

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

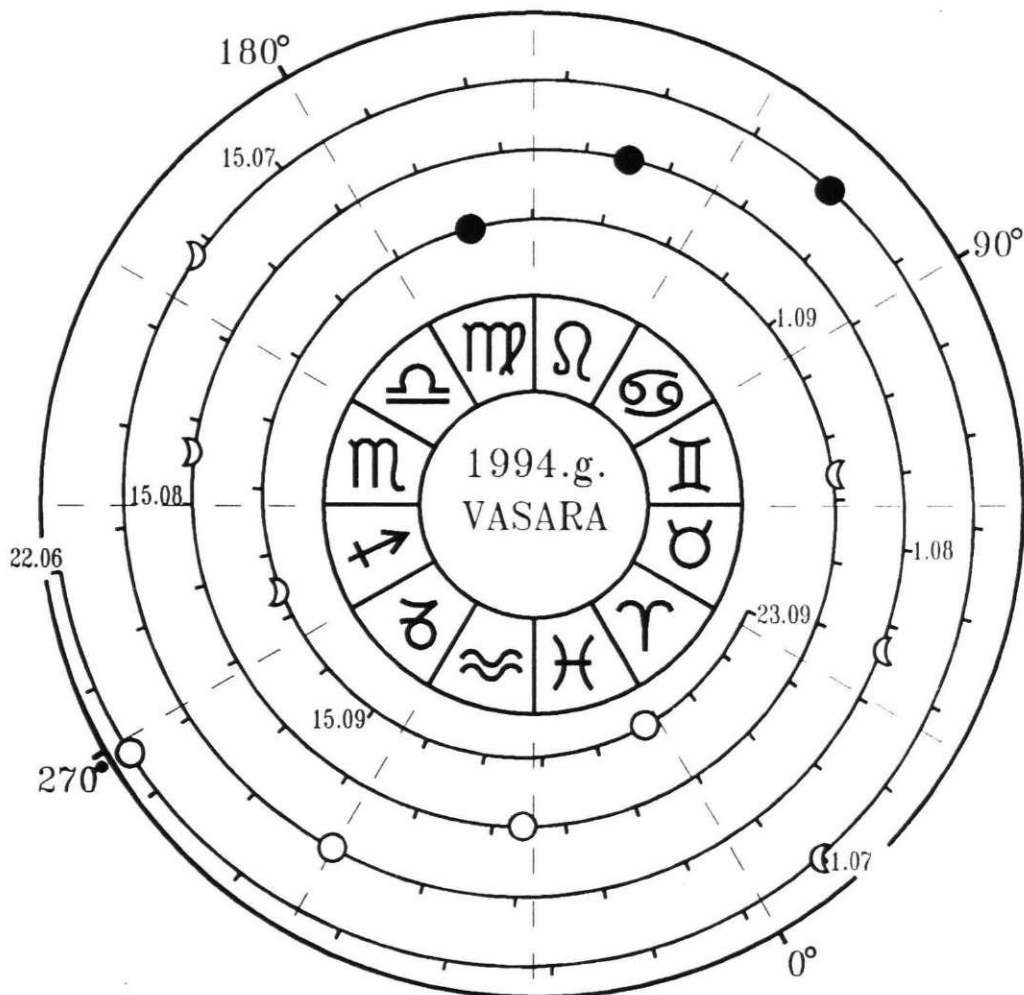
1994

VASARA

Liels Anihilators — Galaktikas centra tumšā mīkla ● Vai Saulei ir dvīņe? ● Saules pētnieki Latvijā uz pareiza ceļa ● Kā visekonomiskāk apgriezt vilcienu? ● Meteoru novērošana gandrīz neko nemaksā ● Atmiņas par «ZVAIGŽNOTĀS DEBESS» aizsācēju Jēkabu Videnieku ● Saules atveids seno tautu daiļradē.



MĒNESS KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

Iznāk kopš 1958. gada rudens
četrās reizes gadā

1994. GADA VASARA (144)



REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

A. Alksnis, A. Andžāns, A. Balklavs (atbild. red.), J. Birzvalks (atbild. red. vietn.), R. Kūlis, E. Mūkins, I. Pundure (atbild. sekr.), T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks

Tālrunis 226796

RĪGA «ZINĀTNE» 1994

BIBLIOTĒKA

SATURS

Zinātnes ritums

Lielais Anihilators. *Arturs Balklavs* 2

Jaunumi

Cik bieži uzliesmo supernovas?
Zenta Alksne, Andrejs Alksnis 9
Pirmatnējā berilija meklējumi. *Jānis
Imants Straume* 12
Vai starp zvaigznēm ir Saules ana-
logi? *Jānis Imants Straume* 13
Saules granulas. *Arturs Balklavs* . 15
Japānā novēro spožas zvaigznes aiz-
klāšanu. *Andrejs Alksnis* 17
Meteorītu lietus Ugandā. *Andrejs
Alksnis* 19
HIPPARCOS misija ir izpildīta.
Andrejs Alksnis 19

Zinātnieki apspriežas

Apspriede par maza mēroga enerģi-
jas izdales procesiem Saulē un
zvaigznēs. *Ivars Smelds* 23

Latvijas zinātnieki

Par Matīsa Dīriķa pēdējo gadu zi-
nātnisko darbību. *Antonijs Salītis* 25

Skolā

Krāsainā matemātika. *Inga France* 28
Leņķa trisekcija un Morlija teorēma.
II. *Ilze Markusa* 34
Vilcienu apgriešanas algoritmi, I.
Ieva Kudapa 36

Amatieriem

Meteoru novērošana. *Ilgonis Vilks* 42

Atskatoties pagātnē

Atmiņu lauskas par Jēkabu Vide-
nieku. *Leonids Roze* 48
Saules simbols senajās rotās un or-
namentikā. *Ilze Loze* 53

Tautas garamantas

Kas ir *kā saulīte* «Latvju Dainās».
Beatrise Reidzāne 58

Zvaigžņotā debess 1994. gada vasarā.

Juris Kauliņš 65

LIELAIS ANIHILATORS

Pētot objektus un parādības, kuras ne tikai pašas par sevi ir ļoti neparastas un mūsu ikdienišķajai pieredzei tālas, bet kuru dimensijas arī daudzkārt pārsniedz visu ar šo pieredzi un priekšstatiem saistīto, astronomiem bieži vien ir jāizvēlas epitēti šā neparastuma raksturošanai. Lasītāji jau droši vien paši ir pamanījuši, ka astronomijā visbiežāk lietotais apzīmētājs šai parādībai ir «liels» vai «lielais». Lai sevišķi izceltu vai uzsvērtu neparastības mērogus, minēto apzīmētāju nereti raksta ar lielo burtu — Lielais. Lielais Sprādziens, Lielā Siena, Lielais Atraktors — tie ir tikai daži raksturīgi piemēri, kas apstiprina iepriekšteikto un ir labi pazīstami visiem, kuri interesējas par Visumu un tā daudzveidīgajiem objektiem. Šobrīd tiem jāpievieno vēl viens — Lielais Anihilators. Un tiešām, grūti iedomāties, kā citādi lai nosauc objektu, kas spēj «saražot» jeb producēt desmit miljardus tonnu (10^{10} t!) antimatērijas (pozitronu) sekundē.

Vajadzība pēc šāda nosaukuma ir radusies sakarā ar mūsu Galaktikas centra visjaunākajiem pētījumiem, kā arī atklājumiem un atziņām, kas bāzējas uz šā centra novērojumiem gamma staru diapazonā.

Galaktikas centra gamma starojuma novērojumi gan ar balonos novietotiem un stratosfērā paceltiem, gan ar ZMP uzstādītiem gamma staru teleskopiem (jo Zemes atmosfēra absorbē, t. i., nēlaiž cauri kosmisko gamma starojumu) nu jau var balstīties uz apmēram divdesmit gadu ilgu pieredzi (sk. arī: *Balklaus A.* Objektīvā — Galaktikas centrs // *Zvaigžņotā Debess.* — 1992. gada rudens. — 8.—10. lpp.). Visi šie novērojumi liecina, ka Galaktikas centrs, izstarodams ļoti plašā elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonā

(radiospektrs, infrasarkanais, optiskais, rentgena), ģenerē arī intensīvu gamma kvantu plūsmu. Šī plūsma sastāv no divām komponentēm — nemainīgās, tā sauktās fona starojuma komponentes, kura konstatējama visā gamma starojuma spektra diapazonā, un neregulārās jeb sporādiskās komponentes, kuru veido izteikta līnija — fotoni ar apmēram 511 keV lielu enerģiju (šim starojumam atbilstošais viļņa garums ir apmēram 0,0243 Å).

Šīs līnijas izcelsme ir ļoti izpētīta, proti, tā ģenerējas, anihilējoties pozitronam un elektronam. Šajā anihilācijas procesā, kā zināms, rodas divi gamma starojuma fotoni ar iepriekšminētajām enerģijām, kurās pāriet ar pozitrona un elektrona miera masām saistītais enerģijas ekvivalents (pēc pazīstamās izteiksmes $E=mc^2$).

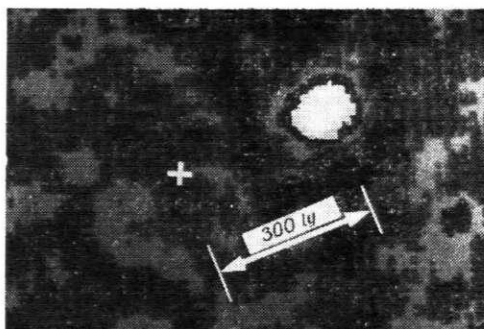
Līnijas izstarojuma sporādiskais raksturs norāda uz to, ka Galaktikas centrālajā apgabalā atrodas viens vai vairāki kompakti objekti, kas laiku pa laikam spējīgi ģenerēt un izšļākt apkārtējā vidē milzīgus pozitronu daudzumus. Saskaņā ar teorētisku apsvērumiem, viens no iespējamiem kandidātiem, kas principā, t. i., pēc savām enerģētiskajām potenciēm, spētu tikt galā ar šo uzdevumu, varētu būt melnais caurums Galaktikas centrā, kura masa sasniegtu dažus miljonus Saules masu. Šī hipotēze bija (un vēl joprojām ir) ļoti pievilcīga arī no tā viedokļa, ka vispār dotu iespēju atrisināt Galaktikas kodola aktivitātes problēmu, izskaidrojot to ar vielas akrecijas procesu ģenerēto gan elektromagnētisko, gan korpuskulāro starojumu, kuram melnā cauruma ļoti spēcīgajā gravitācijas laukā būtu jābūt ārkārtīgi intensīvam.

Diemžēl šo pievilcīgo koncepciju sašķobīja ar Krievijas ZMP «Granat» orbitā paceltā

franču zinātnieku konstruētā gamma staru teleskopa SIGMA mērījumu dati. Pirmkārt, šis teleskops, kuram bija daudz labāka leņķiskā izšķirtspēja nekā iepriekšējiem šāda veida instrumentiem, atklāja, ka visintensīvākais 511 keV enerģijas fotonu starojums nāk nevis no Galaktikas dinamiskā centra, bet gan no rajona, kas atrodas ap 50 loka minūšu jeb 300 ly attālumā no šā centra (1. att.). Otrkārt, 1990. gada 13. un 14. oktobrī SIGMA reģistrēja ļoti spēcīgu šā avota 511 keV starojuma uzliesmojumu. Aprēķini, kuros tika ņemta vērā reģistrētā gamma starojuma intensitāte un attālums līdz Galaktikas centram (apmēram 10 kpc), rādīja, ka šajā uzliesmojumā ir ģenerējušās un anihilējušās ap 10^{10} t pozitronu. Turklāt tas noticis apmēram vienas sekundes laikā.

Sis pēdējais apstāklis, t. i., ka uzliesmojuma ilgums ir bijis tikai 1 s, ļauj novērtēt šādu uzliesmojumu ģenerējušā objekta lineāros izmērus. Šāds novērtējums balstās uz pazīstamo izteiksmi $l=vt$, kur l ir attālums, ko veic kāds fizikāls objekts, laika intervālā t kustoties ar ātrumu v . Tā kā maksimālais ātrums, ar kādu var pārvietoties jebkurš fizisks ķermenis vai izplatīties kāds fizikāls, ar masas vai enerģijas pārnese saistīts process, nevar pārsniegt c — gaismas izplatīšanās ātrumu vakuumā ($3 \cdot 10^{10}$ cm/s), tad tas nozīmē, ka $l_{\max} < ct$. Un tāpat, ja procesa ilgums ir apmēram 1 s, tas nozīmē, ka tā telpas apgabala, kurā uzliesmojums ģenerējies, maksimālie izmēri ir $l_{\max} < 3 \cdot 10^{10}$ cm = 300 000 km. Kosmiskajiem mērogiem tas ir ļoti mazs lielums, mazāks pat par Mēness attālumu līdz Zemei, un grūti iedomāties, ka tik maza izmēra telpā varētu atrasties melnais caurums ar masu, kas vienāda ar dažiem miljoniem Saules masu, turklāt neietekmējot Galaktikas dinamiskā centra izvietojumu.

Daudz reālāk, ka šis objekts, kas spēj ģenerēt daudzus antimatērijas tonnu miljardus, ir melnais caurums, kura masa vienāda ar parasto zvaigžņu masu, t. i., ka tās lielums ir dažas Saules masas. Par šādu eventuālā melnā cauruma masas novērtējumu liek domāt pirmām kārtām Lielā Anihilatora pamatstāvokļa (t. i., starp uzliesmojumiem) novēro-



1. att. Gamma staru teleskopa SIGMA (Francija) iegūtais pozitronu Lielā Anihilatora atēls cietajos rentgenstaros (40—120 keV). Lielais Anihilators (gaišais plankums) atrodas apmēram 50 loka minūšu jeb 300 ly attālumā no Galaktikas dinamiskā centra, kas atzīmēts ar krustiņu.

jumi rentgenstaru diapazonā. Tie rāda, ka šā starojuma spektrs gan pēc formas, gan intensitātes jeb spožuma ir ļoti līdzīgs tam, kāds ir vēl vienam pazīstamam un daudz pētītam zvaigžņu masas melnā cauruma kandidātam — mūsu Galaktikas rentgenstaru avotam Gulbja zvaigznājā Cygnus X—1. Bez tam melnā cauruma novērojumi ar SIGMA 100 keV gamma staru diapazonā (0,1 Å), t. i., to interpretācija, rāda, ka Lielais Anihilators varētu būt arī visai eksotisks objekts, proti, dubultsistēma, kurā ar savstarpēju gravitāciju saistīti divi melnie caurumi, kuros pārvērtušās divas gravitācijas kolapsu «pārcietušas» lielas masas zvaigznes. So melno caurumu masas varētu būt no 3 līdz dažiem desmitiem Saules masu lielas.

Uz šādas versijas iespējamību, t. i., ka Galaktikas kodola apgabalā varētu eksistēt nelielas masas melnais caurums, norāda arī ar SIGMA reģistrētā platā 420 keV ($\approx 0,03$ Å) fotonu līnija. Atšķirībā no šaurās un mainīgās intensitātes 511 keV anihilācijas fotonu līnijas, kuru Galaktikas centra virzienā novēro jau 20 gadus, šī platā līnija ir novērota pagaidām tikai vienu reizi, turklāt nepilnu nakti. Šāds līnijas parādīšanās ilgums, kā jau iepriekš teikts, ļauj novērtēt apgabala izmērus, kurā šī līnija ģenerēta. Nav grūti aprēķināt, ka tie ir mazāki par apmēram 200 au (1 au — astro-

nomiskā vienība = $150 \cdot 10^6$ km), t. i., attālumu, ko gaisma veic vienā diennaktī.

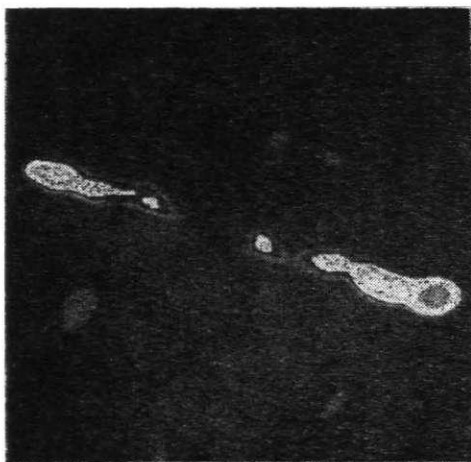
Starpība starp 511 un 420 keV līniju frekvencēm ir mazāka par 20%. Šī nelielā starpība un iespēja, ka 420 keV līnija var būt veidojusies avota — hipotētiski — melnā cauruma tiešā tuvumā, vedina uz domām, ka šī platā līnija ir tā pati 511 keV līnija, kuras frekvence ir izmainījusies (samazinājusies) melnā cauruma intensīvā gravitācijas lauka ietekmē, t. i., ka šajā gadījumā novērojam 511 keV spektrālīnijas tā saukto gravitācijas sarkano nobīdi. 20% lielā frekvenču atšķirība ļauj veikt aplēses, kas rāda, ka šajā — 420 keV līnijas — gadījumā pozitroni anihilējušies tajos telpas apgabalos, kuri ir tuvāk par apmēram 10 Svarcšilda rādiusiem no melnā cauruma (zvaigžņu masas melnajiem caurumiem Svarcšilda rādiuss ir daži desmiti kilometru, un, kā zināms, no šīs, ar Svarcšilda rādiusu ap melno caurumu apvilktais sfēras iekšienes nekāds starojums vairs izlauzties nevar, un, jo tuvāk šai sfērai starojums tiek ģenerēts, piemēram, notiek pozitronu anihilācija, jo lielāka ir starojuma frekvences gravitācijas sarkanā nobīde).

