālais pāra skaitlis, kas lielāks par 62, nedalās ar 4 un neder par plāpu skaitu. Izsakām $n = x + 16t$, $t \geq 1$, $x \in \{50; 54; 58; 62\}$. Tālāk šķirojam gadījumus atkarībā no x .

2.1. $x = 50$. Sadalām plāpas 4 grupas, kas satur attiecīgi $4t + 8$, $4t + 8$, $4t + 12$ un $4t + 22$ plāpas. Katras grupas ietvaros sarunas var noorganizēt saskaņā ar jau pierādīto un ar n izvēli. Pēc tam izveidojam divas jaunas grupas: vienā ietilpst pa $4t$ plāpām no katras no jau minētajām četrām grupām, otrā pārējās plāpas. Katrā jaunajā grupā var panākt pilnīgu informētību. Tādējādi iegūta pretruna ar n izvēli.

2.2. $x = 54$. Rikojas līdzīgi, vispirms sadalot plāpas 4 grupās, kas satur $4t + 8$; $4t + 12$; $4t + 12$; $4t + 22$ plāpas.

2.3. $x = 58$. Rikojas līdzīgi, vispirms sadalot plāpas četrās grupās, kas satur $4t + 12$; $4t + 12$; $4t + 12$; $4t + 22$ plāpas.

2.4. $x = 62$. Rikojas līdzīgi, vispirms sadalot plāpas četrās grupās, kas satur $4t + 12$; $4t + 12$; $4t + 16$; $4t + 22$ plāpas.

Tātad ir pierādīts, ka arī visi tie pāra skaitļi, kas pārsniedz 20 un nedalās ar 4, var būt par plāpu skaitu.

Atliek noskaidrot jautājumu, vai plāpu skaits var būt 6; 10; 14; 18. Visos gadījumos atbilde ir negatīva. Mēs to pierādīsim gadījumam, kad $n = 6$.

Kā jau redzējām 1. lemmas pierādījumā attiecībā uz pirmo sarunu, plāpas apvienojas pāros. Līdzīgi pierādām: ja plāpai X pēdējā

saruna ir ar plāpu Y, tad plāpai Y pēdējā saruna ir ar plāpu X. (Izdariet to patstāvīgi!)

Iegūstam citu sadalījumu pa pariem. Turklāt skaidrs, ka neviens pirmā sadalījuma pāris vienlaicīgi nav arī otrā sadalījuma pāris.

Apzīmēsim informāciju, kas katrai plāpai ir pēc viņa pirmās sarunas (un sastāv no diviem jaunumiem), ar LJ (lielais jaunums). Pēc plāpu pirmajām sarunām izveidojas 3 lielle jaunumi (apzīmēsim tos ar α , β , γ), katru no kuriem zina 2 plāpas (sk. 6. att.). Informācija tālāk izplatās tikai LJ formā.

A	B	C	D	E	F
α		β		γ	

6. att.

Pirms savas pēdējās sarunas neviena plāpa nedrīkst zināt divus LJ. Tiešām, ja tāda plāpa X būtu, tad viņas priekšpēdējais sarunu partneris Y (tāds eksistē, jo saskaņā ar sākumā teikto katrai plāpai eksistē vismaz divi dažādi sarunu partneri — pirmais un pēdējais) pēc sarunas ar X arī zinātu šos pašus divus LJ. Tātad X un Y savās pēdējās sarunās drīkstētu runāt tikai ar divām plāpām Z un T, kas katra zina vienu (X un Y vēl nezina) LJ un neko citu. Tātad abas atlikušās plāpas (ne X, Y, Z, T) nezina un nekad neuzzinās Z un T zināmo LJ.

Tātad esam pierādījuši, ka pirms savas pēdējās sarunas katra plāpa zina tikai vienu LJ. Bet tad (atceroties sākumā minēto) pēc pēdējās sarunas viņš zinās tikai divus LJ, tātad — nezina visu.

Gadījumus, ja $n = 10; 14; 18$, analizē līdzīgi. Piedāvājam lasītājam to izdarīt patstāvīgi.

A. A n d ž ā n s

VASARAS NOVĒROŠANAS NOMETNE «ĒRĢĻA DELTA»

No 1994. gada 12. līdz 15. augustam Siguldā, Latvijas Astronomijas biedrības observatorijā, notika vasaras novērošanas nometne «Ērģļa Delta» (sk. krāsu ielikumu). Tāpat kā citus gadus, tajā galvenokārt piedalījās skolēni un studenti, kas interesējās par astronomiju. Šoreiz Siguldā bija sapulcējušies 22 jaunie astronomi no Rīgas, Jūrmalas, Salaspils, Valmieras, Tukuma un Kuldīgas.

Meteoru novērojumi šogad bija visai sekmiģi. Pirmajā vakarā, kad bija gaidāms Perseīdu maksimums, debesis gan bija skaidras tikai divas stundas, tomēr šajā laikā nometnes dalībnieki paspēja ieraudzīt 101 meteoru, vairums no kuriem bija Perseīdas. Nākamajā dienā notika Saules novērojumi. Uz Saules diska bija redzamas trīs nelielas plankumu grupas, kas tika rūpīgi apskatītas un uzzīmētas. Otrajā vakarā debesis bija skaidras tikai nepilnu stundu, tāpēc novērojumi bija epizodiski. Trešās dienas rītā nolija spēcīgs lietus, kas tomēr nemazināja dalībnieku apņēmību izpildīt nometnes programmu līdz galam. Sis cerības attaisnojās, jo pēdējā naktī debesis bija skaidras un ļoti dzidrās. Daļa novērotāju skaitlīja meteorus, bet citi novēroja debess dziļu objektus ar Siguldā observatorijas 13 cm refraktoru, dažās stundās pagūstot apskatīt lielu daudzumu zvaigžņu kopu (Perseja dubultkopu, M 2, M 11, M 16, M 36, M 37, M 38, M 71), miglāju (M 8, M 17, M 27, M 57) un galaktiku (M 31, M 33, M 51, M 74). No planētām labi bija

novērojams tikai Saturns, kam bez Titāna bija redzami arī citi pavadoņi.

Nometnes viesis šogad bija LU Fizikas un matemātikas fakultātes docents profesors T. Romanovskis, kurš uz nometnes laiku nodeva tā dalībnieku rīcībā personālo skaitļotāju PC 386 un aicināja uz sadarbību skaitļotāju un astronomijas saskares jomā. Jaunie astronomi ar interesi iepazīnās ar astronomiskajām programmām «Dance of planets», «Skyglobe» un citām, kā arī paši izmēģināja savus spēkus programmēšanā.

Skolēniem un studentiem bija iespēja pārbaudīt savas zināšanas astronomijā, atbildot uz astronomijas testa 195 jautājumiem. Veiksmīgākās atbildes un nepilnības zināšanās tika pārspriestas pie nometnes ugunskura. Tika pārrunāts arī kopīga teleskopa izgatavošanas projekts. Spoguļi 25 cm diametrā šim teleskopam ir sagādājuši Latvijas Astronomijas biedrība. Tā sakot, «cirvja kāts» jau ir, atliek tikai «izvārit zupu», t. i., uzbūvēt pašu teleskopu.

Visi dalībnieki devās pārgājienā gar ēnaino Gaujas krastu uz Lielo Velna alu, pa ceļam apskatot divas mazākas alas: Aunapieri un Mazo Velna alu. Atpakaļceļš veda pa upes otru krastu, garām Siguldā bobsleja trasei. Otra pārgājiena maršruts bija tradicionāls — no Gūtmaņa alas uz Turaidas pili, tālāk uz Dainu kalnu un Siguldā pilsdrupām. Vienā no vakariem bija iespējams noskatīties, kā gumijas trosē iesieli drošminieki lec no gaisa

tramvaja vagoniņa, kas karājās augstu virs Gaujas.

Jaunie astronomi ne tikai novēroja debess objektus un izklaidējās, bet paveica arī vēl ko derīgu. Tika apzāģēti vairāki koki, to vidū viens visai liels, kas traucēja debess novērošanu teleskopa paviljona apkārtnē.