Lai detalizētāk noskaidrotu Galaktikas centra gamma starojuma avota īpašības un fizikālos parametrus, ir veikti plaši tā novērojumi, galvenokārt kosmiskā elektromagnētiskā starojuma infrasarkanajā un radioviļņu (cm un mm) diapazonā, ar jaunākās paaudzes instrumentiem, kas atrodas uz Zemes, piemēram, ar tādiem kā spēņu Sjerra Nevada 30 m milimetru viļņu diapazona radioteleskops un Eiropas Dienvidu observatorijas Lasiljas (Čīle) 2,2 m optiskais teleskops. Šie diapazoni izmantoti tādēļ, ka optiskajā diapazonā, kurā vislabāk varētu noteikt, piemēram, hipotētiskās dubultsistēmas komponentu kustības parametrus un līdz ar to šo sistēmu identificēt, šādus novērojumus traucē izdarīt biezie putekļu mākoņi, kas sedz Galaktikas centru un starojumu stipri absorbē, samazinot tā intensitāti desmitiem tūkstošu reizu (redzamās gaismas absorbcija centra virzienā pārsniedz 27^m).

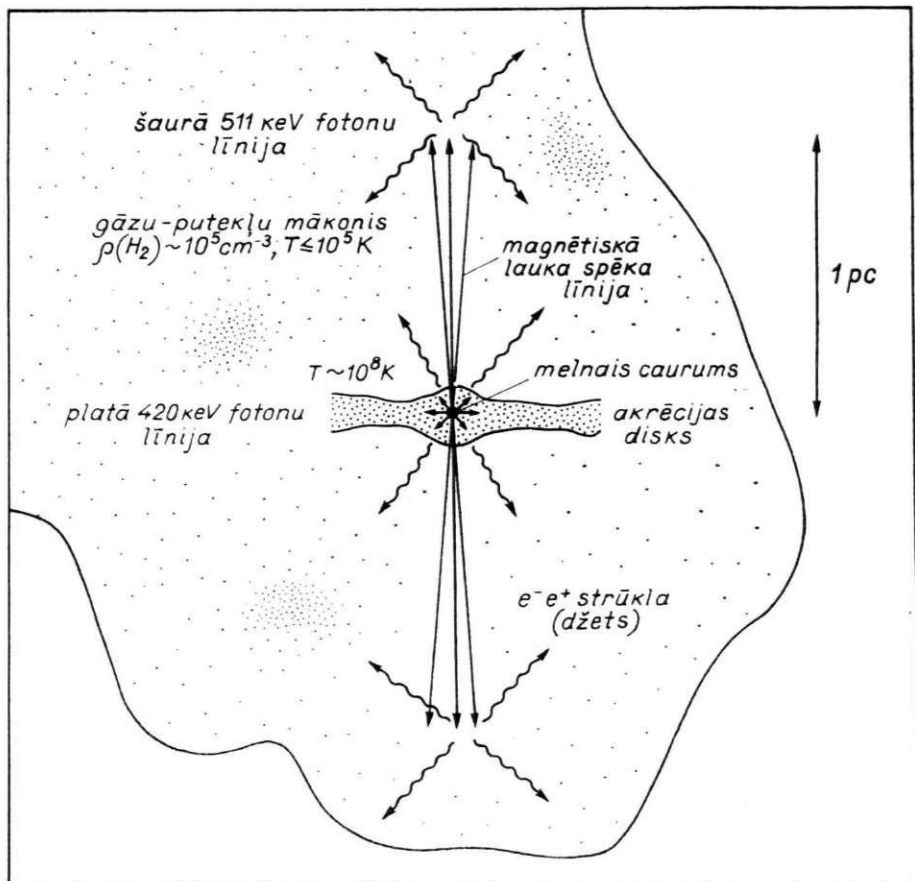
Šie novērojumi deva ļoti interesantus rezultātus. Pirmkārt, Galaktikas centra visintensīvākā rentgena un gamma starojuma virzienā jeb tā sauktā šo starojuma avotu kļūdu apla iekšienē tika atklāts kompakts mainīga kos-

miska radiostarojuma avots, kura plūsmas intensitātes izmaiņas jeb variācijas sakrita ar variācijām, kādas novēroja rentgena un gamma starojuma avotam. Tātad visos šajos elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonos faktiski tiek novērots viens un tas pats objekts.

Otrkārt, precīza mainīgā radiostarojuma avota «fotografēšana» radioviļņos, t. i., šā avota un tā apkārtnes radiospožuma sadalījuma noteikšana, uzrādīja ļoti raksturīgas detaļas — divas pretēji vērstas, apmēram 3 ly jeb 1 pc garas strūklas (tā sauktos džetus). Šādas strūklas radioastronomiem ir ļoti pazīstamas. Tās veido no aktīva un kompakta avota ar lielu, gaismai tuvu ātrumu izmestu elektronu (un arī pozitronu) sinhrotronais starojums radioviļņu diapazonā, kas rodas, šim tā sauktajām relativistiskajām daļiņām kustoties (vijoties) ap avota dipolveida magnētiskā lauka spēka līnijām (2. att.).



2. att. Lielā Anihilatora radioattēls 20 cm garos radioviļņos, kas iegūts ar ļoti garu bāzu radiointerferometru sistēmas palīdzību. Spīdošie izvirdumi jeb tā sauktie džeti, ko veido kompaktā objekta aktivitātes procesos ģenerēto relativistisko elektronu (un pozitronu) sinhrotronais starojums, tiem kustoties (vijoties) gar objekta magnētiskā lauka spēka līnijām, ir apmēram 3 ly jeb 1 pc gari (sk. arī 3. un 4. att.).



3. att. Lielā Anihilatora shematiskais teorētiskais modelis. Lielais Anihilators — dažu Saules masu liels melns caurums — lēni pārvietojas samērā blīvā gāzu-putekļu mākonī. Gamma staru fotonu mijiedarbībā ģenerētie elektroni un pozitroni ar relativistiskiem ātrumiem vijas gar melnā cauruma spēcīgā magnētiskā lauka spēka līnijām, emitējami sinhrotrono starojumu. Pozitroni, pamazām saduroties ar apkārtējās vielas elektroniem, anihilējas, un tā rodas raksturīgā 511 keV gamma starojuma līnija. Melno caurumu aptverošajā gāzu-putekļu akrēcijas diskā tā Svarcšilda sfēras tuvumā gravitācijas sarkanās nobīdes dēļ rodas platā 420 keV gamma staru fotonu līnija.

Visu šo novērojumu datu kopīga interpretācija ļauj izvirzīt LA izskaidrošanai šādu modeli: Galaktikas centra rajonā atrodas zvaigžņu masas melns caurums, iespējams, dubultsistēma. To aptver blīvs gāzu un putekļu mākonis, kurā notiek LA ģenerēto pozitronu anihilācija. Šā mākoņa fizikālie parametri, kādi

izriet no tajā notiekošo procesu analīzes, ir apmēram šādi: vides blīvums (ko nosaka galvenokārt udeņraža molekulu koncentrācija) ir ap 10^5 daļiņu cm^3 , temperatūra — ap 10^8 K melnā cauruma tuvumā, kur notiek platās, 420 keV līnijas izstarošana, un ap 10^5 K — 511 keV līnijas ģenerēšanas rajonos. Platās,

420 keV līnijas apgabals, neraugoties uz augsto ūdeņraža molekulu koncentrāciju, ir caurspīdīgs 511 keV anihilācijas fotoniem. Gāzu-putekļu mākoņa kopējā masa, kas aptver melno caurumu un aprēķināta, balstoties tikai uz apsvērumiem par ūdeņraža molekulu koncentrāciju, ir ne mazāka par 50 000 Saules masām.

pozitronu sporādiskās ģenerācijas cēlonis ir neregularitātes un nestabilitātes melno caurumu aptverošajā akrēcijas diskā. Melnā cauruma ekstremāli spēcīgais gravitācijas lauks, it sevišķi melnā cauruma tiešā tuvumā, pātrina un līdz ļoti augstām temperatūrām sakarsē akrēcijas diska vielu, kas pakāpeniski krīt uz melno caurumu (3. att.). Sai procesā rodas intensīvs gamma starojums un tā uzliesmojumi. Gamma starojuma fotonu mijiedarbības procesos, savukārt, rodas elektronu-positronu pāri. Daļa no šiem pozitroniem, anihilējoties dažu simtu kilometru attālumā no melnā cauruma, t. i., tuvu melnā cauruma Svarcšilda sfērai, dod plato, 420 keV fotonu līniju. Otra daļa pozitronu (un elektronu), radiācijas spiediena pātrināta līdz relativistiskiem ātrumiem un magnētiskā lauka satverta, plūst gar šā lauka līnijām, emitēdama sinhrotrono starojumu. Pozitroni šajā gaitā, šķērsodami gāzu-putekļu mākoņa vielu un tā neregularitātes (sablīvējumus), pamazām anihilējas un dod sporādisko 511 keV fotonu starojumu. Elektronu, kuriem anihilācija nedraud, kustēdamies gar magnētiskā lauka spēka līnijām, ģenerē sinhrotrono starojumu, kuru novēro arī kā šā starojuma izvirdumus radioviļņu diapazonā vairāku gaismas gadu attālumā. Brižos, kad akrēcijas diskā netiek ierautas un sagūstītas jaunas masas porcijas — dabiski gāzu-putekļu mākoņa vielas sablīvējumi — melnā cauruma apkārtne valda relatīvs «klusums».

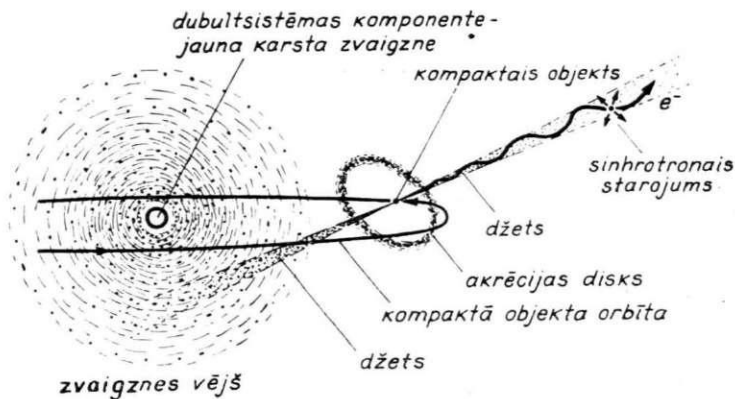
Blīvais gāzu-putekļu mākonis ļauj atrisināt svarīgo jautājumu par akrēcijas diska «barošanu», ļoti aktīvu un lielus enerģijas daudzumus producējošu kosmisku parādību fizikālā mehānisma izskaidrošanā iesaistot modeļus ar relativistiskiem objektiem, tostarp — melnajiem caurumiem. Daudzos gadījumos šāds «piebarotājs» ir zvaigzne — dubultsistēmas otra komponente, kurai ir intensīvi masas zudumi (masas noplūde) tā sauktā zvaigžņu vēja dēļ vai

kuras atmosfēras ārējie slāņi, zvaigznei evolūcijas gaitā uzblīstot, sasniedz tā saukto Roša virsmu (Roša virsma — sfēras virsma ap dubultsistēmas vienu vai otru komponenti, uz kuras līdzsvarojas, t. i., kļūst vienādi pretēji vērstie komponentu gravitācijas spēki), un līdz ar to sākas šīs zvaigznes masas noplūde uz otru sistēmas komponenti (4. att.). Spilgts piemērs pirmajam gadījumam ir viens no visvairāk pētītajiem melnā cauruma kandidātiem — pazīstamais kosmiskā rentģenstarojuma avots Gulbja zvaigznājā — Cygnus X-1. Melnā cauruma pavadonis šajā sistēmā ir zilais pārmilzis ar intensīvu masas noplūdi zvaigznes vēja veidā. Taču ir arī citi reāli melnā cauruma kandidāti, kuriem otrā dubultsistēmas komponente ir nelielas masas, toties vēlas evolūcijas stadijas (sarkano milžu un pārmilžu stadijas) sasniegušas zvaigznes.

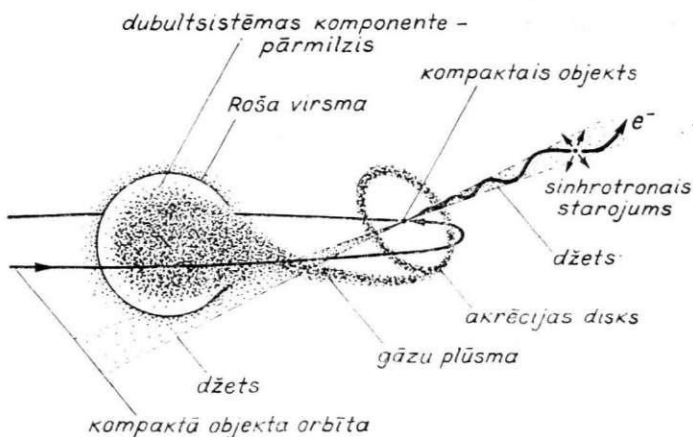
Lai noskaidrotu, kurš no šiem variantiem realizējas LA gadījumā, tika veikti tā radioattēla centrālās daļas novērojumi spektra infrasarkanajā diapazonā. Tā kā šā centra koordinātas pie debess sfēras bija zināmas ar precizitāti, kas lielāka par 1", šai nolūkam tika izmantots Lasiljas 2,2 m teleskops. Novērojumi rādīja, ka ar rādiusu 1" noteiktā aplī ap LA neatrodas neviena infrasarkanā komponente, kuras lielums infrasarkanajā K joslā (efektīvais viļņa garums 2,22 μm jeb 0,00222 mm) būtu mazāks par $K=17$. Ja pieņem, ka elektromagnētiskā starojuma absorbcija optiskajā diapazonā Galaktikas centra virzienā ir ap 50^m, tas nozīmē, ka LA tuvumā, t. i., tuvāk par 1", nav nevienas pietiekami masīvas zvaigznes, kuras optiskās starjauklas absolūtais lielums būtu lielāks par $M_V=-3$ un kura, līdzīgi kā Cygnus X-1 gadījumā, varētu nodrošināt novēroto LA izstarošanas spēju. Tas norādīja, ka LA gadījumā Cygnus X-1 modelis ar komponenti — masīvu zvaigzni — atkrīt.

Tā kā LA gamma starojuma datus bija grūti izskaidrot arī, balstoties uz pieņēmumu, ka melnā cauruma komponente ir nelielas masas milzis vai pārmilzis, tad franču astronomu grupa I. F. Mirabela (I. F. Mirabel) vadībā ir izvirzījusi hipotēzi, ka LA «barojas» tieši no blīvā gāzu-putekļu mākoņa, lēni kustēdamies tam cauri. Šā gāzu-putekļu mākoņa blīvums,

4. att. Iespējamie melnā cauruma akrēcijas disku veidojošie («barojošie») mehānismi. *a* — dubultsistēmas komponente — jauna un karsta zvaigzne — intensīvi zaudē masu, kas zvaigznes vēja veidā nonāk melnā cauruma tuvumā. Tādējādi tiek nepārtraukti pievadīta viela akrēcijas diskam un, transformējot akrēcijas diska uz melno caurumu kritošās vielas gravitācijas potenciālo enerģiju siltuma un dažādu citu starojumu formās, uzturēta tā aktivitāte. *b* — dubultsistēmas komponente — vēlas evolūcijas stadijas zvaigzne — zvaigznes dzilēs notiekošo kodolreakciju ietekmē uzpūšas un pakāpeniski piepilda Roša virsmas ierobežoto sferu. Zvaigznes atmosfēras ārējiem slāņiem sasniedzot Roša virsmu, sākas tās vielas noplūde uz kompakto melno caurumu, kas arī veido šā melnā cauruma akrēcijas disku.



a)



b)

t. i., ap 10^5 daļiņas cm^3 , var nodrošināt ap 10^{-8} Saules masu lielu akrēciju gadā. Šādi akrēcijas apjomi ir apmēram tikpat lieli, kādi tie būtu masīvas zvaigznes vēja gadījumā, un var izskaidrot LA izstarošanas spēju. Prasība pēc LA lēnas kustības ir nepieciešama, jo melnais caurums ļoti ātri izsmēļ tā apkārtņē nokļuvušos brīvos gāzu-putekļu masas krājumus, un, ja tie netiek papildināti, melnais caurums «apklust». Bez tam šī lēnā kustība ļabi izskaidro arī LA nobīdi attiecībā pret Galaktikas dinamisko centru un šīs nobīdes lielumu, t. i., 300 ly.

Noslēdzot šo nelielo ieskatu jaunāko mūsu Galaktikas centra pētījumu rezultātos, vēl ir jāatbild uz vienu jautājumu, proti — kā tas var būt, ka Galaktikas centrā, kuram raksturīgs ļoti liels zvaigžņu un starpzvaigžņu vielas blīvums, ir tikai viens LA. Hipotēzes autori uzskata, ka LA gadījumā ir sakritušas divas mazvarbūtīgas iespējamības, kas tālād padara rezultātu vēl daudzkrāt mazāk iespējamu. Proti, pirmkārt, šādam objektam ir jāatrodas pietiekami blīvā gāzu-putekļu mākonī, un, otrkārt, objekta kustībai attiecībā pret šo mākonī ir jābūt pietiekami lēnai, lai tas ātri

neizskrietu mākonim cauri un «neapklustu». Attiecīgi aprēķini rāda, ka tikai viena no apmēram 40 000 masīvu zvaigžņu paliekām, kas 200 pc attālumā no Galaktikas centra kļuvusi par melno caurumu, var neuzrādīt pietiekami masīvu infrasarkanajā diapazonā redzamu pavadoņi — dubultsistēmas komponenti — un tādējādi kļūt par LA līdzīgu objektu.

Sos apsvērumus zināmā mērā apstiprina arī tas, ka otrs intensīvākais Galaktikas centra rajona atklātais gamma starojuma objekts, kas astronomiem pazīstams ar apzīmējumu GRS 1758—258, pirmkārt, atrodas no Galaktikas centra daudz tālāk (tā galaktiskās koordinātas ir $l=4^{\circ},51$ un $b=-1^{\circ},36$) un, otrkārt, tā gamma starojums ir pastāvīgs, t. i., neuzrāda impulsveidīgus uzliesmojumus. Interesanti ir tas, ka, pirmkārt, arī šā objekta novērojumi infrasarkanajā K joslā nav atklājuši tā tuvumā iespējamu dubultsistēmas komponenti ar robežlielumu $K=17$, kas, protams, nav nekas pārsteidzošs, jo kosmisko objektu blīvums šādā attālumā no Galaktikas centra ir mazāks, un, otrkārt, tas, tāpat kā LA, asociējas ar kompaktu radiostarojuma avotu, kuram ir atklāti arī raksturīgie simetriskie izvirdumi — dzeiti,

ko veido relativistisko elektronu un pozitronu sinhrotronais starojums.

Lai gan vēl joprojām nevar apgalvot, ka ir atklāti visi biezo gāzu-putekļu mākoņu segtā Galaktikas centra noslēpumi, ir faktiski ir izstrādāta tikai samērā labi pamatota hipotēze par Galaktikas centra sporādiska gamma starojuma izcelsmes iespējamo mehānismu, paveiktais tomēr ir jāvērtē un to arī vērtē kā ievērojamu ieguldījumu šā ļoti neparastā un intriģējošā kosmiskā objekta izpētē. Kļūst arvien skaidrāks, ka šajos augsta zvaigžņu un starpzvaigžņu matērijas blīvuma apstākļos rodas priekšnosacījumi, lai izveidotos objekti, kuru starojums ļoti atgādina aktīvo galaktiku un kvazāru kodolos novērojamo. Protams, mūsu Galaktikas centrā visas šīs norises ir it kā samazinātas mērogos, bet šo objektu dabas liclā un nepārprotamā līdzība padara šos tā sauktos mikrokvazārus par ļoti aktuāliem un perspektīviem izpētes objektiem, jo šādi pētījumi sola ievērojamu progresu ne tikai mūsu Galaktikas, bet arī aktīvo galaktiku kodolu un kvazāru fenomena izpratnē.

A. Baļklavs

JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ

● Ar Aresivo observatorijas 305 m radioteleskopu turpinot regulāri novērot pulsāru PSR 1257+12, kam 1992. gadā pēc radioimpulsu atkārtotāšanās perioda variācijām it kā tika atklātas planētas (sk.: Zvaigžņotā Debess, 1992./93. gada ziema, 20.—22. lpp.), amerikāņu astronomi guvuši neapstrīdamu pierādījumu šīs planētu sistēmas eksistencei. Proti, pulsāra perioda šķietamajās variācijās konstatētas tieši tādas izmaiņas, kādām, pēc zinātnieku prognozēm, vajadzēja notikt, planētu savstarpējā pievilkšanās spēka ietekmē pakāpeniski pārveidojoties to orbitām; neviens cits fizikālais process šādas sarežģītas, dziļi specifiskas perioda variāciju pārmaiņas izraisīt nevar.

Precizāk izsakoties, ir apstiprinājies, ka šo pulsāru ar 67 un 98 diennakšu periodu apriņķo divas par Zemi trīsreiz masīvākas planētas. Aizdomas par vēl vienas daudz tālākas planētas eksistenci (ar apriņķošanas periodu 1,1 gads) izrādījušās nepamatotas. Toties ar diezgan augstu varbūtību konstatēta Mēnesim pēc masas līdzīga planēta, kas atrodas ļoti tuvu pulsāram (apriņķošanas periods — tikai 25 diennaktis).

CIK BIEŽI UZLIESMO SUPERNOVAS?

Cilvēces vēstures piectūkstoš gadu laikā ir atzīmēti vairāk nekā 200 gadījumi, kad pie debess parādījusies agrāk neredzēta (jauna) zvaigzne, kas uz laiku kļuvusi spožāka par trešā lieluma spīdekli. Tagad zinām, ka tās galvenokārt bijušas novas — zvaigznes, kas noteiktā attīstības stadijā pēkšņi pallelina savu spožumu tūkstošiem un miljoniem reižu.

Zviedru astronoms K. Lundmarks 1920. gadā konstatēja, ka starp šīm zvaigznēm ir tādas, kuru patiesais spožums (ko var noteikt vienīgi, zinot zvaigznes attālumu no mums) uzliesmojuma laikā tūkstošiem reižu pārsniedz parasto novu patieso spožumu. Tās staro tik spēcīgi kā vesela zvaigžņu sistēma — galaktika. 1934. gadā V. Bāde un F. Cvikijs (ASV) šādas zvaigznes nosauca par supernovām (latviski saka arī «pārnova»). Kā varbūtēju supernovas eksplozijas cēloni viņi minēja zvaigznes kolapsu — zvaigznes vielas pēkšņu neiedomājami spēcīgu sablīvēšanos, ko izraisa gravitācija.

Supernovas kolapss un tam sekojošā eksplozija ir viena no visgrandiozākajām dabas parādībām. Kolapsa pirmajās 10 sekundēs, kad zvaigzne — pirmssupernova — pārvēršas par ārkārtīgi blīvu neitronu zvaigzni, tās kodolā, kura diametrs nepārsniedz dažus desmitus kilometru, atbrīvojas tik daudz enerģijas, cik tai pašā laikā izstaro visas zvaigznes miljoniem galaktikās. Bet Saule savas 10 miljardu gadu dzīves laikā spēs izstarot tikai vienu simtdaļu šāda enerģijas daudzuma.

Milzīgā enerģijas izdalīšanās rada eksploziju, kura plašā telpā pārveido starpzvaigžņu

vielas struktūru un magnētisko lauku. Liela daļa pirmssupernovas masas tiek izsviesta starpzvaigžņu telpā ar milzīgu ātrumu. Pirms uzliesmošanas zvaigzne savā attīstībā ir pārdzīvojuši daudzas evolūcijas stadijas, kuru laikā udeņradis ir pārvērties smagākos ķīmiskos elementos. Tāpēc supernovas sprādziens papildina starpzvaigžņu vielu ar jaunu smago elementu devu. Tātad, jo vairāk supernovu eksplodē, jo vairāk izmainās attiecīgās galaktikas starpzvaigžņu vides ķīmisko elementu sastāvs. Tādējādi tiek ietekmēta galaktiku un zvaigžņu, kas tajās rodas no starpzvaigžņu vielas, attīstības gaita. Tāpēc ir svarīgi zināt, cik bieži dažādās galaktikās supernovas uzliesmo.

Supernovu eksplozijas procesa pētīšanā kopā ar Maskavas astrofizikājiem, starp citu, piedalās arī Radioastrofizikas observatorijas pētnieks Ernests Grasbergs. Neiedziļinoties šajā ārkārtīgi svarīgajā problēmā, aplūkosim jaunākos vērtējumus par supernovu parādīšanās biežumu. Zinātniskajā periodikā nesen publicēti uz jauniem novērojumu datiem balstīti pētījumi par šo jautājumu. Viena darba autors ir Kanādas astronoms S. Vandenbergss, otru darbu ir kopīgi veikuši Maskavas un Padujas (Itālija) astronomi.

Var uzskatīt, ka supernova ir zvaigzne, kas pāriet no pirmssupernovas stadijas uz nākamo zvaigznes attīstības stadiju — neitronu zvaigzni vai dažos gadījumos varbūt melno caurumu. Supernovas nav vienvēidīgu objektu klase. Jau 1940. gadā R. Minkovskis (ASV) ieviesa divus supernovu tipus atkarībā no to

spektra veida. Pirmā tipa supernovām (SNI) nav udeņraža līniju, otrajam tipam (SNII) raksturīgas spēcīgas udeņraža emisijas līnijas. Katram tipam, izrādās, ir arī īpatnēja spožuma izmaiņas gaita jeb spožuma maiņas likne (1. att.). Sekundāru spektra īpatnību dēļ I tipa supernovas tagad iedala vēl divos tipos — Ia un Ib. Uzskata, ka SNIa rodas no otrās populācijas zvaigznēm, visticamāk, no baltajiem punduriem, kas ietilpst dubultzvaigznēs. Nav arī īsti skaidrs, no kādām zvaigznēm un kādā veidā rodas Ib tipa supernovas. Šo SNIb

priekšteči visvarbūtīgāk ir lielas masas zvaigznes, un to eksploziju, tāpat kā II tipa supernovās, izraisa zvaigznes kodola kolaps.

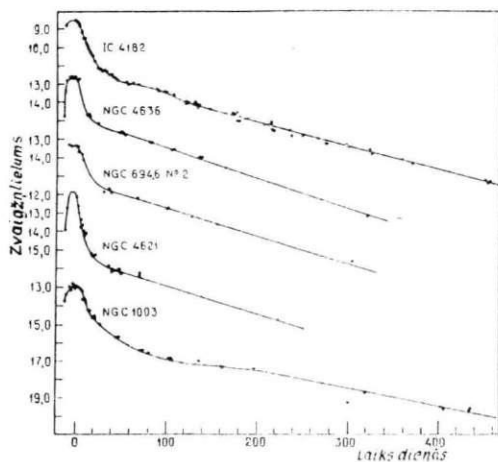
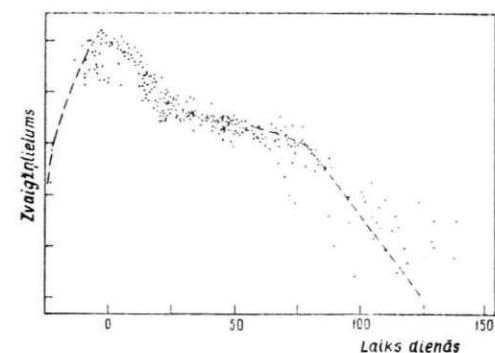
Pēc S. Vandenbergā datiem, līdz 1993. gada 1. aprīlim citās galaktikās bija reģistrētas 864 supernovas. 1992. gadā atklātas 69 supernovas. Daļa supernovu atrasta pēc sistemātiskiem meklējumiem, kādi notiek vairākās observatorijās. Lai noskaidrotu supernovu biežumu, S. Vandenbergā izmanto viena novērotāja R. Ivensa (R. Evans) supernovu meklēšanas rezultātus. Tā kā supernovu biežums, izrādās, ir atkarīgs no attiecīgās galaktikas patiesā spožuma jeb starждаdas, biežumu parasti izsaka ar supernovu skaitu vienā simtgadē vienā galaktikā, kuras starждаda ir vienlīdzīga 10 miljardiem Saules starждаdu. Rezultāts turklāt vēl ir atkarīgs no pieņemtās galaktiku attālumu skalas, t. i., Habla konstantes vērtības. Ja to pieņem vienlīdzīgu ar $75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, tad, pēc S. Vandenbergā secinājumiem, supernovu biežums spirāliskajās galaktikās ir $1,3 \pm 0,3$.

Vairāk mūs interesē supernovu biežums mūsu pašu Galaktikā — Piena Ceļa sistēmā. Pamatojoties uz minētās statistikas rezultātiem un pieņemot, ka mūsējā ir normāla spirāliskā galaktika, bet tās starждаda ir 2,3 vienības, S. Vandenbergā lēš, ka Galaktikas supernovu biežums ir 3 ± 1 . Tātad varētu gaidīt, ka vidēji ik gadsimtu parādās no divām līdz četrām supernovām.

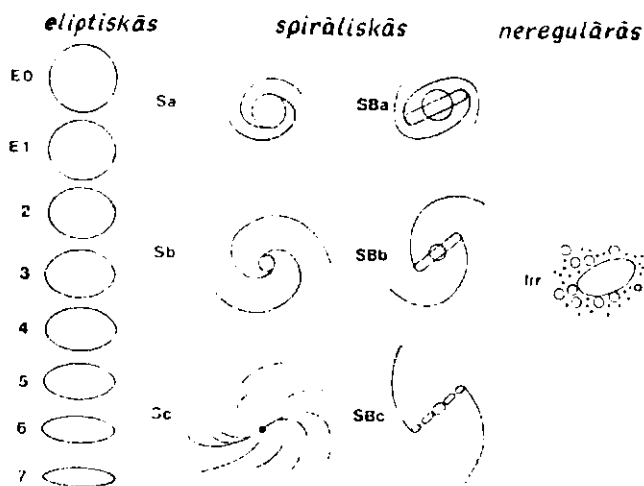
Cita, teorētiska metode, kas balstās uz zvaigžņu evolūcijas teoriju un Galaktikas zvaigžņu populāciju modeli, pēc S. Vandenbergā vērtējuma, dod attiecīgos skaitļus no 0,5 līdz 2,9.

Trešā S. Vandenbergā lietotā metode balstās uz Galaktikas supernovu novērojumiem. No senām hronikām un senatnes astronomu novērojumu datiem pētnieki secina, ka pēdējos 2000 gados bijis nepilns desmits supernovu. S. Vandenbergā savā metodē izmanto Ib un II tipa supernovas, kas atradušās līdz 4 kpc attālumam no Saules: 185., 1054., 1181. un 1670. gada supernovas. Izdarot zināmus pieņēmumus par supernovu telpisko sadalījumu Galaktikā, S. Vandenbergā secina, ka Galaktikas supernovu biežums ir robežās no 1,3 līdz 3,9.

Nedaudz mazāku, bet kļūdu robežās līdzīgu



1. att. Summārā fotogrāfiskā spožuma likne I tipa (augšā) un II tipa supernovām, abscisa — laiks dienās, ordināta — supernovas spožums zvaigžņlielos.

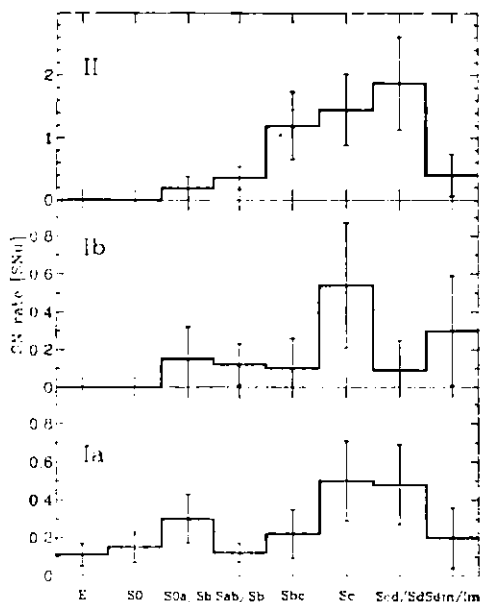


2. att. Galaktiku galvenie morfoloģiskie tipi.

rezultātu ieguvusi arī minētās Eiropas astronomu grupas pētnieki. Krievu un itāliešu astronomu grupas supernovu meklēšanu turpinājušas 30 gadus neatkarīgi viena no otras. Maskavieši izmantojuši P. Šternberga Astronomijas institūta Krimas stacijas astrogrāfu, bet padujieši — Azjago (Asiago) Astrofizikas observatorijas Smita teleskopus. Nesen, apvienojot abu grupu novērojumu datus, gūti visai pārliecinoši secinājumi. Šī apvienotā pētnieku grupa analizē vairāku tipu supernovu parādīšanās biežumu dažāda tipa galaktikās (2. att.). Eliptiskajā galaktikā viena supernova, izrādās, uzliesmo vidēji 5—20 gadsimtos, spirāliskajās SOa—Sb galaktikās — 1—5 gadsimtos, bet Sbc—Sd galaktikās vienā gadsimtā parādās 1—3,5 supernovas. Mūsu Galaktikā vienā gadsimtā sagaidāmo supernovu skaitu šie Eiropas astronomi raksturo ar skaitli $1,7 \pm 0,9$ jeb noapaļojot — robežās no 1 līdz 3 (3. att.).

Tātad vidēji gadsimtā mūsu Galaktikā parādās divas trīs supernovas. Taču jau trīs gadsimtus Galaktikas supernovas nav redzētas. 18. un 19. gadsimtā vēl varēja palaist garām nepamanītu kādu supernovu, bet 20. gadsimta novērošanas tehnikai un apjomiem tās vajadzēja atklāt. Varbūt šī jaunākā Galaktikas supernova ir bijusi neparasti vāja vai arī to aizseguši starpzvaigžņu putekļi?