So nometni organizēja LU Astronomiskā observatorija un Latvijas Astronomijas biedrība, kas arī uzņēmās ar to saistītos izdevumus. Ipaši pirmajās naktīs nometnē valdīja

azartisks novērošanas gars. Kopīgā darbības deva iespēju nomelnes dalībniekiem labāk iepazīt citam citu, pārrunāt astronomijas jaunumus, kā arī vienoties par kopīgiem novērojumiem nākotnē. Šāda nometne tiks organizēta atkal 1995. gadā no 10. līdz 13. augustam. Sikāka informācija pa telefonu 223149.

I. Vīlks, nometnes vadītājs

JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ

**** Pirms dažiem gadiem holandiešu zinātnieks K. Velkens (*Ch. Waelkens*) ar līdzstrādniekiem, pētot spožo zvaigzni HR 4049, atklāja, ka tās spektrā ir tikai H, C, N un O atomu līnijas. Detalizēti ķīmiskā sastāva pētījumi liecināja, ka dzelzs daudzums fotosfērā ir apmēram desmit tūkstošus reizu mazāks nekā dzelzs saturs Saulei. Vēlāk atrada vēl dažas tādas zvaigznes, no kurām zvaigzne HD 52961 ir ar izcili mazu dzelzs saturu ($Fe/H = -5,0$, t. i., 100 000 reizu mazāk nekā Saulei). Sākotnējais pieņēmums, ka šīs zvaigznes ir ar smagajiem elementiem visnabadzīgākās un tāpēc visvecākās zvaigznes Galaktikā, izrādījās nepareizs, jo C, N, O un S saturs ir līdzīgs kā Saulei. Ar atmosfēru modeļu palīdzību pētot zvaigzni HD 52961, konstatēja, ka arī cinka saturs ir tāds pats kā Saulei. Tādējādi tām trūkst tikai Fe, Ti, Ca un dažu citu metālu. Šīs zvaigznes letilpst dubultzvaigžņu sistēmās ar plašu ekscentrisku orbītu, un ap četrām no tām ir putekļu apvalki. Izvirzīta hipotēze, ka šie objekti vēl ir zvaigznes attīstības stadijā pēc asimptotiskā milžu zara un dzelzs un citi metāli, kas nav novērojami fotosfērā, ir uzkrāti to putekļu apvalkā.**

**** Cefeīdu novērošana ir viena no standartmetodēm attālumu noteikšanā. Tāpēc ir ļoti svarīgi atklāt cefeīdas tālās galaktikās, tādējādi precizējot to attālumus un izmantojot novērojamo sarkano nobīdi, noteikt Habla konstantes vērtību. Ar šādu mērķi, izmantojot Kanādas un Francijas teleskopu Havaju salās, veikti Jaunavas galaktiku kopas galaktikas NGC 4771 pētījumi. Atklātas četras mainzvaigznes ar spožumu sarkanajos staros diapazonā no 23,4 līdz 24,1 zvaigzņlielumam un periodu no 50 līdz 90 dienām. Aprēķinātais attālums līdz galaktikai ir 14,1 megaparseks, kas liecina par labu tā saucamai šajai attālumu skalai līdz Jaunavas galaktiku kopai; attiecīgā Habla konstantes vērtība ir 93 km/(s. Mpe).**

**** Planētu meklēšana ap citām zvaigznēm (izņemot Sauli) līdz šim bijusi nesekmīga. Visai negaidīti 1992. gadā tika atklātas planētas ap ātri rotējošu vecu neitronu zvaigzni B 1257+12. Tika konstatēts, ka tās tuvumā ir divas planētas ar masu $2,8 M_{\oplus}$ (M_{\oplus} — Zemes masa) un $3,4 M_{\oplus}$ attiecīgi 0,36 un 0,47 astronomisko vienību attālumā no apriņķošanas periodiem 66,5 un 98,2 dienas. Turpinot šos pētījumus, atklāja arī trešo ļoti mazas masas planētu ($0,015 M_{\oplus}$) ar apriņķošanas periodu 25,3 dienas 0,19 astronomisko vienību attālumā no pulsāra. Konstatēta arī gravitācijas mijiedarbība starp abām masīvajām planētām, kas apliecina to planetāro dabu.**

DRAMATISKA CĪŅA PAR VENTSPILS ANTENĀM UN VSRC

Iepriekšējā «Zvaigžņotās Debess» numurā šā raksta autors informēja par iespējam izmantot Krievijas armijas Kosmisko sakaru centra (k/d 51429) jeb tā sauktā objekta «Zvaigznīte» antenas Ventspils rajona Ances ciemā augstvērtīgu zinātnisko pētījumu veikšanai un iecerī izveidot uz to bāzes Ventspils radioastronomijas centru* vai Ventspils starptautisko radioastronomijas centru (VSRC). Pēdējais projekts šķiet pievilcīgāks gan zinātnes internacionālā rakstura dēļ, gan tādēļ, kaniecīgais finansējums, ko — vismaz pašlaik — Latvijas valdība var atvēlēt zinātnei, nekādi nespētu nodrošināt šāda centra normālu funkcionēšanu bez citu valstu līdzdalības. So iecerī principā atbalstīja gan bijušais Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) prezidents akadēmiķis J. Lielpēters, gan pašreizējais LZA prezidents akadēmiķis T. Millers, gan izglītības un zinātnes (IZ) ministrs J. Vaivads, gan šīs ministrijas Augstākās izglītības un zinātnes departamenta direktors A. Kapenicks. To, protams, atbalstīja arī Krievijas ZA prezidents akad. J. Osipovs, bez kura akcepta Krievijas armijas vadība par šādu variantu diez vai būtu kaut kādas sarunas vispār uzsākusi.

Lai konkretizētu un īstenotu šo ideju, laikā no 1994. gada 25. līdz 28. aprīlim Rīgā, Lat-

vijas Zinātņu akadēmija uzturējās autoritatīva Krievijas Federācijas delegācija 8 cilvēku sastāvā, no kuriem pieci — A. Finkelšteins, M. Kaidanovskis, B. Koinašs, B. Poperečenko un A. Romanovs — parstāvēja Krievijas Zinātņu akadēmiju un trīs — V. Lastovskis, G. Poļeščuks un V. Tjumencevs — Krievijas Aizsardzības ministriju (AM), kuras īpašumā bija galvenais sarunu priekšmets, t. i. 32 un 16 m antenas. Sis delegācijas vadītāji bija ģeneralleitnants G. Poļeščuks un prof. A. Finkelšteins.

Sarunās ar šo delegāciju no Latvijas puses arī piedalījās astoņas personas — E. Bervalds, J. Ekmanis, A. Kapenieks, V. Kozlovskis, J. Upmalis, D. Valdmanis, J. Zagars un šo rindu autors (turpmāk — autors). Latvijas puses pārstāvniecība tika uzticēta J. Upmalim — Krievijas karaspēka izvešanas no Latvijas kontroles biroja vadītājam un akad. J. Ekmanim — LZA viceprezidentam.

Šo sarunu, kuras nevarētu nosaukt par vienglām un vienkāršām, rezultātā tika panākta vienošanās un parakstīts nodomu protokols, kurā abas sarunu puses piekrita VSRC izveidošanas lietderībai, tā izmantošanai tikai zinātniskiem un miermīlīgiem mērķiem, iespējai iesaistīt tā darbā citas ieinteresētās puses utt. Krievijas puse apņēmās veikt pasākumus, lai varētu segt ap 90—95% no VSRC ekspluatācijas izdevumiem, taču izvirzīja noteikumu, lai šā centra organizēšanu atbalstītu Latvijas Republikas (LR) valdība, kura līdz ar to garantētu, ka antenu komplekss, kas tādējādi

* Sk.: *Balklavs A.* Vai būs Ventspils radioastronomijas centrs // *Zvaigžņotā Debess.* — 1994./95. gada ziema. — 55. lpp.

nonāktu Latvijas pārziņā un rīcībā, netiktu izmantots sākotnējam uzdevumam — kosmiskajai izlūkošanai jeb, tautas valodā runājot, spiegošanai, taču šoreiz jau pret Krieviju. Šī Krievijas AM vai faktiski valdības izvirzītā prasība šķita tik loģiski pamatota un pieņemama, ka Latvijas puse to akceptēja, nenemot vērā J. Upmaļa brīdinājumu, ka VSRC organizēšana LR valdības atbildības līmenī var radīt lielas grūtības un sarežģījumus. Brīdinājums, kas acimredzot bija izteikts, balstoties uz pamatīgu iepriekšējā darba pieredzi, izrādījās ļoti pravietisks — ap VSRC jautājumu sākās grūti saprotama vilcināšanās un neizlēmība no LR Ministru kabineta (MK) vadības puses.

30. maijā uz «Zvaigznīti», lai iepazītos ar objektu, tā stāvokli un gatavību nodošanai Latvijai, izbrauca Ministru prezidents V. Birkavs ar sava kabineta atbildīgiem darbiniekiem. Noslēguma pārrunās ar Latvijas un Krievijas zinātnieku pārstāvjiem viņš neizrādīja īpašu iepriecinājumu par iecerēm šā objekta turpmākai izmantošanai. Ar objektu iepazīs arī viena no, varētu teikt, visvairāk ieinteresētajām pusēm — līvu pārstāvis Saeimā LNNK frakcijas deputāts D. Stalls, kas gluži otrādi, t. i., visnotaļ pozitīvi, vērtēja plānus par objekta konversiju. Notikums guva plašu atspoguļojumu daudzos valsts masu informācijas līdzekļos, kuru korespondenti kuplā skaitā arī bija ieradušies objektā.

Jautājuma izskatīšana MK kavējās, lai gan vienīgais, kas bija vajadzīgs tā risinājuma tālākvirzībai pēc būtības, bija principiāls valdības atbalsts VSRC organizēšanas idejai. Tas varēja būt pat tikai apgalvojums, ka valdība neiebilst pret šo ideju, protams, papildus izvirzot tos vai citus noteikumus, kuru izpilde būtu nepieciešama, lai tiktu ievērotas Latvijas intereses un garantēta tās drošība. Par kavēšanās cēloni var uzskatīt Ministru prezidenta nostājas maiņu VSRC organizēšanas jautājumā. Uz pirmo LZA prezidenta akad. J. Lielpētera premjerministram V. Birkavam adresēto vēstuli par Ventspils 32 m antenu bija V. Birkava norāde, ka apskatāmais jautājums jākārtro, ievērojot zinātnieku intereses, taču vēlāk, 1994. gada 5. maijā, rezolūcija jau

tika mainīta tādējādi, ka zinātnieku intereses, protams, jāievēro, bet Latvijas intereses ir pāri visām citām. Tātad bez jebkādas argumentācijas vai konkrēta piemēra tiek norādīts, ka Latvijas zinātnieku intereses var būt pret-runā ar Latvijas valsts interesēm (???)

Bez dotajā situācijā tik nepieciešamā principiālā atbalsta vai piekrišanas par VSRC izveidošanu no Latvijas valdības puses kā obligāta tiek izvirzīta prasība, lai VSRC būtu ne tikai divpusēja Latvijas un Krievijas zinātnieku kooperācija, bet lai tā veidošanā (kas vēl ir zem lielas jautājuma zīmes) iekļautos arī Rietumvalstu zinātnieki.

Pildot šo prasību, LZA Radioastrofizikas observatorijas darbinieki — VSRC izveidošanas iniciatīvas grupas vadītājs prof. E. Bervalds un šo rindu autors, aktīvi līdzdarbojoties un palīdzot LZA ārzemju loceklim Lundas observatorijas (Zviedrija) prot. D. Draviņam un vēl daudziem citiem, paveica gandrīz neiespējamo — ieguva principiālo atbalstu VSRC organizēšanas idejai un gatavību sadarboties no vairākām Rietumvalstu organizācijām. Tās bija: lielākās Rietumvalstu starptautiskās zinātniskās institūcijas — JIVE [akronims no nosaukuma angļu valodā — Joint Institute for VLBI in Europe, t. i., Eiropas apvienotais VLBI (attiecīgi — Very Long Base line Interferometry vai latviski — ļoti garas bāzes interferometrija) institūts] un URSI (akronims no nosaukuma franču valodā — Union Radio-Scientifique Internationale, t. Starptautiskā radiozinātņu savienība, kas koordinē radioastronomisko pētījumus visā pasaulē), kā arī divas autoritatīvas Rietumvalstu zinātniskās iestādes — Onsālas kosmiskā observatorija (Zviedrija) un Maksa Planka Radioastronomijas institūts (Vācija). Šīs iestādes izteica atbalstu, neiepažīstoties ar 32 m un 16 m antenu reālo stāvokli (sk. krāsu lielumu). Tas viss prasīja daudzus desmitus vēstuļu, telefonsarunu, faksu, pārrunu, saskaņojumu, konsultāciju utt. Tika sastādīts un MK iesniegts arī premjera V. Birkava pieprasītais organizējamā objekta tehniski ekonomiskais pamatojums.

Par astronomisko pētījumu nepieciešamību un lomu nācīgas garīgajā dzīvē, kā arī par

Latvijas astronomu nodomiem attiecībā uz Krievijas armijas objektu «Zvaigznīte» tika informēti Latvijas iedzīvotāji (sk. autora interviju «Vai latviešiem vajadzīga astronomija?», laikr. «Labrīt», 1994. gada 21. marts, nr. 67, 14. lpp., un «Vai līvu krastā būs starptautisks radioastronomisks centrs?», laikr. «Neatkarīgā Cīņa», 1994. gada 14. jūnijs, nr. 137 (882), 6. lpp.), kā arī LNNK un «Tēvzemei un brīvībai» frakciju deputāti D. Stalts un M. Grīnblats. Apjomīgu informāciju un savas pozitīvās attieksmes pamatojumu Saimes Izglītības, kultūras un zinātnes komisijai (deputātam D. Staltam) sagatavoja un 1994. gada 1. jūnijā izsūtīja prof. D. Draviņš (esam iecerējuši to arī publicēt kādā no tuvākajiem «Zvaigžņotās Debess» numuriem). 1994. gada 10. jūnijā savu atbalstu VSRC organizēšanai izteica Latvijas Zinātnes padomes Fizikas, matemātikas un astronomijas nozares ekspertu komisija akad. M. Jansona vadībā.

Pēc premjerministra V. Birkava norādījuma valdības lēmuma sagatavošana VSRC jautājumā tika uzdota MK Valsts un sociālo lietu komitejai. Tā savā 1994. gada 20. jūnija sēdē valsts reformu ministra M. Gaiļa vadībā, piedaloties prof. E. Bervaldam, J. Upmalim, A. Kapeniekam un autoram, akceptēja zinātnieku izstrādāto lēmuma projektu, kurā tika atbalstīta bijušā Krievijas Federācijas militārā objekta «Zvaigznīte» saglabāšana valsts īpašumā un tā nodošana LZA valdījumā ar nolūku organizēt uz tā bāzes zinātnisku iestādi — bezpeļņas organizāciju «Ventspils starptautiskais radioastronomijas centrs». Jau šķīta, ka jautājums tuvojas savam normalam, loģiskam atrisinājumam.

Taču MK 1994. gada 28. jūnija sēdē, uz kuru bija uzaicināti un arī piedalījās LZA pārstāvji prof. E. Bervalds un autors un kurā vajadzēja akceptēt sagatavoto rīkojuma projektu, tas tomēr tika noraidīts, balstoties galvenokārt uz Arlietu ministrijas (AM) valsts sekretāra M. Virša izteikumiem par nepieciešamību ievērot valsts drošību. Nelīdzēja ne IZ ministra J. Vaivada atbalsts, ne prof. E. Bervalda izturētā, ne autora visai asā uzstāšanās. Jautājuma galīga izlemšana atkal

tika atlikta uz nākamo MK sēdi, kas bija ielānota 19. jūlijā.

Sakarā ar Latvijas valdības neizlēmību un vilcināšanos pār Ventspils antenām savilkās visai nopietni iznīcības draudu mākoņi. Krievijas armija, kuras īpašumā bija «Zvaigznīte», saskaņā ar savas valdības lēmumu bija gatava nodot šo stratēģiski svarīgo objektu zinātnieku rīcībā tikai ar iepriekšminēto noteikumu, t. i., tad, kad Latvijas valdība oficiāli ar savu lēmumu atbalstīs starptautiska zinātniska centra organizēšanu un līdz ar to uzņemsies atbildību un garantēs šā objekta resursu izmantošanu tikai zinātniskiem vai citiem miermīlīgiem mērķiem. Pretējā gadījumā bija paredzēta antenu daļēja demontāža, bet atlikušās daļas varbūtēja uzspīdzināšana. Pēc Krievijas armijas izvešanas grafika «Zvaigznīti» apsaimniekojošajai karaspēka daļai līdz pat pēdējai militārpersonai objektu vajadzēja atstāt 22. jūlijā, bet MK sēde ar nezināmu un neprognozējamu lēmumu bija paredzēta tikai 19. jūlijā. Karaspēka daļas vadībai radās pamatotas bažas, vai Latvijas valdības negatīva lēmuma gadījumā tai pietiks laika izpildīt savas pavēlniecības rīkojumu par antenu likvidēšanu.