Eiropas astronomi novērtē arī sagaidāmo



3. att. II, Ib un Ia supernovu biežums dažāda tipa galaktikās saskaņā ar Maskavas un Padujas astronomu pētījumiem.

supernovu skaitu lokālajā galaktiku grupā, kurā bez Piena Ceļa sistēmas (Sbc) ietilpst Sb tipa spirāliskā galaktika M31 (Andromedas Miglājs), Sc tipa galaktika M33, neregulārās galaktikas Lielais un Mazais Magelāna Mākonis, kā arī vairāk nekā 20 eliptiskās vai neregulārās pundurgalaktikas. Pēc viņu aprēķina, šis skaits ir 2,9 viena gadsimtā. Tas samērā labi atbilst novērotajam. 1885. gadā E. Hartvigs, strādādams Tērbatas observatorijā, atklāja jaunu zvaigzni S Andromedas Miglājā. Tagad zināms, ka tā bija supernova. Pirms dažiem gadiem savukārt uzliesmoja supernova 1987A Lielajā Magelāna Mā-

konī. (Grasbergs E., Miežis J. 1987. gada galvenais notikums astronomijā // Zvaigžņotā Debess. — 1988./89. gada ziema. — 2.— 8. lpp.)

S. Vandenbergss pievērsies arī jautājumam par supernovu lomu masveidīgā dzīvo būtnu izmiršanā uz Zemes. Tādu hipotēzi savulaik izteica izcilais Maskavas astrofiziķis J. Sklovskis. Jaunie dati par supernovu biežumu Galaktikā liecina, ka tās uzliesmo simtkārt par retu, lai varētu būt cēlonis novērotajai vairākkārtīgajai sugu masveida izmiršanai.

Z. Alksne, A. Alksnis

PIRMATNĒJĀ BERILIJA MEKLĒJUMI

Kā izriet no modernās zvaigžņu evolūcijas teorijas, visus ķīmiskos elementus, izņemot ūdeņradi, hēliju, nedaudz litiiju, beriliju un bora, sintezē kodoltermiskās reakcijas zvaigžņu dzīlēs. Minētie vieglie elementi radušies Lielā Sprādziena rezultātā ļoti agrinā Visuma evolūcijas stadijā. Matērijai no kvarku formas pārejot barionu formā, rodas blīvuma fluktuācijas. Teorētiskie aprēķini liecina, ka tolaik Visuma vecums bijis tikai 20 milisekundes. Kad Visums bijis apmēram 1 sekundi vecs, sākusies vieglo elementu nukleosintēze. Nukleosintēzes pamatā ir tas, ka radušies neitroni ir spējīgi pārvietoties, bet elektriski lādētie protoni to darīt nespēj.

Tā kā par tik agrinām Visuma studijām konkrētu datu nav, tad teorētiskie aprēķini ir ļoti atkarīgi no dažādiem pieņemtiem parametriem. Tāpēc ļoti svarīgi ir noteikt tādu vieglo elementu kā berilija un bora pirmatnējo saturu. Šai nolūkā var pētīt zvaigznes ar ļoti zemu metālu saturu, par kurām domā, ka tās izveidojušās no pirmatnējās vielas.*

Agrino Visuma stadiju aprēķini rāda, ka pirmatnējais berilija izotopa ${}^9\text{Be}$ saturs ap-

mēram 10 reizes pārsniedz bora izotopa ${}^{11}\text{B}$ saturu, bet šos aprēķinus būtiski ietekmē pieņemtie neitronu difūzijas parametri. Ja ${}^9\text{Be}$ saturu izdotos noteikt novērojumu ceļā, tad tas dotu konkrētu informāciju par pieņemto parametru lielumiem un varētu izšķirties par dažādu agrinā Visuma modeļu pareizību.

Pirmo ${}^9\text{Be}$ satura noteikšanas mēģinājumu ir veikuši G. Gilmors, B. Edvardsons un P. Nisens relatīvi spožai (lielums vizuālajos staros $V=7,2$) zvaigznei HD 140283, kura atrodas submilža evolūcijas stadijā. Ar jauno angļu-austrāliešu teleskopu iegūti augstas kvalitātes spektri un izdevies identificēt berilija līnijas ar viļņu garumu 3130,42 Å un 3131,06 Å, kurām var izmērīt ekvivalento platumu. Tā kā zvaigznei ir zināms radiālais ātrums, kas Doplera efekta dēļ dod spektra līniju nobīdi par 1,67 Å, tad izdevās novērst difūzās Saules gaismas ietekmi (nakts debess spīdēšanu). Uz Saules berilija saturs ir daudz augstāks un attiecīgās spektra līnijas — daudz spēcīgākas. Berilija saturs noteikts ar tā sauktajiem sintētiskā spektra aprēķiniem, kuros izskaitļots summārais jeb sintētiskais spektrs, ko veido miljoniem individuālu absorbcijas līniju. Mainot elementu ķīmisko saturu, tiek panākta šā sintētiskā spektra sakrišana ar novērojamo. Aprēķinos konstatēts, ka minētajai

* Sk., piem.: Straume J. I. Zvaigznes ar ekstremāli zemu metālu saturu // Zvaigžņotā Debess. — 1991./92. gada ziema. — 17.— 18. lpp.

zvaigznei berilija saturs attiecībā pret ūdeņradi ir $\log N_{\text{Be}}/N_{\text{H}} = -12,8$, turpreti Saulei šis lielums ir $-10,85$, t. i., uz Saules ir apmēram simts reižu vairāk berilija.

Rezultātu kosmoloģisko interpretāciju apgrūtina tas, ka zvaigžņu evolūcijas ceļā elementi var gan sabrukt, gan arī veidoties no jauna. No zvaigžņu evolūcijas stadijas un temperatūras visvairāk atkarīgs litija izotopa ${}^7\text{Li}$ saturs. Berilija un bora izotopi ir mazāk pakļauti sabrukšanai zvaigžņu evolūcijas ceļā. Berilija ${}^9\text{Be}$ sabruk kodoltermiskajās reakcijās $3,6$ miljonu grādu temperatūrā. Tā kā šāda temperatūra ir tikai dziļos zvaigznes slāņos, tad, lai viss berilijs varētu sadegt, nepieciešama spēcīga vielas apmaiņa starp zvaigznes ārējiem slāņiem, kur veidojas novērojamais spektrs, un zvaigznes dziļēm. Šāda vielas apmaiņa jeb konvekcija ir ļoti spēcīga pundurzvaigznēm un visai nenozīmīga milzu zvaigznēm, kur konvekcija aptver zvaigznes dziļākos slāņus un neiznāk atmosfērā, jo tur ir ļoti mazs blīvums. Pētāmā zvaigzne, kā jau minēts, ir submilža stadijā, un berilija sabrukšana tajā

ir nenozīmīga. No otras puses, berilijs un bors rodas, kosmisko staru protoniem un alfa daļiņām saduroties ar CNO kodoliem, un šī rašanās ir atkarīga no CNO elementu sastāva starpzvaigžņu vidē un kosmisko staru enerģijas spektra agrīnajā Galaktikā. Sadursmju teorētiskie aprēķini liecina, ka šādā veidā rodas apmēram desmit reižu vairāk bora nekā berilija. Salīdzinot visu šo elementu savstarpējās izotopu attiecības, iespējams noteikt pirmatnējā berilija daudzumu ar metāliem nabadzīgajās zvaigznēs. Ja konstatēts, ka zvaigznei ir daudz vairāk ${}^9\text{Be}$ nekā ${}^{11}\text{B}$, tad var secināt, ka berilijs nav veidojies papildus un novērotais daudzums atbilst pirmatnējam. Šis problēmas atrisināšanu pašreiz kavē tas, ka bora izotopa ${}^{11}\text{B}$ saturu var noteikt vienīgi pēc līnijas ar viļņu garumu $\lambda = 2496 \text{ \AA}$, kas pieejams tikai novērojumiem ar Habla kosmisko teleskopu. Ņemot vērā šīs problēmas svarīgumu, tā neapšaubāmi tiks atrisināta tuvākajā laikā, pašreiz veikts tikai pirmais solis.

J. I. Straume

VAI STARP ZVAIGZNĒM IR SAULES ANALOGI?

Mums tuvākā zvaigzne — Saule — noder par bāzi tālāku zvaigžņu pētījumiem. Dažādi fizikāli efekti vispirms tika atklāti uz Saules, tikai pēc tam zvaigznēs. Te varētu minēt Saules plankumus, ko atklāja jau Galilejs. Tagad plankumi atrasti arī zvaigznēs. Otrs nozīmīgākais notikums bija absorbcijas spektra atklāšana uz Saules, ko 1814. gadā veica vācu fiziķis Jozefs Fraunhofers. No tā laika absorbcijas spektru pētīšana ir visas astrofizikas pamats. Varam vēl pieminēt periodiskās tabulas otro elementu hēliju, ko vispirms atklāja uz Saules, tad uz Zemes un zvaigznēm.

Saules un zvaigžņu salīdzināmie pētījumi ir visai sarežģīti, jo traucē milzīgais redzamo spožumu diapazons. Saules novērošanai lieto speciālus teleskopus, kuri izmanto niecīgu daļu Saules gaismas un ar kuriem var iegūt ļoti

augstas dispersijas spektrus. Zvaigznēm par augstas dispersijas spektriem uzskata tādus, kuriem dispersija ir 2—6 angstrēmi uz milimetru, bet Saulei labākie spektri ir 15—20 milimetru uz vienu angstrēmu un spektra līnijas iespējams pētīt ļoti detalizēti.

No otras puses, ar tiem teleskopiem, ar kuriem parasti novēro zvaigznes, Sauli nevar novērot tās pārmērīgā spožuma dēļ. To pat nedrīkst darīt, jo var nenovērstami sabojāt teleskopu. Tāpēc kā Saules gaismas otrreizējo avotu bieži izmanto Mēnesi; var izmantot lielo planētu pavadoņus (tos, kuriem nav savas atmosfēras), bet vājāku zvaigžņu salīdzināmiem pētījumiem arī tie var izrādīties par spožu, un tad teleskopā būs redzami to lineārie izmēri. Protams, varētu mēģināt izmantot mazās planētas jeb asteroīdus, kuriem nav sava

starojuma. Bet, tā kā asteroidi ir neregulāras formas un arī to virsma ķīmiskā sastāva ziņā nav homogēna, tad Saules gaisma dažādos spektra diapazonos atstarojas nevienmērīgi un iegūtie dati neatbilst patiesajam Saules spektram.

Tāpēc aktuāls ir jautājums par Saules analogu jeb diviņu atrašanu starp zvaigznēm. Par analogu uzskata tādu zvaigzni, kurai vispirms ir Saulei līdzīga efektīvā temperatūra, smagumspēka paātrinājums, spektra klase un attiecīgā evolūcijas stadija Hercšprunga-Rasela diagrammā. Par reālu diviņi uzskata tādu zvaigzni, kam bez minētajiem parametriem ir vienāds ķīmiskais sastāvs, sakrīt citi smalkāki efekti, kā, piemēram, hromosfēras aktivitāte, mainīguma cikls, magnētiskā lauka lielums, rotācijas ātrums, kustības ātrums pasaules telpā un citi parametri. Šādas zvaigznes varētu noderēt ne tikai kā standartus, bet ap tām varētu meklēt planētu sistēmas, kas būtu līdzīgas Saules sistēmai ar iespējamām ārpuszemes civilizācijām.

Šādu zvaigžņu meklējumus veikuši franču astronomi. Pirmajos pētījumos apmēram pirms desmit gadiem Saules analogi netika atrasti. Nesen šie pētījumi tika atkārtoti, izmantojot Kanādas—Francijas—Havaju 3,6 metru teleskopu un Eiropas Dienvidu observatorijas (Čīle) 1,4 m teleskopu. Ar cietvielu detektoriem, kā Saules gaismas avotu izmantojot Mēnesi, ieguva augstas dispersijas spektrus četrām zvaigznēm (HD 44594, HD 76151, HD 20630 un HD 81809). Novērojumus veica trijos spektra diapazonos (attiecīgi 6563 Å, 6730 Å un 8520 Å). Pirmajā spektra diapazonā atrodas ūdeņraža Balmēra sērijas H α līnija. Šīs līnijas kontūra pētījumi dod iespēju ļoti precīzi noteikt efektīvo temperatūru. Otrajā spektra diapazonā atrodas litija, dzelzs un citu elementu līnijas, kas dod iespēju noteikt zvaigznes ķīmisko sastāvu, tās vecumu, smaguma spēka paātrinājumu un evolucionāro stāvokli Hercšprunga-Rasela diagrammā. Trešajā diapazonā atrodas jonizētā kalcija tripleta līni-

jas, pēc kurām var noteikt hromosfēru esamību un to aktivitāti.

Tika veikti detalizēti četrus minēto zvaigžņu pētījumi. Visas zvaigznes ir ļoti līdzīgas Saulei. Pirmajām divām zvaigznēm ir tā pati spektra klase G 3V, vienādi indeksi $B-V=0,67$ un to spektri ir tuvi Saulei. Zvaigznei HD 76151 ir tikai par 60 K zemāka efektīvā temperatūra un nedaudz lielāka hromosfēras aktivitāte. Zvaigznei HD 20630 ir tas pats ķīmiskais sastāvs un smagumspēka paātrinājums, bet efektīvā temperatūra ir par 140 K zemāka un litija saturs augstāks nekā Saulei. Vistuvāk Saulei pēc visiem parametriem ir zvaigzne HD 44594, kuras spektru var nosaukt par pilnīgi identisku Saules spektram. Abām ir vienāda efektīvā temperatūra, smagumspēka paātrinājums, litija saturs un hromosfēras aktivitāte. Vienīgi metālu saturs minētajai zvaigznei ir nedaudz augstāks. Pēdējā no pētītajām zvaigznēm — HD 81809 — interesanta ar to, ka tās parametri ir ļoti tuvi Saulei, tikai metālu saturs ir nedaudz zemāks. Tā ir tālāk evolucionējusi dubultzvaigznes komponente. Turpretī hromosfēras aktivitāte šai zvaigznei ir tāda pati kā Saulei, kas ir ļoti interesants fakts, jo dubultzvaigžņu evolūcija stipri atšķiras no atsevišķu zvaigžņu evolūcijas.

Tādējādi pašreiz par Saulei ļoti līdzīgu var uzskatīt tikai zvaigzni HD 44594. Neapšaubāmi, šādi meklējumi ir jāturpina un arī jau pētītās zvaigznes jānovēro no jauna, jo tās un Saule varēja atrasties dažādās mainīguma fāzēs; neraugoties uz vienādu hromosfēras aktivitāti, zvaigzne varēja tuvojies aktivitātes minimumam, bet Saule — maksimumam vai otrādi. Šādu zvaigžņu atrašanai ir arī liela vispārzinātniska un filozofiska nozīme, jo, gadījumā ja starp miljardiem zvaigžņu neatradīsies Saulei pilnīgi līdzīga zvaigzne, tas varētu liecināt par labu Saules sistēmas, Zemes un tās civilizācijas unikālitatei.

J. I. Straume

SAULES GRANULAS

Viens no pirmajiem debess ķermeņiem, uz kuriem tūlīt pēc to izgudrošanas tika pavēstas mākslīgās acis — teleskopi, bija Saule, un viens no pirmajiem atklājumiem, kas daudzus ne tikai pārsteidza, bet pat šokēja, bija Saules plankumi. Teleskopu izšķirtspējai palielinoties, Saules attēlos atklājās arvien vairāk dažādu veidojumu un detaļu. Izrādās, Saules šķietami ideāli spožo virsmu — fotosfēru — pat tad, kad uz tās redzami pavisam nedaudzi plankumi, faktiski pilnīgi izraibina milzīgs daudzums granulu — spoži, ar tumšākām robežlinijām cits no cita atdalīti laukumi, kuru lineārie izmēri (diametri) ir no dažiem simtiem līdz 1000—2000 km, bet leņķiskie — ap 1"—2" (0", 1 uz Saules ir apmēram 73 km). Tas nozīmē, ka jebkurā brīdī uz Saules redzamās virsmas (pussfēras) novērojami vairāki desmiti tūkstoši granulu.

Granulu novērojumi (tiem, tāpat kā Saules plankumu novērojumiem, ir nepieciešami speciāli filtri) un pētniecība, kas ilgst jau 200 gadu, ir ļāvuši noskaidrot daudzus ar granulu parādību saistītus jautājumus. Granulas ir Sauli veidojošo gāzu (plazmas) masu konvektīvās kustības izpausme. Saules kodolā notiekošos nukleosintēzes procesos sakarsētās plazmas masas ceļas augšup, līdzīgi kā tvaiku burbuļi verdošā ūdenī, tur atdziest, tādējādi kļūstot smagāki, un grimst lejā, lai, uzņemot jaunus siltuma enerģijas daudzumus, atkal transportētu tos augšup un tā joprojām. Bieži vien, runājot par granulām, Sauli mēdz salīdzināt arī ar juceklīgi mutuļojošu putras katlu. Spožās granulu centrālās daļas ir tās vietas, kur plazmas masas šļācas augšup, tumšās robežas, savukārt, ir rajoni, kur šīs masas atdzisušas grimst lejup. Temperatūras starpība starp šīm relatīvi gaišajām un tumšajām vietām, kas nosaka arī kontrastu, ir ap 500 K, bet gaišo vietu spožums tikai par 10% pārsniedz vidējo fonu, kas rāda, ka granulu temperatūra ir aptuveni 500 K augstāka par šo vidējo fotosfēras temperatūru, kas, savukārt, ir ap 6000 K.