Autoram radās iespaids, ka kādas, visādā ziņā Latvijā ļoti iespaidīgas aprindas ir ieinteresētas, lai Ventspils antenas tiktu likvidētas vai vismaz padarītas nelietošanas. Ministru prezidents, ļoti labi apzinoties starptautisko zinātnisko un arī citu aprindu iespējamo reakciju, nevēlējās skaidri un nepārprotami VSRC organizēšanu noraidīt, bet, operējot ar neargumentētām norādēm par Latvijas drošības interesēm, piekopa novilcināšanas taktiku cerībā, ka neizturēs Krievijas armijas vadības nervi un tā, būdama spiesta ievērot armijas izvešanas termiņus, izdos pavēli antenas likvidēt. Tādējādi Latvijas valdība būtu saglabājusi savu starptautisko prestižu, jo vilcināšanās, it sevišķi, ja tā tiek pamatota ar rūpēm par valsts drošības garantēšanas prioritāti, bez šaubām, nevar būt nekas nosodāms, bet viss «nesmukums» par VSRC idejas īstenošanas izjaukšanu gultos uz Krieviju, respektīvi, tās militāro vadību. Protams, tā ir tikai autora versija, bet citādu izskaidrojumu

visam šim būtībā skaidrajam, taču varas gaitenos mākslīgi sarežģītajam un vilcinātajam jautājuma risinājumam grūti atrast, ja vien negrib valdības vadībai pārņemt vēl smagāku vainu — nekompetenci.

Sākās patiešām satraucoša nervu spēle. 1994. gada 14. jūlijā LZA prezidents akad. T. Millers nosūta premjerministram V. Birkavam vēl vienu vēstuli, aicinot paredzamajā 19. jūlija MK sēdē pieņemt zinātnieku izstrādāto rīkojuma projektu par VSRC organizēšanu. Latvijas un Krievijas zinātnieku veiktais situācijas izskaidrošanas darbs, kā arī norāde par iespējamo starptautisko rezonansi, šķiet, palīdzēja izturēt arī Krievijas armijas vadības nerviem. Līdz 1994. gada 19. jūlijam abas antenas joprojām stāvēja neskartas.

Latvijas Ārlietu ministrija informēja, ka tā pa diplomātiskajiem kanāliem mēģinājusi noskaidrot Rietumvalstu oficiālo nostāju par VSRC izveidošanu ar Krievijas piedalīšanos. Nav saņemtas ne nepārprotami pozitīvas, ne nepārprotami negatīvas atbildes (bet kā gan citādi! — *Autora replika*). Tajā pašā laikā ĀM norādīja, ka, ņemot vērā pozitīvo un pat uzstājīgo autoritatīvāko šīs nozares starptautisko zinātnisko centru un organizāciju pozīciju, negatīvs lēmums jautājumā var VSRC izveidi varētu negatīvi iespaidot LR prestižu ārvalstu zinātniskajās aprindās.

Un tā atausa 19. jūlija rīts. Uz MK sēdi uzaicinātie zinātnieku pārstāvji, prof. E. Bervalds, IZ ministrijas Augstākās izglītības un zinātnes departamenta direktors A. Kapeņnieks un autors, tomēr nevarēja sēdē piedalīties, jo tā bija slēgta. Ap astoņiem vakarā ministrs J. Vaivads aiz durvīm sēdošajiem paziņoja, ka zinātnieku sagatavotais valdības

rikojuma projekts nav pieņemts, bet ka valdība principā neiebilstot pret VSRC izveidošanas ideju un objektā «Zvaigznīte» esošā valsts īpašuma nodošanu Latvijas Zinātņu akadēmijas valdījumā. Tas tikšot noformēts attiecīgā valdības rīkojuma veidā, kuru premjerministrs V. Birkavs esot apņēmis parakstīt. 20. jūlijā LZA saņemšot šīs sēdes protokola izrakstu un, ja Krievijas armijas pārstāvniecībai ar to pietikšot, varot sākt objekta pārņemšanu. Par laimi, Krievijas pusei ar to pietika, un 1994. gada 22. jūlijā tika parakstīts objekta «Zvaigznīte» nodošanas un pieņemšanas akts (prof. E. Bervalds bija šīs komisijas priekšsēdētājs, bet autors — viens no tās locekļiem). Ar to objekts (starp citu, atšķirībā no daudziem citiem Krievijas armijas atstātajiem objektiem nodots Latvijas pusei labā, nesabojātā stāvoklī) ar abām antenām, kura vērtība noteikta 10 714 650 tūkstoši Krievijas rubļ. pēc Krievijas puses un 1 071 465 Ls pēc Latvijas puses vērtējuma, ir nonācis LZA valdījumā. Tās pašas dienas vakarā pēdējie Krievijas armijas pārstāvji šā objekta teritoriju atstāja.

Burtiski dažu stundu laikā bija jānoorganizē objekta apsardze, lai pasargātu to no pašreizējos Latvijas apstākļos gandrīz vai par tradīciju kļuvušās izlaupišanas, uz ko acimredzot jau cerēja ne vienā vien uz šo gadījumu sagatavojusies un gan ar, gan bez transportlīdzekļa ieradusies civilpersona.

Minētais LR valdības rīkojums par «Zvaigznīti» līdz 18. augustam — šā raksta uzrakstīšanas brīdī — vēl nebija parakstīts. Bet par to un tālāko, kas saistīts ar VSRC, cerams, citreiz.

A. B a l k l a v s

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1995. GADA PAVASARĪ

1995. g. astronomiskais pavasaris sāksies 21. martā pl. 4^h14^m, kad Saule savā šķietamajā kustībā pa ekliptiku nonāks pavasara punktā (Υ), kas atrodas Zivju zvaigznājā. No šā brīža līdz pat rudens sākumam Saule atradīsies debess sfēras ziemeļu puslodē. Tas nozīmē, ka Zemes ziemeļu puslodē dienas būs garākas nekā naktis un tā saņems vairāk gaismas un siltuma nekā dienvidu puslode.

Astronomiskais pavasaris beigsies 21. jūnijā pl. 23^h34^m, kad Saule ieies Vēža zīmē ($\♋$). Šajā brīdī tai būs maksimālā deklinācija, bet nakts no 21. uz 22. jūniju būs pati īsākā visā 1995. gadā.

Pavasari labākais laiks, kurā var iepazīties ar zvaigžņoto debesi, ir līdz maija vidum, jo vēlāk debess vērošanu traucē gaišās naktis.

Pavasara sākumā vakaros vēl ļoti novērojami krāšņie ziemas zvaigznāji — Orions, Vērsis, Vedējs, Dviņi, Lielais Suns un Mazais Suns. Tomēr pavisam drīz tos nomaina pavasara zvaigznāji — Vēzis, Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis un Berenikes Mati.

Visvairāk spožo zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā. Tā izteismīgā figūra ļoti izceļas uz citu pavasara zvaigznāju tona. Interesanti, ka šopavasār pierasto Lauvas izskatu mainīs Marss, kuru ļoti varēs pazīt pēc lielā spožuma un sarkanīgās krāsas (maiņa otrajā pusē tas atradīsies pavisam tuvu Regulam — Lauvas α).

Gaišajās maija naktis par orientieriem var kalpot Spika (Jaunavas α) un Arkturs (Vēršu Dzinēja α), jo pārējo pavasara zvaigznāju

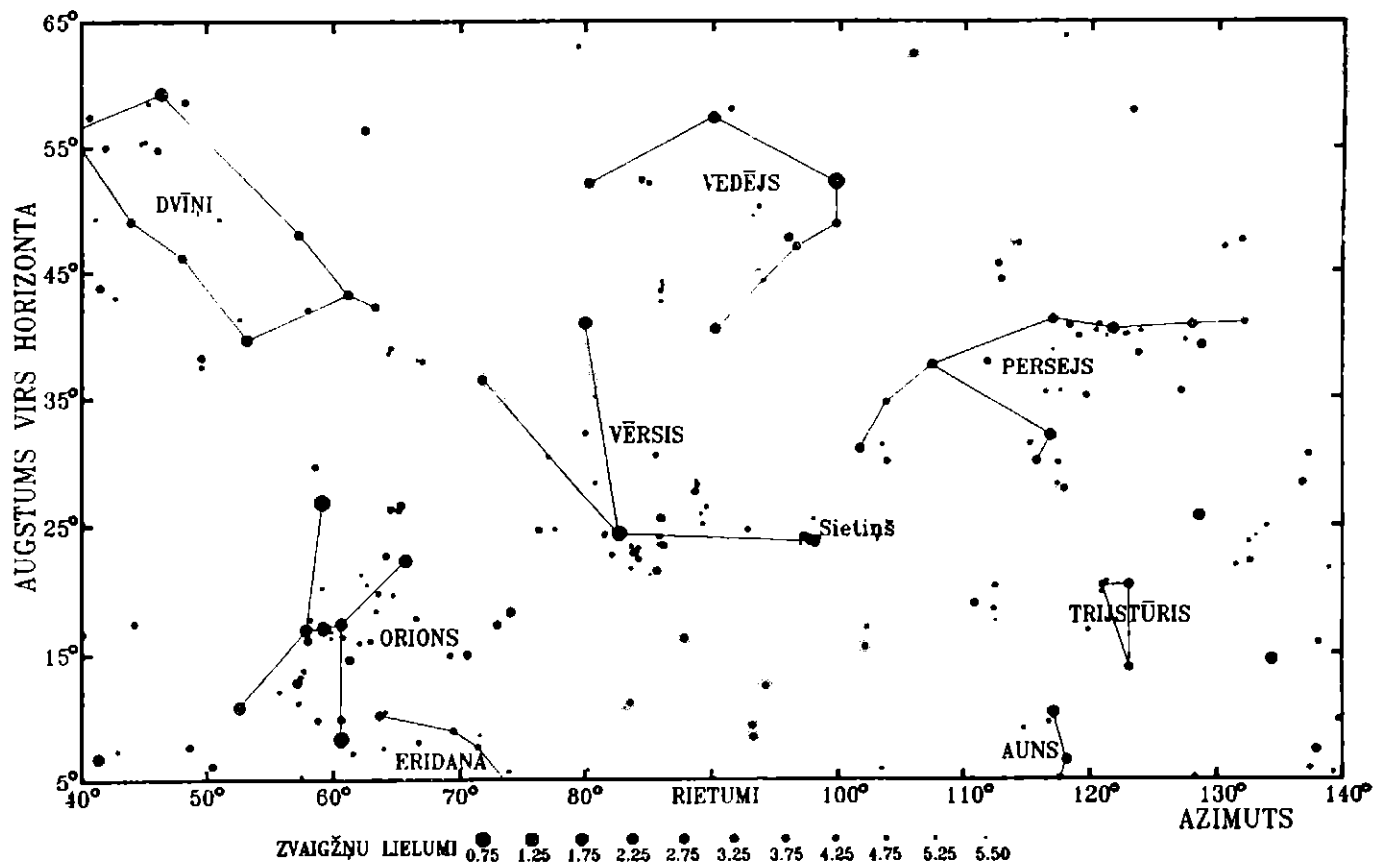
zvaigžņu spožums ir krietni vājāks un tās nekādi neizceļas.

Jūnijā pie mums ir baltās naktis. Tāpēc šajā laikā gaišās debesis ir pavisam nepiemērotas zvaigžņotās debess objektu novērošanai, jo redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes.

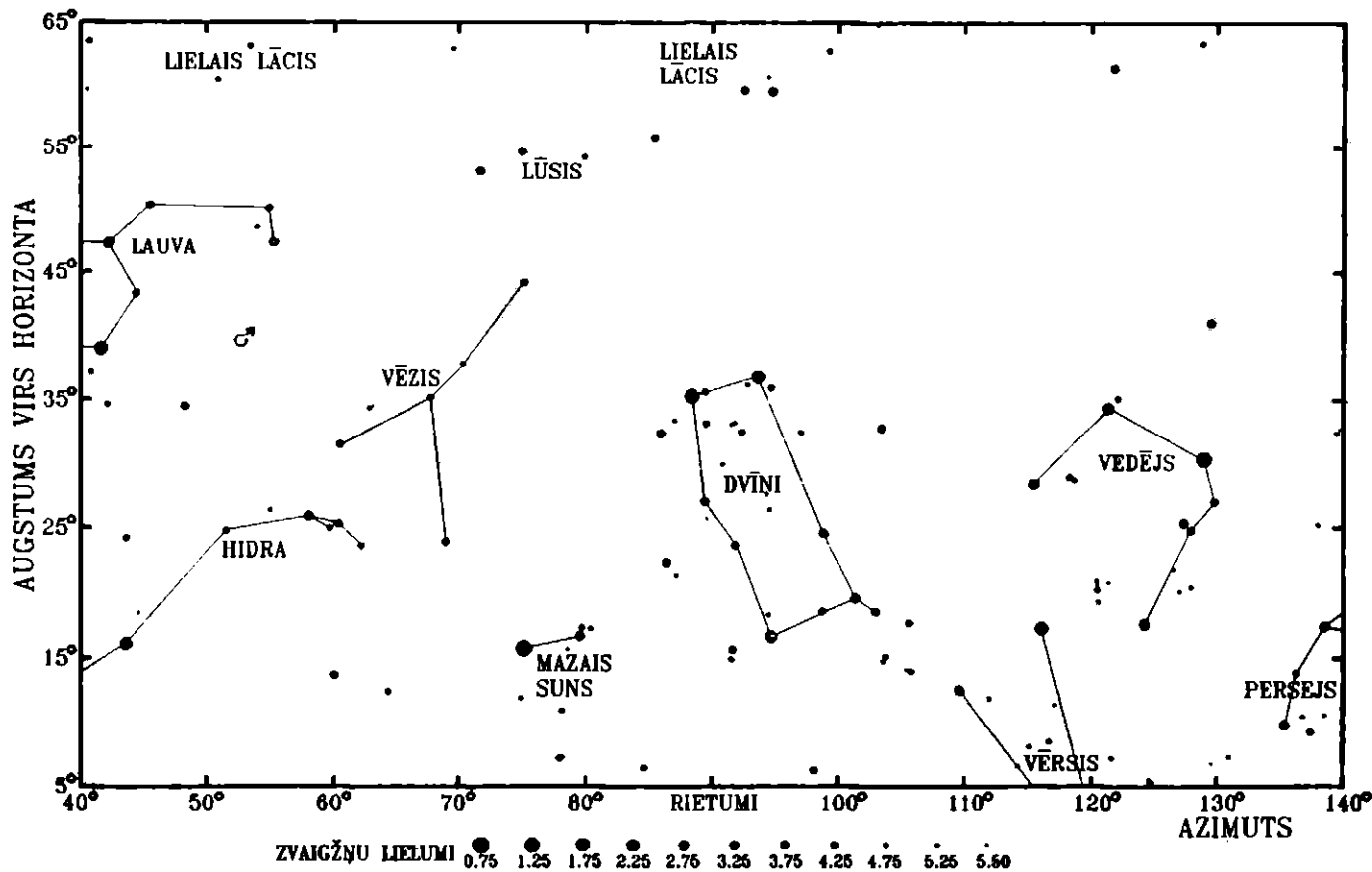
Tie, kam pieejami ļoti bīnokļi vai nelieli teleskopi, var iepazīties ar atsevišķiem interesantiem debess objektiem, kas ļoti novērojami tikai pavasaros. Vēža zvaigznājā redzamas divas vaļējās zvaigžņu kopas — krāšņā M 44 (Sile) un mazāk izteismīgā M 67. Hidras zvaigznājā atrodams planetārais miglājs NGC 3242. Berenikes Matu zvaigznājā novērojama vaļējā zvaigžņu kopa un vairākas spirālveida galaktikas (NGC 4565, M 64). Jaunavas zvaigznājā atrodas galaktiku kopa, kurā spožākā un interesantākā ir M 104. Medību Suņu zvaigznājā atrodas izteismīgā lodveida zvaigžņu kopa M 3.

Iepriekšējā gada «Zvaigžņotās Debess» pavasara numurā bija parādīts zvaigžņotās debess izskats dienvidu virzienā. Šā numura attēlos (sk. 1.—3. att.) ir parādīts, kā mainās zvaigžņotās debess izskats pavasara vakaros rietumu virzienā.