Indivīduālo konvekcijas šūnu, t. i., granulu, pastāvēšanas (jeb «dzīves») ilgums svārstās

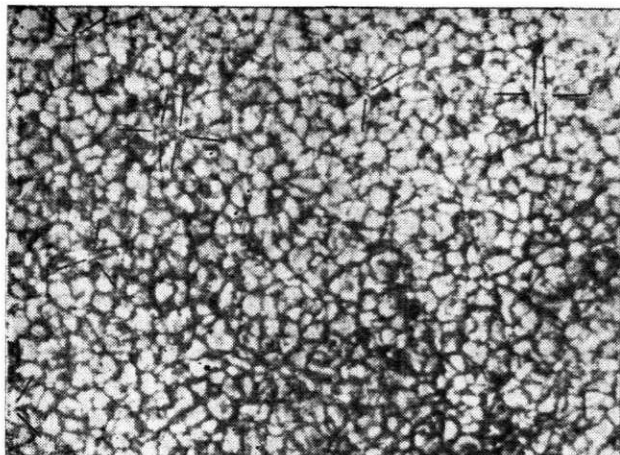
no 5 līdz 15 minūtēm (vidēji ap 8 minūtēm). Sajā laiksprīdī granula izstaro Saules dzīlēs uzņemto siltuma daudzumu, atdziest un atkal iegrimst.

Tomēr, kā rāda jaunākie pētījumi, haotiskajā un šķietami vienveidīgajā granulācijas ainā iezīmējas vairāki gan virsstrukturās, gan substrukturās elementi. Pie pirmajiem pieder tā sauktās mezogranulas, supergranulas un gigantiskās granulas. Tās atklājas kā lielu granulu lauku aptvertu granulu kolektīvas, rezultējošas kustības. Mezogranulu izmēri ir ap 10 000 km, supergranulu — ap 30 000 km, bet gigantisko granulu izmēri — vēl vairākas reizes lielāki. Līdzīga likumsakarība pastāv šo veidojumu dzīves ilgumu starpā, t. i., jo lielāks veidojums, jo ilgāks tā pastāvēšanas laiks. Mezogranulu dzīves ilgums ir ap 3 stundām. Supergranulu un gigantisko granulu pastāvēšanas laiki izsakāmi ar daudzām stundām un diennaktīm.

Pēc pašreizējiem uzskatiem, mezogranulu, supergranulu un gigantisko granulu rašanās ir saistīta ar Saules iekšienē, precīzāk, konvektīvās zonas pamatnē eksistējošo magnētisko lauku struktūru uzpeldēšanu, taču jāatzīst, ka jautājums par to izcelsmes cēloņiem un mehānismiem vēl ir visai neskaids un neizstrādāts. Supergranulācijas tīkveida struktūra samērā labi iezīmējas hromosfēras novērojumos, bet gigantiskās granulas ir ļoti maz izpētīta Saules aktivitātes izpausme.

Substrukturās elementi ir tā sauktie spožie punkti, taču no Zemes tie novērojami tikai ļoti labos atmosfēras apstākļos, kad pilnībā var izpausties instrumentu faktiskā izšķirtspēja. Viena šādos apstākļos uzņemta Saules fotosfēras fotogrāfija redzama 1. attēlā. To ieguvuši franču astronomi no Pikdimidi (Pic du Midi) observatorijas Pireneju kalnos R. Millera (Richard Muller) vadībā. Šie spožie un neilgi pastāvošie punkti, kas uz Saules virsmas veido sarežģītu tīklojuma mozaīku, izrādās, rodas vietās, kur fotosfēru caururbj sevišķi blīvs magnētiskā lauka spēka līniju saišķis. Tādēļ magnētiskā lauka intensitāte šajos punktos ir ļoti liela. Spožo punktu izmēri ir mazi, tikai ap 300 km vai 0,3" diametrā.

Trīs stundu ilgos novērojumos izdarīto uz-



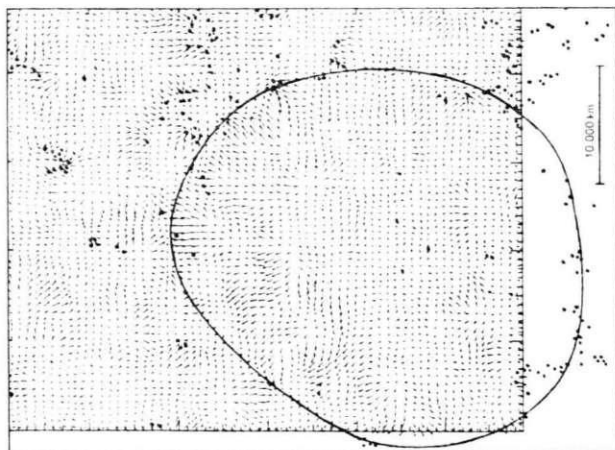
1. att. Saules granulu lauka uzņēmums. Attēla izmēri 70"×50" jeb apmēram 50 000×36 000 km. Ar tumšajām līnijām iesvitrotas fotosfēras spožo punktu atrašanās vietas. Šajos punktos magnētiskā lauka intensitāte ir daudz lielāka nekā blakusesošajos.

nēmumu sērija R. Milleram un viņa kolēģiem deva iespēju izdarīt granulu kustību pētījumus un iegūt attēlu (2. att.), kurā samērā labi saskatāmas mezogranulu un supergranulu robežas. Mezogranulas ir apgabali ar atšķirīgu granulu (un plazmas masu) kolektīvo kustību raksturu. Supergranulu centrālajā daļā izveidojušos mezogranulu kustībai ir nejaušs (gadījuma) raksturs, bet mezogranulas tuvāk supergranulu perifērijai uzrāda tendenci dreifēt šo supergranulu robežu virzienā, kur tās pamazām sabrūk un izzūd. Supergranulu tīklu,

kā jau iepriekš minēts, samērā labi kontrastējas hromosfēras novērojumos, fotosfēras līmeni var izsekot pēc spožo punktu sadalījuma. 2. attēlā redzama viena supergranula, kuras robežas nosakāmas pēc spožo punktu sadalījuma kontūrām.

Saules magnētiskajos laukos notiekošās plazmas kustības regulē sarežģīti magnetohidrodinamikas likumi, no kuriem izriet, ka magnētiskie lauki ne tikai vada plazmas kustības, bet šīs kustības, kā jau lādētu daļiņu kustības, savukārt generē magnētiskos laukus, kuri

2. att. Individuālo granulu kustības (iezīmētas ar bultiņām) 3 stundu laikā. Melnie punkti ir vietas, kur parādās un izzūd fotosfēras spožie punkti. Tie veido supergranulas robežu, kas iezīmēta ar melno nepārtraukto līniju. Supergranulas diametrs ir apmēram 34 000 km. Redzamas daudzas mezogranulas kā apgabali, no kuriem granulas it kā izplūst. Tipisku mezogranulu izmēri ir ap 5000—10 000 km. Mezogranulas, kas izveidojušās supergranulu robežu tuvumā, dreifē uz šo robežu, pamazām sabrūk un izzūd.



mijiedarbojas ar tuvumā esošajiem Saules magnētiskajiem laukiem, tos vājinot vai pastiprinot utt. Tādēļ nav izslēgts, ka tieši šo lielo konvekcijas burbuļu — mezogranulu un it sevišķi supergranulu — kustības ir to Saules magnētiskā lauka liela mēroga izmaiņu cē-

lonis, ko novēro tās aktivitātes 11 gadu cikla laikā. So iespējamo kopsakarību noskaidrošana ir viens no turpmākajiem Saules granuļācijas pētījumu uzdevumiem.

A. Balklavs

JAPĀNĀ NOVĒRO SPOŽAS ZVAIGZNES AIZKLĀŠANU

Tāpat kā Mēness, aizejot priekšā Saulei jeb aizklājot Sauli, izraisa Saules aptumsumu, tā arī kāda mazā planēta jeb asteroīds, aizejot priekšā zvaigznei, izraisa šā spīdekļa aptumsumu — zvaigzne pie debess kādu brīdi nav redzama. Astronomi sādu parādību sauc par aizklāšanu. Zvaigznes un citus nakts debess spīdekļus nereti aizklāj arī Mēness.

Brīdi, kad asteroīds aizklāj zvaigzni, rodas lieliska iespēja iegūt informāciju par šo asteroīdu. Pirmo reizi tāda aizklāšana ir novērota 1958. gadā, pēc tam vēl daudzkārt. Tomēr līdz pat 1991. gada 13. janvārim neviens nebija redzējis, kā tiek aizklāta tik spoža zvaigzne kā Dviņu Gamma (γ Gem), kuras zvaigzņlielums ir 1,9. Iepriekšējais rekords ir bijis Valzivs Gammā (γ Cet, zvaigzņlielums 3,5) aizklāšanas novērošana, kad šo zvaigzni aizklāja mazā planēta Hebe.

Dviņu Gammā aizklāšanu Amerikas Astronomijas biedrības zinātniskajā žurnālā «The Astronomical Journal» apraksta Tokijas zinātnieki I. Sato, M. Soma un T. Hirose. Šai gadījumā aizklājējs bija asteroīds Mira (Myrrha), kura numurs ir 381. Saskaņā ar iepriekš aprēķinātiem aizklāšanas redzamības apstākļiem, šai astronomiskajai parādībai vajadzēja būt novērojamai jūrā uz dienvidiem no Japānas un pēc tam Ķīnā. Tomēr šādas prognozes kļūda var sasniegt pat 1000 km.

Japānas zinātnieki ar aicinājumu novērot aizklāšanu griezušies galvenokārt pie iespējamām novērotājiem Kjusju salā, kas atrodas valsts dienviddaļā vistuvāk paredzētajai aizklāšanas redzamības joslai. Tomēr asteroīda

Miras ēna gāja daudz tālāk uz ziemeļiem, šķersodama tieši Tokiju un apkārtni, kur ir liels iedzīvotāju blīvums. Tāpēc aizklāšanas novērošana ir bijusi sekmīga: iegūts viens fotoelektrisks parādības novērojums, divi videonovērojumi, ap desmit fotogrāfisku un vairāki desmiti vizuālu novērojumu ar teleskopiem, binokļiem un arī bez optikas palīdzības. Novērošanu veicinājis arī apstāklis, ka Dviņu Gamma ir labi redzama ar neapbruņotu aci, ka parādība notika svētdienas vakarā deviņos un ka debess bijusi skaidra aizklāšanas redzamības joslas plašā teritorijā.

Plaša novērošanas kampaņa esot bijusi organizēta arī Ķīnā. Tajā piedalījušies vairāk nekā 5000 cilvēku, bet sīkāku ziņu par rezultātiem nav.

Pārklāšanas laikā pa Zemes virsmu skrien asteroīda ēna. Novērotājs, kurš atrodas šai ēnā, aizklāto zvaigzni neredz. Tā pazūd skatam tad, kad ēna sasniedzusi novērotāju: zvaigznes aizklāšana sākusies. Kad ēna aiziet, zvaigzne atkal parādās. Nosakot aizklāšanas ilgumu, t. i., cik ilgi zvaigzne nebija redzama, un zinot ēnas kustības ātrumu, var noteikt attālumu starp ēnas malas diviem punktiem jeb ēnas hordas garumu. Ja vairāki novērotāji atrodas dažādos attālumos no redzamības joslas vidus un novērošanas vietu koordinātas ir labi zināmas, tad pēc aizklāšanas sākuma un beigu momentiem var aprēķināt ēnas kontūras jeb mazās planētas projekciju uz Zemes virsmas. Kad ēna pārvietojusies, cita novērotāju grupa var noteikt asteroīda projekciju atšķirīgā orientācijā. Pēc novērojumu apkopoša-



Paredzētā un faktiskā Dviņu Gammās aizklāšanas redzamības josla. Ar punktiem atzīmētas novērošanas vietas. (Pēc «Astronomical Journal».)

nas iespējams noteikt mazās planētas lielumu, formu, arī griešanos ap asi un pavadoņa klātbūtni.

Fotoelektriskie novērojumi var dot aizklāšanas momentu precizitāti 0,02 s, novērojumi ar videokamerām — ap desmitdaļu sekundes. Visuālie un fotogrāfiskie novērojumi ir derīgi, ja laika momenta kļūda nav lielāka par vienu

sekundi. Mazās planētas formas aprēķiniem derīgu novērojumu ir bijis ap 30. Maksimālais aizklāšanas ilgums izrādījies ap 9 s. Pieņemot, ka asteroīda Miras šķērsgriezums ir eliptisks, noteikts, ka tā galvenās assis ir 147 un 127 km.

A. Alksnis

METEORĪTU LIETUS UGANDĀ

1992. gada 14. augusta pēcpusdienā pār Ugandas trešo lielāko pilsētu Mbali (Mbale) un tās apkārtni nolija akmens meteorītu lietus. Mbales iedzīvotājus vispirms pārsteidza liels sprādziens debesīs, parādījās liesmojošu meteoru šallis, aiz kurām palika dūmu astes, un tad akmeņi gāzās uz zemi. Tuvējā ciemata iedzīvotājiem licies, ka pilsētu apšauda dumpinieki, jo tai laikā netālu noticis bruņots konflikts.

Par notikušo informēta Holandes Meteoru biedrība (Dutch Meteor Society), un 25. augustā tās pārstāvji ieradušies notikuma vietā. Kopā ar vietējās varas iestāžu pārstāvjiem un ģeologiem viņi vākuši iedzīvotāju liecības un meklējuši nokritušos meteorītus.

Pavisam izdevies konstatēt ap pussimts triecienvietu. Divas lielākās bijušas purvā. Vienā no tām 1,5 m dziļumā atrasts 27,4 kg smags meteorīta gabals, kas pieder pie lielākajiem. Četri meteorīta gabali trāpījuši ciema ēkās vai nokrituši to tiešā tuvumā: 10 kg smags gabals 1 m attālumā no ēkas izsitis 80 cm dziļu bedri. Divi meteorīti ietriekušies dzelzceļa stacijā: viens izdrāzies caur jumtu un sašķīdīs uz betona grīdas. Kāds pāris kilogramu smags akmens nokritis uz Sella (Shell) kompārijas pazemes degvielas tvertnes, bet, par laimi, izsitis zemē tikai dažus desmitus centimetru dziļu caurumu. Kāds 5 kg smags gabals caururbis kokvilnas fabrikas

jumtu, trāpījis mašīnā un saplisis vairākās daļās. Meteorīta šķembu trāpījumi reģistrēti arī kafijas fabrikā.

Nav ziņu, ka būtu kāds ievainotais, lai gan desmitiem meteorītu nokrita biezi apdzīvotā vietā. Pilsētas nomalē Doko gan 4 g smags meteorīta fragments trāpījis kādam zēnam galvā, nenodarīdams miesas bojājumus.

Mbalē un tās apkārtņē nokritis pavisam ap 300 kg meteorīta vielas. Savākts ap 300 gabalu lielumā no 0,1 g līdz vairākiem desmitiem kilogramu. Domājams, ka visi lielākie gabali ir atrasti, bet daudzi mazāki varbūt vēl guļ apkārtējos purvos.

Mbales meteorītu pētī Nīderlandes zinātnieki. Leidenes Nacionālā dabas vēstures muzeja mineraloģijas nodaļas direktors K.E.S. Arps konstatējis, ka Mbales meteorīti ir L 6 tipa hondriti — akmens meteorīti ar mikroskopiskiem magnija-dzelzs ieslēgumiem. Lielākiem gabaliem ir apdeguši lūzumi, tātad galīgā saskaldīšanās ir notikusi lielā augstumā. Gandrīz visiem atrastajiem meteorīta gabaliem ir melna kusuma garoza, kas radusies krišanas laikā.

Domājams, ka meteorīts galīgi sašķēlies ap 10 km uz ziemeļiem no galvenās krišanas vietas, tomēr par meteorīta ķermeņa trajektoriju vēl skaidrības nav. Pētījumi turpinās.

Pēc ārzemju preses materiāliem sagatavojis

A. Alksnis

HIPPARCOS MISIJA IR IZPILDĪTA

1993. gada 15. augustā tika pārtraukti sakari ar Eiropas kosmonautikas pārvaldes (ESA — European Space Agency) zinātnisko pavadoņi HIPPARCOS (akronīms no High Precision PARallax Collecting Satellite — Augstas precizitātes paralaksu vākšanas pavadoņi) (sk. vāku 4. lpp.). Šai pirmajā astrometriskajā eksperimentā vairāk nekā trīs gadus krājis augstas kvalitātes zvaigžņu stāvokļu mērījumu dati.

Lai arī šajā darbā iesaistītie zinātnieku kolektīvi vēl nav pabeiguši datu analīzi, ir

skaidrs, ka šī kosmiskā misija bijusi ļoti sekīga. Vairāk nekā 100 000 zvaigznēm ārkārtīgi precīzi noteiktas koordinātas, iegūti precīzi attālumu mērījumi, noteikts kustības ātrums.

Lai gūtu kaut pavisu priekšstatu par šādā zinātniskā kosmosa pētniecības pasākumā ieguldīto darbu un patērēto laiku, nedaudz ielūkosimies HIPPARCOS vēsturē.