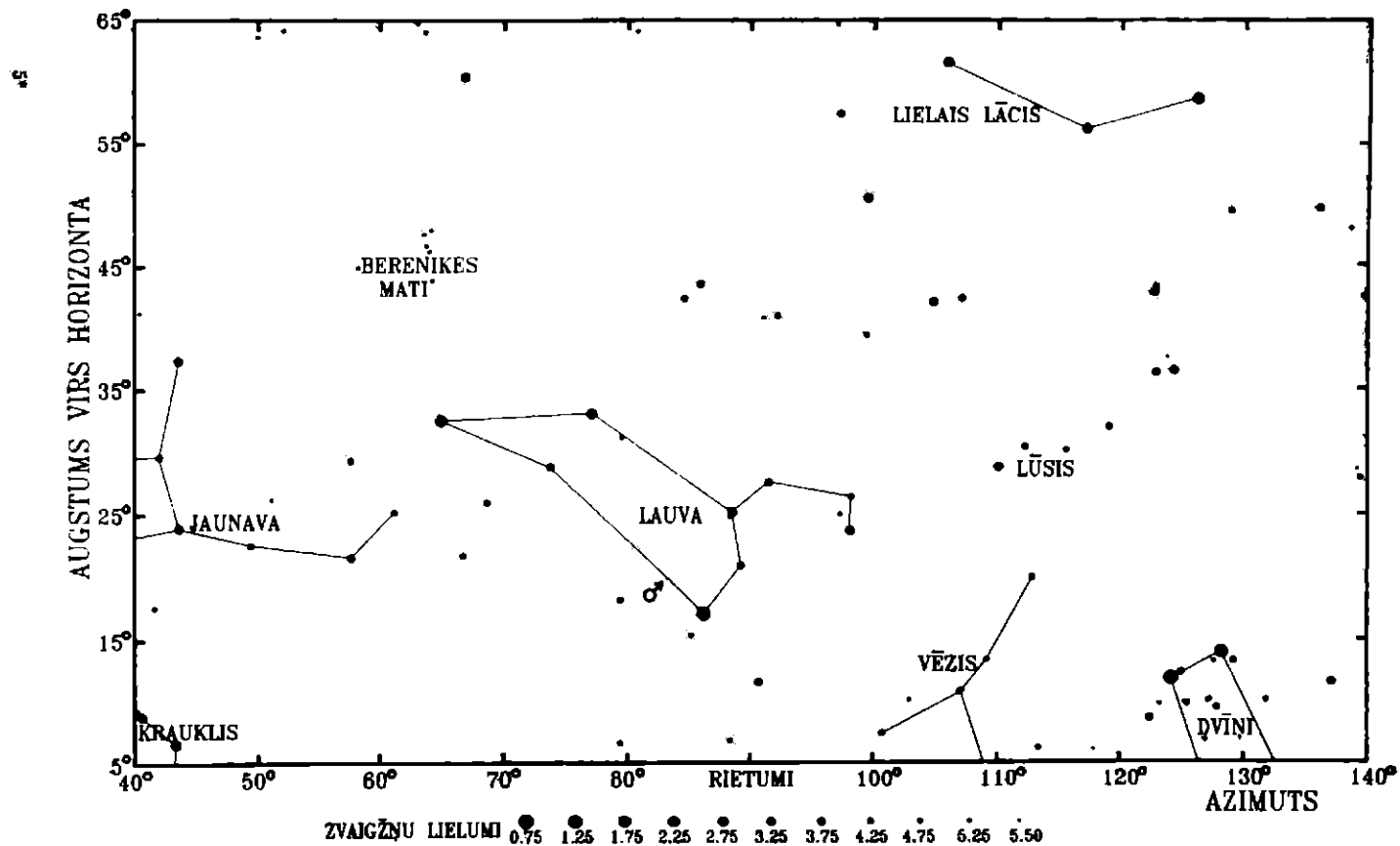
Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Izdevīgos apstākļos var izdoties ieraudzīt tikai vienu diennakti vecu (jaunu) Mēnesi. Sogad 1. aprīļa vakarā var mēģināt ieraudzīt ap 40 stundu vecu Mēnesi, bet 30. aprīļa vakarā — tikai 26 stundas vecu Mēnesi.



1. att. Zvaigžņotā debess rietumu virzienā Latvijas centrālajā daļā 1. aprīlī pl. 22^h00^m



2. att. Zvaigžņotā debess rietumu virzienā Latvijas centrālajā daļā 1. aprīlī pl. 1^h00^m un 1. maijā pl. 23^h00^m (Marsa atrašanās vieta atbilst 1. maijam pl. 23^h00^m)



3. att. Zvaigžņotā debess rietumu virzienā Latvijas centrālajā daļā 1. aprīlī pl. 4^h00^m, 1. maijā pl. 2^h00^m un 1. jūnijā pl. 24^h00^m (Marsa atrašanās vieta atbilst 1. jūnijam pl. 24^h00^m)

PLANĒTAS

Marta beigās **Merkurs** atradīsies Udensvīra zvaigznājā un, kaut gan tam būs samērā liela rietumu elongācija (24. martā — 19°), tomēr tas praktiski nebūs novērojams, jo lēks gandrīz reizē ar Sauli.

Ari visu aprīli tas nebūs redzams. 14. aprīli **Merkurs** būs augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās).

12. maijā tas nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (22°) Vērša zvaigznājā. Tāpēc, sākot ar maija sākumu un līdz pat maija otrajai pusēi, to var mēģināt atrast vakaros rietumu pusē, zemu pie horizonta. Maija sākumā tā spožums būs $-0^m,7$, bet maija vidū $+0^m,8$. Jūnijā un līdz pat pavasara beigām tas atkal nebūs novērojams, jo 5. jūnijā atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un Sauli). 30. martā 4^h Mēness paies garām 6° uz augšu no Merkura, bet 1. maijā 8^h-4° uz leju no tā.

Pavasara sākumā **Venēra** atradīsies Mežāža zvaigznājā, kaut gan tai būs liela rietumu elongācija (24. martā — 38°) un redzamais spožums sasniegs $-4^m,0$, tomēr tā lēks gandrīz reizē ar Sauli. Tāpēc šajā laikā un arī vēlāk, līdz pat pavasara beigām, tās novērošana praktiski nebūs iespējama. 28. martā 7^h Mēness paies garām 6° uz augšu, 27. aprīlī 8^h-4° uz augšu no tās, bet 27. maijā 0^h Mēness aizklās Venēru.

Marta beigās un līdz aprīļa vidum **Marss** atradīsies Vēža zvaigznājā. Tā novērošanas apstākļi šajā laikā vēl būs ļoti labi, jo tā spožums pavasara sākumā būs $-0^m,4$ un redzams tas būs lielāko nakts daļu. Aprīļa otrajā pusē tas pāries uz Lauvas zvaigznāju, kur atradīsies līdz pavasara beigām. Novērošanas apstākļi pamazām pasliktināsies. Maija sākumā **Marsa** spožums būs $+0^m,5$, jūnija sākumā — $+0^m,9$, bet redzams tas būs tikai nakts pirmajā pusē. 24. maijā **Marss** paies garām $1^\circ,1$ uz augšu no Regula — Lauvas zvaigznāja spožākās zvaigznes. 10. aprīlī 17^h Mēness aizies garām 8° uz leju, 8. maijā 17^h-7° uz leju un 5. jūnijā 23^h-6° uz leju no Marsa.

Jupiters pavasari būs redzams ļoti labi, jo

1. jūnijā atradīsies opozīcijā. Visu pavasari tas novērojams Cūskneša zvaigznājā. Marta beigās un aprīli nakts otrajā pusē redzams kā $-2^m,2$ spožuma objekts. Maijā un jūnijā **Jupiters** novērojams praktiski visu nakti, bet tā spožums sasniegs $-2^m,6$. Tomēr novērošanu traucēs apstākļi, ka pat kulminācijā **Jupiters** augstums virs horizonta nepārsniegs 12° un nakts būs ļoti gaišas. 22. martā 16^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 9. aprīlī 0^h-3° uz augšu, 16. maijā 5^h-2° uz augšu un 12. jūnijā 11^h-2° uz augšu no **Jupiters**.

Saturns 1995. g. pavasari atradīsies tuvu pie Udensvīra un Zivju zvaigznāja robežas. Gandrīz visu šo laiku tas praktiski nebūs novērojams. Tikai jūnija rītos neilgi pirms Saules lekta to var mēģināt ieraudzīt kā $+1^m,2$ spožuma objektu. Bet arī tad gaišās nakts būs traucēklis **Saturna** novērojumiem. 29. martā 16^h , 26. aprīlī 4^h , 23. maijā 14^h un 19. jūnijā 22^h Mēness paies garām **Saturnam** 6° uz augšu no tā.

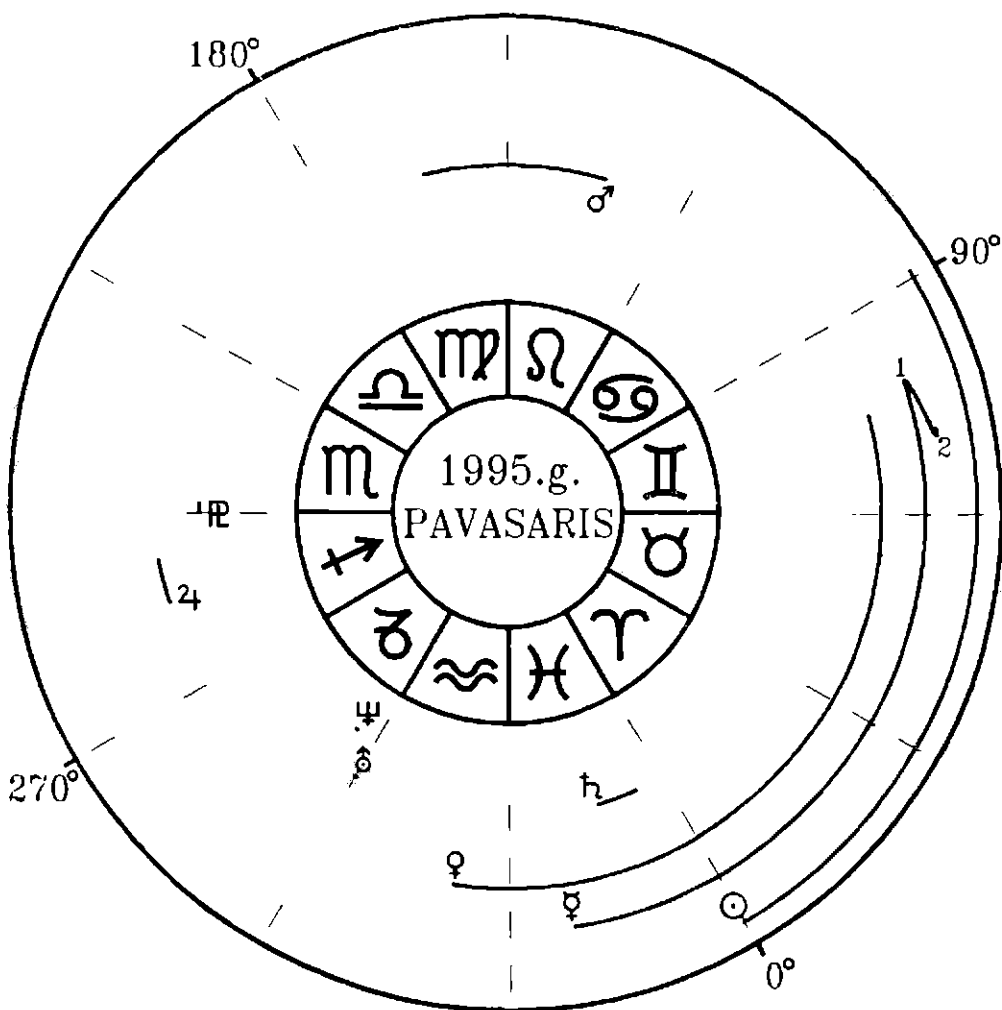
Urāns visu pavasari vēl arvien atradīsies Mežāža zvaigznājā, kur rīta pusē to varēs novērot kā $+5^m,7$ spožuma objektu. Jūnijā **Urāns** būs redzams gandrīz visu nakti. Tomēr Latvijā tā novērošana būs apgrūtināta, jo **Urāna** augstums virs horizonta nepārsniegs 13° , kā arī nakts būs ļoti gaišas. 25. martā 23^h , 22. aprīlī 7^h , 19. maijā 13^h un 15. jūnijā 22^h Mēness aizies garām **Urānam** 6° uz augšu no tā.

APTUMSUMI

1. **Daļējs Mēness aptumsums 15. aprīlī.** Šis aptumsums ar maksimālo fāzi 0,12 Latvijā nav redzams. To varēs novērot Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Tālajos Austrumos un Klusajā okeānā. Tā kā maksimālā fāze būs maza, tad aptumsums lielu interesi neradīs.

2. **Gredzenveida Saules aptumsums 29. aprīlī.** Redzams Dienvidamerikas ekvatoriālajā zonā: Peru, Ekvadorā, Kolumbijā un Brazīlijā. Kā daļējs tas novērojams Centrālamerikas valstīs un visā Dienvidamerikā. Latvijā nav redzams.

SAULES UN PLANĒTU KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS

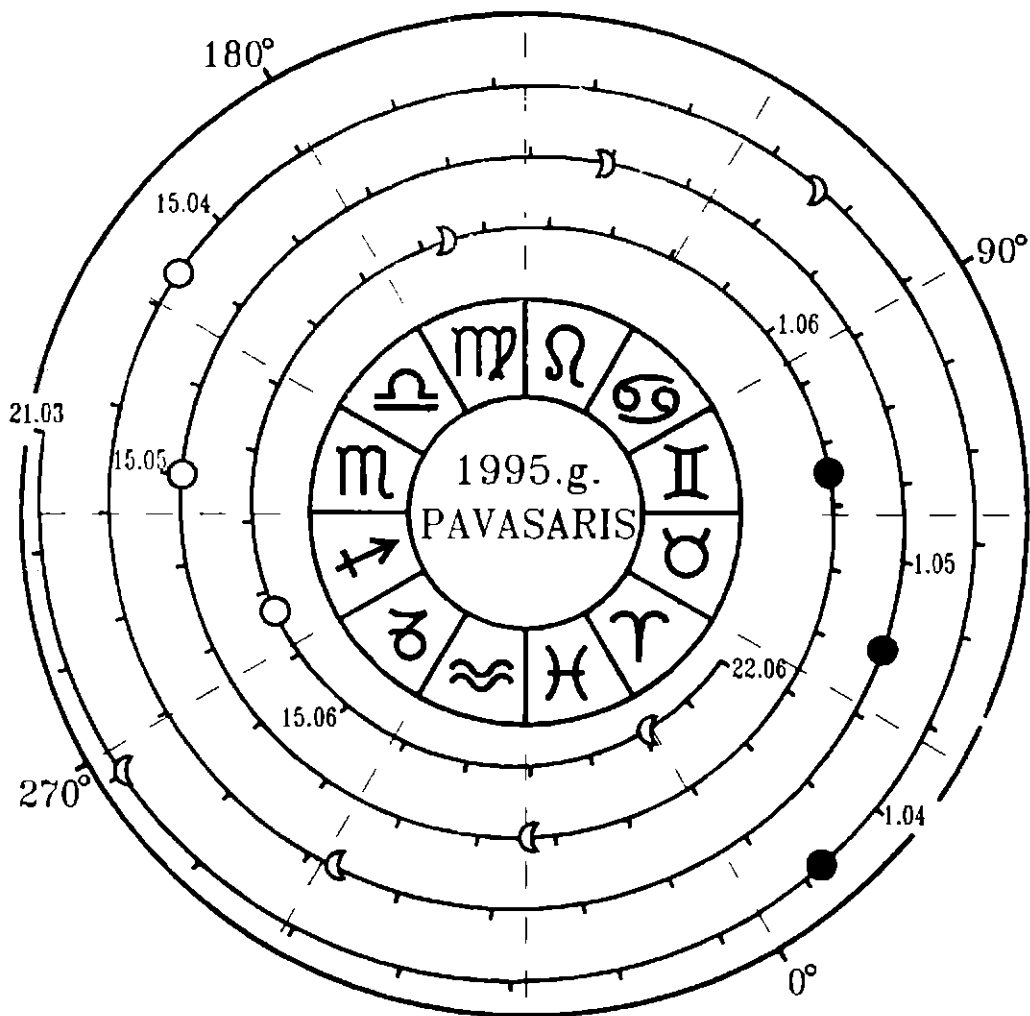


☉ - Saule - sākuma punkts 21.03 0^h, beigu punkts 22.06 0^h
 (šie momenti attiecas arī uz planētām; simboļu novietojums
 atbilst sākuma punktam).

☿ - Merkurs, ♀ - Venēra, ♂ - Marss, ♃ - Jupiters,
 ♄ - Saturns, ♅ - Urāns, ♆ - Neptūns, ♇ - Plutons.
 1 - 24.maijs 12^h; 2 - 17.jūnijs 10^h

Kartes programējais un veidojis Juris Kauliņš

MĒNESS KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

MĒNESS

Pilns Mēness: 15. aprīlī 15^h08^m; 14. maijā 23^h48^m; 13. jūnijā 7^h03^m.

Mēness fāzes

Pēdējais ceturksnis: 23. martā 22^h10^m; 22. aprīlī 8^h18^m; 21. maijā 14^h36^m; 20. jūnijā 1^h01^m.

Jauns Mēness: 31. martā 5^h09^m; 29. aprīlī 20^h36^m; 29. maijā 12^h27^m.

Pirmais ceturksnis: 8. aprīlī 8^h35^m; 8. maijā 0^h44^m; 6. jūnijā 13^h26^m.

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 17. aprīlī 11^h; 15. maijā 18^h; 13. jūnijā 4^h.

Apogejā: 5. aprīlī 13^h; 3. maijā 4^h; 30. maijā 11^h.

MĒNESS IEIEŠANA ZODIAKA ZĪMĒS

21. martā	15 ^h (♈)	Strēlnieks	9. maijā	2 ^h	Jaunava
23. martā	18 ^h (♉)	Mežāzis	11. maijā	8 ^h	Svari
25. martā	21 ^h (♊)	Odensvīrs	13. maijā	10 ^h	Skorpions
28. martā	3 ^h (♋)	Zivis	15. maijā	10 ^h	Strēlnieks
30. martā	10 ^h (♌)	Auns	17. maijā	10 ^h	Mežāzis
1. aprīlī	20 ^h (♍)	Vērsis	19. maijā	11 ^h	Odensvīrs
4. aprīlī	8 ^h (♎)	Dviņi	21. maijā	15 ^h	Zivis
6. aprīlī	21 ^h (♏)	Vēzis	23. maijā	22 ^h	Auns
9. aprīlī	8 ^h (♐)	Lauva	26. maijā	9 ^h	Vērsis
11. aprīlī	17 ^h (♑)	Jaunava	28. maijā	21 ^h	Dviņi
13. aprīlī	21 ^h (♒)	Svari	31. maijā	10 ^h	Vēzis
15. aprīlī	23 ^h (♓)	Skorpions	2. jūnijā	22 ^h	Lauva
18. aprīlī	0 ^h	Strēlnieks	5. jūnijā	9 ^h	Jaunava
20. aprīlī	1 ^h	Mežāzis	7. jūnijā	16 ^h	Svari
22. aprīlī	4 ^h	Odensvīrs	9. jūnijā	20 ^h	Skorpions
24. aprīlī	9 ^h	Zivis	11. jūnijā	21 ^h	Strēlnieks
26. aprīlī	17 ^h	Auns	13. jūnijā	20 ^h	Mežāzis
29. aprīlī	3 ^h	Vērsis	15. jūnijā	20 ^h	Odensvīrs
1. maijā	15 ^h	Dviņi	17. jūnijā	22 ^h	Zivis
4. maijā	4 ^h	Vēzis	20. jūnijā	5 ^h	Auns
6. maijā	16 ^h	Lauva			

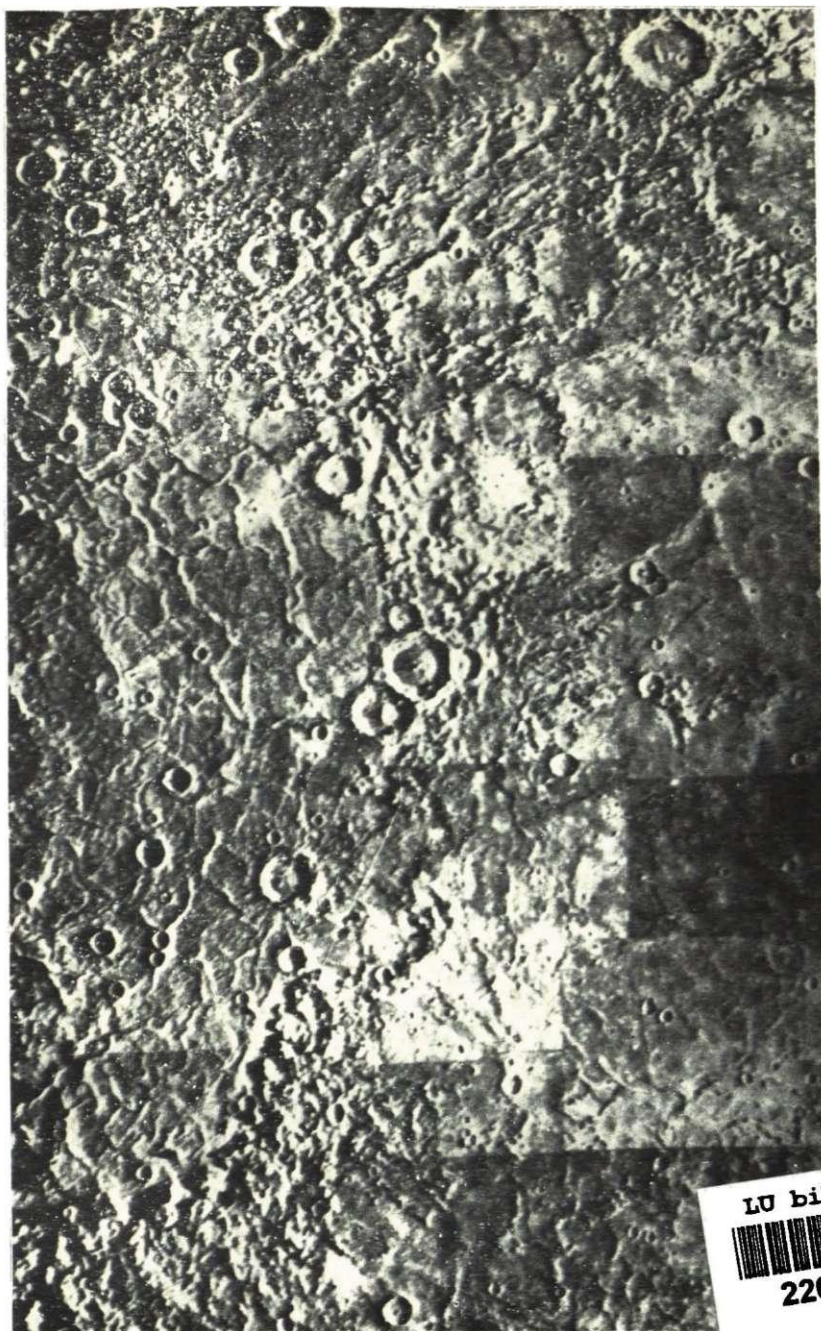
METEORI

Pavasari ir novērojamas divas samērā stipras meteoru plūsmas.

1. Lirīdas. Redzama laikā no 19. līdz 24. aprīlim. Maksimums 22. aprīlī, kad stundas laikā var novērot līdz 25 meteoriem.

2. ηAkvarīdas. Redzama laikā no 1. līdz 8. maijam. Maksimums 5. maijā, kad tās intensitāte var sasniegt 60 meteoru stundā. Tomēr, tā kā Latvijā šīs plūsmas radiants atrodas zemu pie horizonta, tad reāli novērojamais meteoru skaits stundā nepārsniedz 25.

J. Kauliņš



LU bibliotēka



220062614

Caloris baseins jeb Svelmes jūra 1300 km diametrā (attēlā redzama puse no tā). Ievērojiet plaisas baseina virsmā un koncentriskas valņu grēdas!

Vāku 4. lpp.: Merkura attēlu mozaika, kas izveidota no «Mariner-10» pārraidītajiem attēliem. Merkuru var viegli sajaukt ar Mēnesi (NASA attēls)

ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS