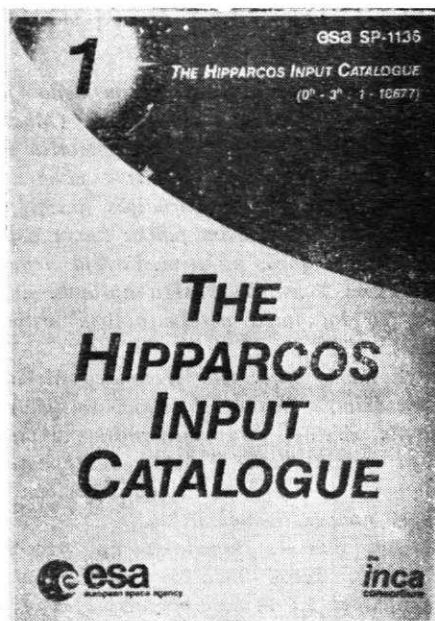
Provizorisks priekšlikums par kosmisku misiju astrometrijas vajadzībām radās Francijā 1966. gadā. Tā autors ir Strasbūras observa-

torijas profesors Pjērs Laktūts (Pierre Lacroute). Šis idejas pilnveidotā varianti izskatīti Starptautiskās Astronomijas savienības kongresos Prāgā (1967) un Braitonā (1970), kā arī Francijas Nacionālajā Kosmosa pētniecības centrā. 1973. gadā viens no šiem variantiem tika iesniegts Eiropas Kosmosa pētniecības organizācijai — tagadējās ESA priekštecei. Šā varianta īstenošanas iespējas pārbaudīja Eiropas astronomu grupas un ESA speciālisti. 1980. gadā ESA izšķīrās uzņemties finansēt gan kosmiskā aparāta, gan zinātniskās aparatūras izgatavošanu. Detalizētu projekta izstrādāšanu pabeidza 1983. gadā. Beidzot 1984. gadā tika uzsākta tā tehniskā realizēšana. Par pasākuma zinātnisko pusi atbildēja Eiropas zinātnieki un zinātniskie institūti. Jau 1982. gadā tika izveidotas četras zinātnieku grupas jeb konsorcijs: Ieejas datu kataloga grupa (INCA — Input Catalogue Consortium), Kosmosa tehnikas fundamentālās astrometrijas grupa (FAST — Fundamental Astrometry by Space Techniques Consortium), Datu analīzes ziemeļu grupa (NDAC — Northern Data Analysis Consortium) un TYCHO datu analīzes grupa (TDAC — TYCHO Data Analysis Consortium).

Ieejas datu kataloga grupas uzdevums bija jau gadu pirms pavadoņa palaišanas sastādīt katalogu ar visu misijas laikā novērojamo ap 100 000 zvaigžņu sarakstu. Šai zinātnieku grupai vajadzēja savākt, izvērtēt un pēc iespējas pārbaudīt visu jau esošo informāciju par minētajām zvaigznēm. Ieejas datu kataloga informācija tika uzglabāta Eiropas Kosmisko operāciju centra datoros. No šejienes uz pavadoņa datoriem ik pa piecām minūtēm bija jānosūta dati par zvaigznēm, kuras HIPPARCOS bija jānovēro turpmāko piecu minūšu laikā. Ieejas datu katalogs nesen iznācis arī iespējamā veidā septiņos lielformāta sējumos (1. att.).

Profesors Adriāns Blāvs (Adriann Blaauw), novērtēdams Ieejas datu kataloga grupas 10 gadu darbu, uzsvēra, ka nezin vai kāds cits kosmiskais pasākums jau pirms pavadoņa starta ir izdarījis tik daudz derīga astronomijai kā HIPPARCOS.

Lai novērojamo zvaigžņu izvēle būtu zinātniski vislietderīgākā, 1982. gadā ESA griezās



1. att. HIPPARCOS Ieejas datu kataloga pirmā sējuma vāks.

ar aicinājumu pie visas pasaules astronomiem iesūtīt programmu priekšlikumus. Tika saņemti 214 pieteikumi, kuros bija minēti vairāk par pusmiljona zvaigžņu. Katra priekšlikuma zinātnisko nozīmi izskatīja neatkarīga atlases komiteja. Bez tam, saskaņā ar novērošanas metodi, zvaigznēm bija jāatbilst noteiktām prasībām: to stāvoklis pie debess jeb koordinātas, tāpat arī spožums jau iepriekš jāzina ar noteiktu precizitāti. Tāpēc pirms Ieejas datu kataloga sastādīšanas INCA grupa organizēja ap 20 000 zvaigžņu astrometrisku un fotometrisku novērošanu zemesvirsmas observatorijās, lai noteiktu vai precizētu HIPPARCOS programmai nepieciešamos Ieejas datus.

1982. gada rudenī arī Radioastrofizikas observatorijās zvaigžņu pētnieku grupa iesniedza priekšlikumu ar pussimts oglekļa zvaigžņu sarakstu. Mūsu priekšlikuma zinātniskais mērķis bija oglekļa zvaigžņu starждаas kalibrēšana. Šai nolūkā jāzina zvaigžņu attālumi, kuru noteikšanu nodrošinātu HIPPARCOS astrometrisko novērojumu nepieredzēti augstā precizitāte. Mūsu sarakstā ir dažāda mainīguma tipa

spožākās oglekļa zvaigznes, kā arī atsevišķas varbūtējas dubultzvaigznes, kurās viena no pāra ir oglekļa zvaigzne. Priekšlikums tika pieņemts, un HIPPARCOS Ieejas datu katalogā ir iekļautas 48 mūsu ieteiktās zvaigznes.

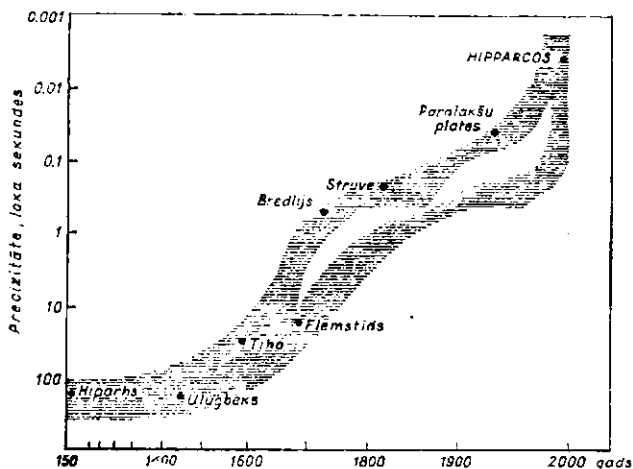
Uz Zemi noraidīto HIPPARCOS novēroto datu apstrāde ir vislielākā un viskomplicētākā datu analīzes problēma, kāda risināta astrometrijas, ja ne visas astronomijas vēsturē. Kad pavadonim ir sakari ar kādu no zemesvirsas observatorijām, no tā nāk nepārtraukta datu plūsma ar ātrumu 24 kilobiti sekundē. Tā kā datu analīze ir ļoti sarežģīta, HIPPARCOS misijā iesaistītie zinātnieki un ESA vadība vienojās, ka tā jāveic divām neatkarīgām zinātnieku grupām: jau minētajām FAST un NDAC grupām. Izmantojot vienus un tos pašus no pavadoņa saņemtos datus, tiek veidoti divi katalogi. Līdz ar to galīgo rezultātu un to iegūšanas metožu ticamība kļūs daudz augstāka. NDAC grupā darbojas Apvienotās Karalistes, Dānijas un Zviedrijas zinātnieki, bet FAST — ASV, Francijas, Itālijas, Nīderlandes un Vācijas zinātnieki.

Mazliet vēlāk izveidojās ceturtais zinātnieku grupa (TDAC). Kopenhāgenas Universitātes observatorijas astronoms E. Hogs (E. Høg) ierosināja papildināt sākotnēji ielānoto HIPPARCOS programmu; viņš piedāvāja astronomisko datu iegūšanai izmantot arī divas ierīces — zvaigžņu kartētājus, kuri bija paredzēti tikai pavadoņa orientācijas pastāvīgai kontrolei. Šā priekšlikuma īstenošana radīja iespēju mērit daudz lielāku zvaigžņu skaitu, nekā agrāk iecerēts (lai gan ar zemāku precizitāti), un sastādīt vēl vienu zvaigžņu katalogu, kurā iekļauta gan astrometriska, gan fotometriska informācija. Turklāt sākotnējā misijas mērķa sasniegšana nepavisam netiek traucēta. Saskaņā ar idejas autora ieteikumu, šim papildeksperimentam un attiecīgam topošajam zvaigžņu katalogam ESA Zinātniskās programmas komiteja nolēma dot vārdu TYCHO (pēc slavenā dāņu astronoma Tiho Brahes). Paredzēja, ka šai katalogā ietilps 400 000 zvaigznes, kas spožākas par 11.—12. zvaigžņlielumu zilajā B sistēmā. Zvaigžņu stāvokļa precizitāte šim katalogam iespējama 0,05 loka sekundes, tātad daudz zemāka nekā HIPPARCOS katalogam, tomēr līdzīga tai,

kādu vislabākajos apstākļos var sasniegt novērojumos no Zemes. TYCHO eksperiments dod arī B un V fotometriskos lielumus visām šā kataloga zvaigznēm. Tā kā fotometriskie mērījumi misijas laikā atkārtosies vairākus desmitus reizi, varēs pētīt zvaigžņu spožuma maiņas un atklāt jaunus mainzvaigznes.

HIPPARCOS pavadoni palaida 1989. gada 8. augustā ar «Ariane-IV» nesēja-ražeti, un pirmie mēneši pēc šā notikuma bija dramatisma pilni, jo needarbojās apogeja dzinējs, kuram vajadzēja pavadoni no eliptiskās starporbītas ievadīt apļveida ģeostacionārajā orbītā. Tas nozīmēja, ka HIPPARCOS visu novērošanas laiku paliks ļoti izstieptā eliptiskā orbītā ar perigeja attālumu 500 km, apogeja attālumu 36 000 km un apriņķošanas periodu 10,7 stundas. Sakarā ar orbītas neatbilstību programmai bija jāzudā izmaiņas novērošanas plānā, bez tam radās ļoti nopietnas tehniskas grūtības un pavadoņa aparatūras darbības laika saīsināšanās draudi. Ik reizi, atrazdamies perigeja tuvumā, HIPPARCOS nonāca Zemes radiācijas (Van Allena) joslās, un Saules baterijas tika pakļautas neparedzētai radiācijas iedarbībai. Līdz ar to samazinājās pavadoņa enerģijas krājumi un draudēja briesmas, ka aparatūra varētu neizturēt vairākas nedēļas garos laikposmus, kad kļūdainās orbītas dēļ pavadonis katrā apriņķojumā ilgāk par stundu atrodas Zemes ēnā.

Pavadoņa kļūdainā orbīta apgrūtināja arī sakaru uzturēšanu. Odenvaldes (Vācijas) sakaru centrs, kas plānotajā ģeostacionārajā orbītā būtu nodrošinājis nepārtrauktus sakarus, šai piespiedu variantā to spēja tikai 32% no paredzētā laika. Tāpēc pasākumā iesaistīja Pertas staciju (Austrālija) un panāca, ka sakari ilgst 62% no plānotā laika. Vēlāk sakaru uzturēšanā iesaistīja Kuru (Kourou, Franču Gviāna) staciju, bet 1990. gada vidū to aizstāja Goldstounas stacijas (Kalifornija) 26 m antena. Tas nodrošināja līdz 90% plānoto sakaru. Turklāt pārtraukumi seansos nepārsniedza 1,5 stundas. Daudzle sarežģījumi, kas HIPPARCOS programmai radās viena dzinēja kļūmes dēļ, galu galā tika atrisināti, un pavadoņa aparatūras izmēģināšana sākās jau septembra beigās. Tad savukārt traucēja ārkārtīgi augstā Saules aktivitāte. Tomēr 1989.



2. att. Zvaigžņu stāvokļa mērījumu precizitātes palielināšanās gadu gaitā no sengrieķu Hiparha līdz HIPPARCOS. Abscisa — gadi, ordināta — mērījumu precizitāte loka sekundēs.

gada 26. novembrī pēc dažādiem kalibrēšanas darbiem sākās arī zinātnisko datu vākšana, vispirms ar 50% paredzētā tempa, bet kopš 1990. gada vidus — ar 65% paredzētā tempa.

1993. gada 15. oktobrī projekta zinātniskais vadītājs M. Perimens (M. A. C. Perryman), ziņojot par HIPPARCOS misijas gaitu, uzsvēra, ka sākotnējie zinātniskie mērķi ir sasniegti un daudzos gadījumos būtiski pārsniegti. 1981. gadā bija iecerēts 100 000 zvaigznēm līdz 9. lielumam noteikt koordinātas ar precizitāti līdz 0,002 loka sekundēm (2. att.). Faktiski aptverti 120 000 zvaigžņu, un koordinātu precizitāte ir no 0,001 līdz 0,002 loka sekundēm. Turklāt — un tas nebija paredzēts 1981. gadā — katrai zvaigznei vairākus simtus reizu precīzi izmērīts spožums, atklātas jaunas dubultzvaigznes un 15 000 zvaigžņu pāriem noteikts savstarpējais stāvoklis. TYCHO eksperiments devis astrometriskos un divkrāsu fotometriskos datus apmēram miljonam zvaigžņu.

Turpinās intensīva datu apstrāde: abas galvenās zinātnisko datu apstrādes grupas vei-

kušas 30 mēnešos iegūtās informācijas analīzi pirmajā tuvinājumā. Tomēr vēl daudz pūļu jāpieliek, lai rezultātus padarītu derīgus zinātniskai izmantošanai. FAST un NDAC grupām vispirms jāpabeidz individuālie katalogi un pēc tam jā sastāda viens kopīgs katalogs, jāpabeidz TYCHO katalogs, jā sagatavo publicēšanai fotometriskie dati, jāapstrādā dubultzvaigžņu un vairākkārtīgo zvaigžņu novērojumi. HIPPARCOS astrometriskā sistēma jā sasaista ar inerciālo atskaites sistēmu, visi minētie dati jā sakopo centralizētā datu bāzē, lai tos pārbaudītu un izvērtētu, un, beidzot, jāpublicē katalogi gan iespēstā veidā, gan kompaktdiskos ar visu nepieciešamo pavaddokumentāciju.

Paredzēts, ka datu galīgo apstrādi pabeigs 1995. gada nogalē. 1996. gada pirmajā pusē šī informācija būs pieejama zinātniskām grupām īpašiem pētījumiem, bet otrajā — tiem, kas 1982. gadā bija iesnieguši programmu pieņemumus. Gada nogalē HIPPARCOS misijas dati kļūs pieejami plašākai zinātnieku sabiedrībai.

A. Aiksnis

ZINĀTNIEKI APSPRIEŽAS

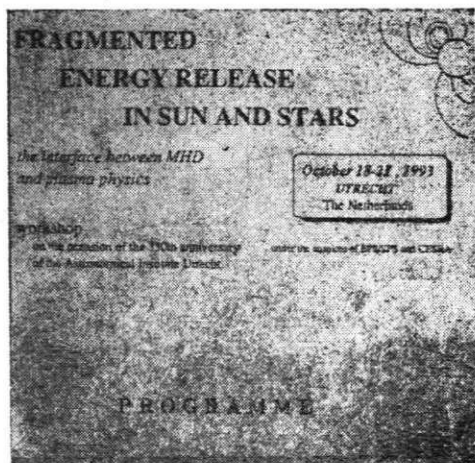
APSPRIEDE PAR MAZA MĒROGA ENERĢIJAS IZDALES PROCESIEM SAULĒ UN ZVAIGZNĒS

No 1993. gada 18. līdz 21. augustam Holandes pilsētā Utrehtā notika darba apspriede («workshop»), kuras nosaukums angļu valodā bija «Fragmented energy release in Sun and stars». Latviski tas varētu skanēt tā: «Fragmentāra enerģijas izdāle Saulē un zvaigznēs».

Palielinoties astronomisko instrumentu izšķirtspējai gan laikā, gan telpā, kļūst iespējams novērot arvien elementārākus procesus uz Saules un zvaigznēs. Agrāk vienīgā zvaigzne, uz kuras virsmas iespējams novērot atsevišķus procesus un detaļas, bija Saule, turpretī tagad tiek pētītas tādas parādības kā t. s. zvaigžņu uzliesmojumi, kuri, līdzīgi Saules uzliesmojumiem, notiek ierobežotā spīdekļa virsmas apgabalā. Līdztekus globālajiem enerģijas izdales procesiem pētniekus arvien vairāk sāk interesēt procesi, kuri norisinās tikai kādā spīdekļa daļā, ierobežotos laika un telpas mērogos.

Apspriede bija veltīta tieši šādu procesu pētījumiem, tās organizatori bija Holandes pilsētas Utrehtas astronomi, un tās rīkošana ietilpa šīs pilsētas Astronomiskā institūta 350. gadadienai veltīto pasākumu programmā.

Pasākumā piedalījās vairāk nekā 80 astrofizikā no visas pasaules. Par tajā aplūkojamo problēmu loku, šķiet, vislabāk var spriest pēc programmā minēto atsevišķo sēžu tēmām: strāvas slāņi un to pārsavienošānās, daļiņu paātrināšanās procesi, vides silšana enerģijas izdales procesos, enerģijas dispācija, nelineārā magnetohidrodinamika, turbulence un mikro-



turbulence, koherentie starojuma procesi, viļņu izplatīšanās, Saules un zvaigžņu radiostarojums. Diemžēl isā atstāstā nav iespējams pat pieminēt visus interesantākos nolasītos ziņojumus, kā arī daudzos stenda referātus.

Apmēram divas trešdaļas ziņojumu bija veltītas Saulei, atlikušie — zvaigznēm, pulsāriem, galaktiku kodoliem, kvazāriem. Nedrīkst aizmirst arī faktu, ka daudzos gadījumos uz Saules notiekošo procesu fizika ir līdzīga šo attālo objektu procesu fizikai un no fizika viedokļa nav sevišķas starpības, vai uzliesmojums norisinās uz Saules vai kāda cita kosmiskā objekta virsmas.

Gandrīz pusē no ziņojumiem tika aplūkoti

enerģijas izdales procesu novērojumi. Lielākā to daļa attiecās uz Sauli, tikai dažos ziņojumos tika stāstīts par tālāku objektu novērojumiem. Viens no interesantākajiem bija franču un krievu zinātnieku grupas referāts par dažu simtu milisekunžu ilgu rentgenstaru uzliesmojumu novērojumiem ar kosmisko staciju GRANAT. Raksturīgi, ka pēdējos gados novērojumi ar lielu laika un telpas izšķirtspēju sāk ieņemt arvien nozīmīgāku vietu kosmisko objektu pētīšanā. Pašlaik intensīvi tiek pētīti procesi, kuru ilgums mērāms milisekundēs un kuri notiek apgabalos ar izmēru pāris desmiti loka sekunžu.

Teorētisko pētījumu jomā šīs robežas ir kļuvas vēl plašākas. Tiek aplūkoti procesi, kuri norisinās dažu kilometru plašos telpas apgabalos un kuru ilgums varētu būt vēl daudz mazāks.

Latvijas astronomus šajā apspriedē pārstāvēja šo rindiņu autors ar stenda ziņojumu (līdzautors A. Balklavs) «Saules mikroradio-uzliesmojumu novērojumi ar augstu laika (un telpisko) izšķirtspēju». Tika piedāvāta novērojumu koncepcija, saskaņā ar kuru šādiem novērojumiem iespējams izmantot salīdzinoši nelielus radioteleskopus, kas tiek lietoti Saules integrālā radiostarojuma monitoringam. Šā-

dam teleskopam tiek pievienots augstas laika izšķirtspējas analizators, kas dod iespēju reģistrēt impulsus, kuru ilgums ir līdz vienai milisekundai. Atšķirībā no dārgajām iekārtām, kas ļauj iegūt minēto impulsu precīzu oscilogrammu, šāds analizators nosaka tikai šo impulsu parametrus — ilgumu, amplitūdu un citus. Pēc tam tiek pētītas šo parametru sadalījuma funkcijas.

Nemot vērā maksimāli iespējamo signāla izplatīšanās ātrumu — gaismas ātrumu, šāds īss impulss var tikt ģenerēts tikai apgabalā, kas nav lielāks par 600 km uz Saules. LZA Radioastrofizikas observatorijā radīta iekārta un izstrādāts algoritms šādu novērojumu veikšanai. Principā, lietojot moderno tehnoloģiju, laika izšķirtspēju iespējams paaugstināt līdz vienai mikrosekundei un attiecīgo telpisko izšķirtspēju — līdz 6 km. Sanāksme parādīja, ka šāda veida pētījumi ļoti labi iekļaujas vispārīgajā tendencē pētīt arvien mazāka mēroga notikumus gan uz Saules, gan citos kosmiskajos objektos. Diemžēl līdz šim līdzekļu trūkums nav ļāvis izvērst šos novērojumus, taču pierādījies, ka Latvijas Saules pētnieki ir uz pareiza ceļa un iesāktie pētījumi noteikti jāturpina.

I. Smeldis

JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ ● JAUNUMI ĪSUMĀ

● 1994. gada sākumā veiktā «lielās kosmiskās observatorijas» HST pārbaude apliecinājusi, ka kosmoplāna «Endeavour» apkalpei uzticētā kompleksā remontoperācija (sk.: Zvaigžņotā Debess, 1993. gada rudens, 16.—17. lpp.) ir bijusi simtprocentīgi efektīva. Pēc sākotnējā projekta teleskopa optiskajai sistēmai vajadzēja koncentrēt 0,1" diametra aplīti 70% zvaigznes gaismas, bet pirms remonta spoguļa nepareizās formas dēļ tā koncentrēja nepilnus 15%; ar koriģējošās optikas uzstādīšanu bija iecerēts sasniegt 60%, taču faktiski dažādiem observatorijas instrumentiem šis parametrs tagad svārstās robežās no 70 līdz 85 procentiem! Rezultātā teleskopa jutība pieaugusi par diviem trim zvaigžņlielumiem, bet vislabvēlīgākajā situācijā sasniedzamā leņķiskā izšķirtspēja — no 0,1 uz 0,05 loka sekundēm. Jaunie Saules bateriju paneli ir tik stabili, ka ar to deformācijām saistītās pavadoņa svārstības ir mazākas nekā tās, ko izraisa magnetofona kustīgo daļu un citu mehānisko ierīču darbība.

LATVIJAS ZINĀTNIEKI

PAR MATĪSA DĪRIĶA PĒDĒJO GADU ZINĀTNISKO DARBĪBU

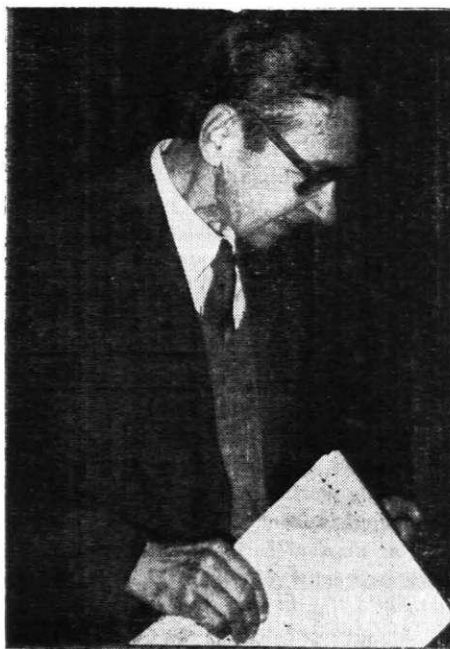
Diemžēl laika ritums par daudzām personībām un viņu paveikto darbu liek runāt pagātnes izteiksmē. 1993. gada vasarā, nesagaidijis savu 70. dzimšanas dienu, aizsaulē aizgāja «Zvaigžņotās Debess» lasītājiem labi pazīstamais ilggadējais Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks, Latvijas Zinātņu akadēmijas goda doktors astronomijā, *Dr. h. phys.* Matīss Dīriķis.

Dažās rindās gribētos pakavēties pie M. Dīriķa pēdējo gadu veikuma un dalīties savās atmiņās.

Latvijas astronomijas interesenti acimredzot labāk zina M. Dīriķa darbību astronomijas zinātnes popularizēšanā un Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības (līdz LR neatkarības iegūšanai Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa) izveidē un vadīšanā. Taču M. Dīriķis ir devis ievērojamu ieguldījumu arī astronomijas zinātnes attīstībā.

M. Dīriķa darbība astronomijas laukā aizsākās jau 1945. gadā, kad viņš, vēl students būdams, kļuva par laborantu LVU astronomijas katedrā. Divus gadus pēc universitātes beigšanas M. Dīriķis iestājas neklātienas aspirantūrā, kur PSRS ZA korespondētājlocekļa M. Subotina vadībā uzraksta kandidāta disertāciju «Komētu orbītu pirmatnējā rakstura noteikšana gadījumā, ja orbītas ekscentricitāte ir tuvu 1''». Šai zinātniskajai tēmai Matīss Dīriķis palika uzticīgs visu mūžu. Acimredzot tas bija noteicošais faktors, lai 1962. gadā pārietu darbā uz LVU Astronomisko observatoriju, kur tolaik tika veikti svarīgākie pētījumi debess mehānikā. Visi tālākie M. Dīriķa zināt-

niskie darbi veltīti Saules sistēmas mazo ķermeņu orbītu noteikšanas un precizēšanas jautājumiem. Līdzās mazo planētu pētījumiem M. Dīriķis, it sevišķi pēdējos gados, bija pievērsies komētu orbītu evolūcijas pētījumiem. Viņš nodarbojās galvenokārt ar jautājumu par



1. att. Matīss Dīriķis pēdējā ciemu reizē Baldones Riekstukalnā 1992. gada 29. decembrī, svētku pēcpusdienā atminoties Latvijas Zinātņu akadēmijas observatorijas kā patstāvīgas astronomijas pētniecības iestādes darbības sākumu. *J. I. Straumes foto.*

ilgperioda komētu orbītu izmaiņu kaimiņzvaigžņu gravitācijas iedarbībā.

Lai noteiktu zvaigžņu perturbāciju lomu komētu orbītu evolūcijā, M. Dīriķis aplūkoja fiktīvas komētas un fiktīvas zvaigznes. Jāpiebilst, ka ilgperioda komētu evolūcijas pētījumos šāda pieeja ir vispārpieņemta, jo lielo aprīņošanas periodu dēļ reālu komētu orbītu evolūciju tieši izpētīt nav iespējams. Modelēšana ar fiktīviem objektiem dod iespēju novērtēt katra faktora lomu un tādējādi paredzēt evolūcijas virzību.

Risinot šāda veida problēmu, M. Dīriķis ir aplūkojis situāciju, kad visi ķermeņi atrodas plaknē. Zvaigznei tika piešķirts tāds sākuma ātrums, lai tās kustību attiecībā pret Sauli varētu uzskatīt par hiperbolisku. Komētas kustība attiecībā pret Sauli tika aplūkota Saules un zvaigznes gravitācijas laukā. Šai nolūkam tika sastādīti atbilstoši diferenciālvienādojumi un atrisināti, izmantojot kvadrāturu metodi koordinātās. Debess mehānikā šāda tipa uzdevumu sauc par ierobežoto trīšķermeņu uzdevumu (komētas masa tiek pieņemta par nulli, un tāpēc tā neietekmē pārējo divu ķermeņu kustību). Izmantojot šo faktu, tika uzreiz integrēti kustības vienādojumi vairākām komētām, kurām bija dažādi sākuma stāvokļi un dažādi sākuma ātrumi. Tika aplūkotas divas grupas: 1) zvaigzne kustas lēni; 2) zvaigzne kustas ātri. Tika aplūkots septiņdesmit šādu piemēru un atklāts, ka komētu orbītu evolūciju stiprāk ietekmē zvaigznes ar nelielu kustības ātrumu. Paralēli tam noskaidrojās, ka zvaigžņu perturbācijas spēj samazināt ilgperioda komētu (Orta mākoņa komētu) orbītas un palielināt šo orbītu ekscentricitāti. Citiem vārdiem sakot, tas nozīmē, ka atkārtotas kaimiņzvaigžņu perturbācijas spēj ievadīt komētas redzamības zonā un to orbītas pārveidot elipsēs ar maziem perihēlija attālumiem q . Tā M. Dīriķa aprēķini vēlreiz apstiprināja K. Šteina komētu difūzijas likumu pareizību.

Šie jaunākie M. Dīriķa iegūtie rezultāti ir publicēti zinātnisko rakstu krājumā «Debess ķermeņu kustības analīze un to novērojumu precizitāte» (R., 1988). Bez tam par tiem tika sniegts ziņojums starptautiskajā Ziemeļeiropas un Baltijas valstu astronomu konferencē Upsalā 1990. gada jūnijā.

Otrs virziens, pie kura strādāja M. Dīriķis, ir mazo Saules sistēmas ķermeņu orbītu noteikšanas paņēmieni uzlabošana un pilnveidošana. Pēdējos gados viņš pievērsās I. Veiseles metodes pilnveidošanai. Šī metode dod iespēju diezgan droši noteikt komētas vai mazās planētas orbītu, balstoties tikai uz diviem novērojumiem. (Parasti orbītas noteikšanai ir vajadzīgi trīs novērojumi.) Aprēķinot trajektorijas elementus pēc Veiseles metodes, iegūst tā saukto perihēlija orbītu. Šī metode ir īpaši noderīga objektu atrašanai un identificēšanai, ja novērojumu gaitā ir bijis pārtraukums. Iegūtos rezultātus M. Dīriķis ir publicējis Latvijas Universitātes Zinātniskajos rakstos (1990, 556. nr.), kā arī vācu žurnālā «Die Sterne» (1992, 68. nr.).

Jāuzsver, ka M. Dīriķim, par spīti gadu skaitam un pēdējā laikā ne sevišķi labajai veselībai, piemita augstas darba spējas. Jau minētie divi pētniecības virzieni prasīja diezgan lielu spēku ieguldījumu, jo pētīšanas paņēmieni un matemātiskais aparāts abos gadījumos ir atšķirīgs, tāpēc, risinot katru no šiem uzdevumiem, bija jāastāda pilnīgi atšķirīgas datoru programmas. Jāpieemin arī tas, ka M. Dīriķis ļoti veiksmīgi apguva jaunāko skaitļošanas tehniku. Pirmā no šīm iekārtām pirms gadiem trīsdesmit bija skaitļotājs БЭСМ-2М, ar kura



2. att. Ziemeļeiropas un Baltijas valstu astronomu zinātniskās konferences dalībnieki: (no labās) Jūlija Cerņitenko (Sanktpēterburga), Matiss Dīriķis, Antonijs Salītis un Viktors Sors (Sanktpēterburga) 1990. gada jūnijā Upsalā (Zviedrija). J. I. Straumes foto.

palīdzību tika noteikti precīzi orbītu elementi vairāk par 100 mazajām planētām. Pēc tam sekoja skaitļotāji EC-1022, EC-1060, bet mūža pēdējos gados sekmīgi tika apgūti personālie skaitļotāji un modernās programmēšanas valodas.

Gribas izcelt M. Dīriķa lielās rūpes par zinātnisko literatūru un tehniku, ko viņš visu savu mūžu cītīgi krāja un gādāja, lai Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrībai būtu viss nepieciešamais. Atceros mūsu kopīgo braucienu uz Ziemeļeiropas un Baltijas valstu astronomu zinātnisko konferenci Upsalā 1990. gadā. Apskatot Upsalu un Stokholmu, mūs interesēja trīs galvenie jautājumi: iepazīties ar astronomiskajām observatorijām un to darba organizāciju, plašajos grāmatu veikalos aplūkot un nopirkt ļoti nepieciešamo astronomijas literatūru un izpēlīt visas iespējas iegādāties astronomiskajiem aprēķiniem kaut cik piemērotu skaitļotāju. Diemžēl praktiski izdevās īstenot tikai pirmo iecerī. No pārējām divām niecīgo naudas līdzekļu dēļ toreiz bija jāatsakās. Iecerēto skaitļotāju izdevās nopirkt vēlāk, un ar tā palīdzību īsā laikā tika paveikts samērā daudz.

Līdztekus M. Dīriķa zinātniskajam veikumam jāpiemin arī darbs, kuru viņš veica kā VAĢB Latvijas nodaļas, bet pēc neatkarības atgūšanas — kā LAĢB priekšsēdētājs, un tā loma Latvijas jauno astronomu izaugsmei.

M. Dīriķis ar lielu rūpību ir savācis plašu bibliotēku Astronomijas un ģeodēzijas biedrībai. Viņš pats ļoti labi orientējās šajos literatūras krājumos. Apbrīnas vērtas bija M. Dīriķa enciklopēdiskās zināšanas par astronomijas un tās vēstures jautājumiem, kurās viņš nekad neatteicās dalīties ar topošajiem astronomiem. Mazajā biedrības telpā ik dienas pulcējās astronomijas specialitātes studenti, kas meklēja literatūru par dažādām problēmām vai arī griezās pēc padoma, un M. Dīriķis vienmēr laipni visus uzklausa.

Pietiekami augstais astronomijas zinātnes līmenis, kā arī astronomijas popularitāte Latvijā ir sasniegta, zināmā mērā pateicoties M. Dīriķa darbībai Astronomijas un ģeodēzijas biedrībā un ieguldījumam, kuru viņš devis kā «Astronomiskā kalendāra» atbildīgais redaktors un populārzinātnisko grāmatu un rakstu autors.

A. Salītis

JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ

● Bijušās PSRS automātiskā orbitālā observatorija «Granat», kas paredzēta debess spīdekļu novērošanai cietajos rentgena un mīkstajos gamma staros, bija darbspējīga un, neraugoties uz pastāvīgajiem finansējuma apstākļu draudiem, joprojām tika regulāri izmantota astronomiskajiem pētījumiem arī 1993. gada sākumā (par vēlāku laiku mūsu rīcībā ziņu nav). Tādējādi šis 1989. gada decembrī palaistais pavadoņš ir vairākkārtīgi pārsniedzis projektā paredzēto minimālo darbības mūžu — astoņus mēnešus. Pateicoties augstvērtīgajai pētniecības aparatūrai, kas radīta galvenokārt Francijā un PSRS, un ilgajai darbībai, «Granat» ir pirmā bijušās PSRS būvētā orbitālā observatorija, kas devusi patiesi nozīmīgu ieguldījumu astronomijas attīstībā.

KRĀSAINĀ MATEMĀTIKA

Ievadam piedāvājam lasītājiem šādu uzdevumu.

1. uzdevums. Autobusā brauc seši pasažieri. Tā šoferis apgalvo, ka starp pasažieriem noteikti ir vai nu 3 tādi, kas cits citu pazīst, vai arī vismaz 3 tādi, kas līdz tam nav tikušies. Vai šoferim ir taisnība?

Izrādās, jā! Lai pierādītu to, izveidosim īpašu šā uzdevuma modeli. Attēlosim autobusa pasažierus ar punktiem. Ja divi pasažieri savā starpā ir pazīstami, tad savienosim viņiem atbilstošos punktus ar zaļu līniju (zīmējumā nepārtraukta līnija), bet, ja nav pazīstami, tad ar sarkanu (pārtrauktu) līniju. Tā kā starp jebkuriem diviem pasažieriem noteikti pastāv viena no divām atbilstībām — pazīst vai nepazīst —, tad jebkurus divus punktus savienos vienas krāsas līnija. Lai pierādītu uzdevuma apgalvojumu, mums jāpamato, ka mūsu zīmējumā noteikti būs vai nu vismaz trīs tādi punkti, kurus savā starpā savieno tikai zaļas līnijas, vai arī vismaz 3 tādi punkti, kurus savieno tikai sarkanas līnijas. Pirmajam gadījumam atbildīs tādu pasažieru trijotne, kur visi savā starpā pazīstami, otrajam — tādu pasažieru trijotne, kas agrāk nekad nav tikušies.

Tā kā ikviens punkts ir savienots ar visiem pārējiem, tad no katra punkta izies 5 līnijas. Piebildīsim, ka tādā gadījumā no katra punkta iziet vismaz 3 vienas krāsas līnijas. Tiešām, ja tā nebūtu, tad no katra punkta izietu, augstākais, 2 katras krāsas līnijas, tātad kopā ne vairāk par 4 līnijām. Ir iegūta pretruna, jo patiesībā no katra punkta iziet tieši 5 līnijas!

Aplūkosim tādu punktu A, no kura iziet vis-

maz 3 zaļas līnijas (teiksim, uz punktiem B, C un D).

Ja starp punktiem B, C un D ir kāda zaļa līnija (tātad starp pasažieriem B, C un D ir vismaz 2 pazīstami) — pieņemsim, ka tā ir BC, — tad punktus A, B un C savā starpā savieno zaļas līnijas, un esam parādījuši tādu pasažieru trijotni (A, B un C), kur visi savā starpā ir pazīstami (1.a att.).

Ja starp punktiem B, C un D nav zaļu līniju, tad visas līnijas BC, CD un BD ir sarkanas (1.b att.). Bet šajā gadījumā esam uzrādījuši tādu pasažieru trijotni (B, D un C), kas agrāk nekad nav tikusies.

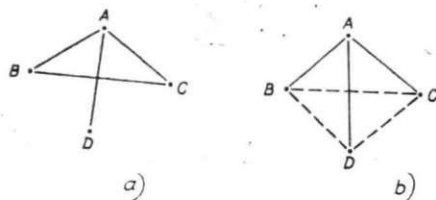
Ja sākotnēji aplūkotu punktu, no kura iziet vismaz 3 sarkanas līnijas, visi spriedumi būtu analogi.

Uzdevums ir atrisināts.

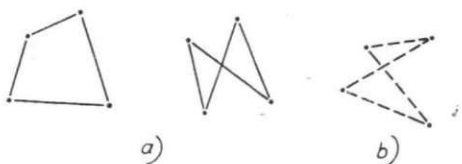
Ipaši to neuzsverot, uzdevuma risinājumā esam izmantojuši grafa jēdzienu.

Par grafu sauc patvaļīgu punktu kopu, kuras atsevišķi elementi savā starpā ir savienoti ar līnijām. Punkts sauc par grafa virsotnēm, ko parasti apzīmē ar lielajiem burtiem, bet līnijas — par grafa šķautnēm.

Grafa virsotnes savieno ar šķautni, ja starp objektiem, kam atbilst virsotnes, pastāv vai



1. att.



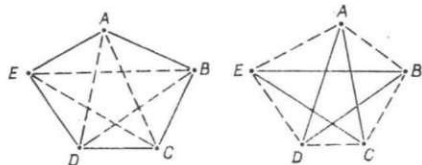
2. att.

nepastāv kāda noteikta atbilstība. Grafs ir ērtākais modelis uzdevuma nosacījumu atainošanai, ja starp tiem pastāv bināras attiecības. Šajā rakstā aplūkosim īpašu grafu klasi — grafus ar krāsainām šķautnēm. Proti, atkarībā no tā, vai starp dotajiem objektiem pastāv vai nepastāv aplūkojamā atbilstība, šķautnes tiek krāsotas vienā vai otrā krāsā (dažreiz krāsu skaits var būt arī lielāks).

Turpmāk, lai vienkāršotu uzdevumu risinājuma aprakstus, lietosim grafu teorijas jēdzienus — virsotne, šķautne. Ja kādas virsotnes savā starpā savienotas (pēc kārtas) ar vienas krāsas šķautnēm, tad to saucim par monohromatisku n -stūri. Ja ar šīs pašas krāsas līnijām ir savienotas **katras** 2 no šīm n virsotnēm (ne tikai n pēc kārtas ņemtas), tad runāsim par pilnu monohromatisku n -stūri. 2.a attēlā parādīti zaļi četrstūri, bet 2.b attēlā — pilns sarkans četrstūris. Piebildīsim arī, ka vienu un to pašu grafu var attēlot ar dažādiem zīmējumiem. Tā, piemēram, 2.a attēlā redzami divi zaļie monohromatiskie četrstūri faktiski attēlo vienu un to pašu grafu.

Ja grafā jebkuras divas virsotnes ir savienotas ar šķautni, tad to sauc par **pilnu grafu**.

Tagad, kad esam vienojušies par apzīmējumiem un pieraksta valodu, piedāvāsim šādu uzdevumu.



3. att.

2. uzdevums. Vai šoferim noteikti būtu taisnība arī tad, ja autobusā paliktu tikai 5 pasažieri?

Lietojot visus jau minētos apzīmējumus, mums vajadzētu pārlicināties, vai jebkurā 5 virsotņu pilnā grafā, kura šķautnes iekrāsotas divās krāsās, ietilpst monohromatisks trijstūris. Izrādās, ka ir iespējami tādi 5 virsotņu pilni 2 krāsu grafi, kuros šis nosacījums nav spēkā (3. att.).

Attēlā redzami grafi atbilst tādām 5 cilvēku grupām, kurās nav ne tādas trijotnes, kurā cits citu pazīst (tātad grafā nav zaļa trijstūra), ne arī tādas trijotnes, kurā cits citu nepazīst (tātad grafā nav sarkana trijstūra).

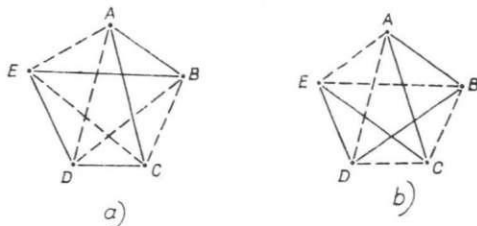
Izrādās, ka 3. attēlā redzami 5 virsotņu divu krāsu grafi ir zināmā mērā vienīgie 5 virsotņu grafi, kuros nav monohromatiska trijstūra (ir iespējams uzzīmēt arī citādus šāda tipa grafu attēlus, bet grafi būs tie paši). Taču tajos ir divi monohromatiski piecstūri: pirmajā gadījumā zaļš ABCDE un sarkans ACEBD, otrajā — zaļš ACEBD un sarkans ABCDE (virsotnes norādītas pēc kārtas).

Pamatosim faktu, ka tad, ja pilnā divu krāsu grafā nav monohromatiska trijstūra, tajā noteikti ir 2 monohromatiski piecstūri.

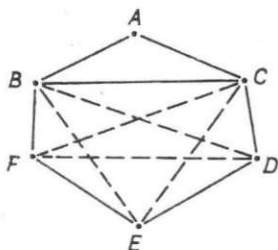
Aplūkosim 5 virsotņu pilnu 2 krāsu grafu, kurā nav monohromatiska trijstūra.

Katra virsotne šajā grafā pieder tieši divām vienas krāsas šķautnēm. Ja būtu kāda virsotne, kas piederētu vismaz 3 vienas krāsas šķautnēm, tad mēs, atkārtojot 1. uzdevumā izmantoto spriedumu, varētu pierādīt, ka grafā ietilpst monohromatisks trijstūris. Bet tas būtu pretrunā dotajam, ka grafā tādu trijstūru nav.

Aplūkosim virsotni A un pieņemsim, ka šķautnes AB un AC ir zaļas, bet šķautnes AD un AE — sarkanas. Lai grafā nebūtu monohro-



4. att.



5. att.

matisku trijstūru, šķautnei BC jābūt sarkanai, bet šķautnei ED — zaļai. Aplūkosim šķautni DC. Pieņemsim, ka tā ir zaļa (4.a att.). Zinot, ka no katras virsotnes iziet tieši 2 vienas krāsas šķautnes, iegūstam: šķautnes DB un CE ir sarkanas. Taču tad šķautnei EB jābūt zaļai. Visas šķautnes nokrāsotas, un grafā ietilpst zaļš piecstūris ABEDCA un sarkans piecstūris ADBCEA (virsotnes apzīmētas pēc kārtas).

Ja pieņemtu, ka šķautne DC ir sarkana (4.b att.), tad analoģu apsvērumu dēļ šķautnes EC un DB ir zaļas, bet šķautne EB — sarkana. Arī tagad grafā ir gan sarkans, gan zaļš piecstūris (sameklējiet tos paši).

Risinot šos divus uzdevumus, esam pārliecinājušies, ka grafiem ar krāsainām šķautnēm piemīt šādas īpašības.

1. Jebkurā divu krāsu pilnā grafā ar n virsotnēm katra virsotne pieder vismaz $(n-1)/2$ vienas krāsas šķautnēm.
2. Jebkurā divu krāsu pilnā grafā ar n ($n \geq 6$) virsotnēm atradīsies vismaz viens monohromatisks trijstūris ar virsotnēm dotā grafa virsotnēs.
3. Lai pilnā divu krāsu grafā ietilptu vismaz viens monohromatisks trijstūris, virsotņu skaitam ir jābūt vismaz 6.
4. Ja pilnā divu krāsu 5 virsotņu grafā nav monohromatiska trijstūra, tad tajā ir 2 monohromatiski piecstūri.

Aplūkosim nākamo uzdevumu.

3. uzdevums. Autobusā joprojām brauc 6 pasažieri. Šoferis apgalvo, ka starp viņiem var uzrādīt pat 2 tādas pasažieru trijotnes, kur katrā vai nu visi savā starpā ir pazīstami, vai arī neviens nepazīst nevienu citu.

Izveidosim arī šim uzdevumam modeli ar grafa palīdzību, lietojot tos pašus apzīmēju-

mus, ko līdz šim. Soreiz mums jāpierāda, ka katrā pilnā 6 virsotņu divu krāsu grafā ietilpst divi monohromatiski trijstūri.

Aplūkosim patvaļīgu 6 virsotņu grafu. Saskaņā ar 2. īpašību, šajā grafā ietilps monohromatisks trijstūris. Pieņemsim, ka mūsu aplūkojamā grafā būs zaļš trijstūris ABC (5. att.).

Domās uz mirkli atmetīsim virsotni A ar tās šķautnēm un aplūkosim atlikušo 5 virsotņu grafu. Ja tajā ietilps kāds monohromatisks trijstūris, tad kopā ar $\triangle ABC$ būs uzrādījuši divus meklētos trijstūrus. Pieņemsim, ka šajā 5 virsotņu grafā monohromatiska trijstūra nav. Tad, saskaņā ar 4. īpašību, tajā ir 2 monohromatiski piecstūri (tā kā virsotņu apzīmējums mēs varam patvaļīgi mainīt, tad ir pilnīgi vienalga, kurus piecstūrus mēs aplūkojam; pieņemsim, ka tie ir BCDEF un BDFCE). Atgriezīsimies tagad pie sākotnējā 6 virsotņu grafa. Tā kā tas ir pilns grafs, tad varam aplūkot šķautnes AF un AD. Ja kāda no tām ir zaļa, tad varam uzrādīt vai nu zaļu $\triangle ABF$, vai zaļu $\triangle ADC$. Ja turpretī abas šīs šķautnes ir sarkanas, tad varam uzrādīt sarkanu $\triangle AFD$. Kā vienā, tā otrā gadījumā grafā ietilpst 2 monohromatiski trijstūri — ABC un viens no minētajiem.

Esam pamatojuši vēl vienu īpašību.

5. Jebkurā pilnā divu krāsu grafā ($n \leq 6$) ietilpst divi dažādi (tiem var būt kopīga virsotne vai pat mala) monohromatiski trijstūri (tie var būt arī katrs savā krāsā).

Iedziļināsimies tālāk «autobusa matemātikā».

4. uzdevums. Nākamajā pieturā autobusā iekāpa septiņi pasažieris. Tagad šoferis apgalvo, ka noteikti atradīsies 2 atsevišķas pasažieru trijotnes (tikai 1 pasažieris var būt abās trijotnēs), kur katrā vai nu visi pazīst cits citu, vai arī visi ir sveši. Vai šoferim atkal taisnība?

Risinot šo uzdevumu, izveidosim tā modeli grafu valodā. Tātad aplūkosim 7 virsotņu grafu, kura šķautnes ir nokrāsotas divās krāsās. Tā kā virsotņu skaits ir lielāks par 6, tad, saskaņā ar 2. īpašību, šajā grafā noteikti ietilps monohromatisks trijstūris. Pieņemsim, ka tas ir zaļš $\triangle ABC$. Aplūkosim 6 virsotnes bez A; arī starp tām jābūt monohromatiskam trijstūrim. Ja tam nav šķautnes BC, prasītos trijstūrus esam atraduši. Tāpēc aplūkosim ga-

dījumu, kad ir monohromatisks trijstūris BCA_1 ; skaidrs, ka tas ir zaļš. Līdzīgi, aplūkojot 6 virsotnes bez B un C, nonākam pie gadījuma, kad pastāv arī zaļi trijstūri ACB_1 un ABC_1 .

Ja kaut vai divas no virsotnēm A_1, B_1, C_1 atšķiras (pieņemsim, A_1 un B_1), mēs iegūstam prasītos trijstūrus BCA_1 un ACB_1 . Pieņemsim, ka visas virsotnes sakrīt kopīgā punktā S. Tad A, B, C, S ir savā starpā savienoti ar zaļām šķautnēm; tātad grafā ietilpst pilns zaļš četrstūris.

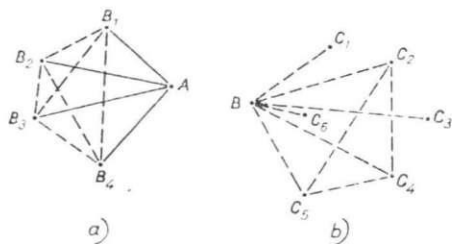
Aplūkosim trīs atlikušās virsotnes. Ja kaut viena no tām ar zaļu šķautņu palīdzību savienota ar divām zaļā četrstūra virsotnēm (piemēram, M ar A un B), iegūstam divus zaļus trijstūrus MAB un CAS. Ja turpretī katru no šīm 3 virsotnēm zaļa šķautne savieno ar, augstākais, vienu zaļā četrstūra virsotni, tad ir tāda četrstūra virsotne (pieņemsim, S), kuru ar trim pārējām virsotnēm M, N, K savieno sarkanās šķautnes. Ja visas virsotnes M, N, K savstarpēji savienotas ar zaļām šķautnēm, der trijstūri ABC un MNK; ja, piemēram, M un N savienotas ar sarkanu šķautni, der ABC un SMN. Uzdevums atrisināts.

Lai gan līdz šim ar grafa palīdzību attēlojām tikai viena tipa uzdevuma nosacījumus, proti, cilvēku paziānos, nevajag domāt, ka tā ir vienīgā grafu izmantošanas iespēja. Kā jau raksta sākumā minējām, ar grafu ir ērti attēlot jebkura uzdevuma nosacījumus, ja runa ir par binārām attieksmēm starp objektiem. Tie var būt uzdevumi par dažādām ceļu shēmām, sporta turnīriem (ar šķautni savieno savā starpā spēlējušos vai nespēlējušos dalībniekus) u. tml.

Turpinot iepazīstināt ar krāsainajiem grafiem, piedāvājam šādu uzdevumu.

5. uzdevums. Turnīrā, kurš risinās vienā riņķī, piedalās 9 sportisti. Pierādiet, ka jebkurā mirklī atradīsies vai nu trīs tādi sportisti, kas visas spēles savā starpā izspēlējuši, vai arī 4 tādi, kas savā starpā nav izspēlējuši nevienu spēli.

Izveidosim šim uzdevumam atbilstošu modeli grafa valodā. Ar grafa virsotnēm apzīmēsim turnīra dalībniekus. Divas virsotnes savienosim ar zaļu šķautni, ja tām atbilstošie



6. att.

dalībnieki savā starpā ir spēlējuši, bet ar sarkanu, ja savstarpējā spēle nav notikusi. Iegūsim divu krāsu pilnu 9 virsotņu grafu, par kuru mums jāpierāda, ka tajā ietilpst vai nu zaļš trijstūris, vai pilns sarkans četrstūris.

Pieņemsim, ka šajā grafā neietilpst zaļš trijstūris. Aplūkosim virsotni A, kas pieder vismaz 4 zaļām šķautnēm (6.a att.), pieņemot, ka tāda virsotne A eksistē.

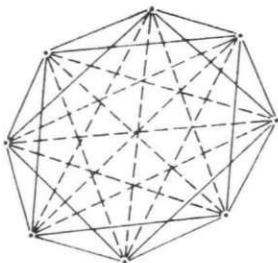
Tā kā grafā (pēc mūsu pieņēmuma) zaļa trijstūra nav, tad neviena no šķautnēm B_1B_j , kur $i, j=1, 2, 3, 4$, nevar būt zaļa. Tā kā grafs ir pilns, tad tās visas ir sarkanās. Taču tādā gadījumā esam uzrādījuši pilnu sarkanu četrstūri.

Ja tāda virsotne A neeksistē, tad no katras virsotnes iziet mazāk par 4 zaļām šķautnēm. Nevar būt tā, ka 9 virsotnēs no katras iziet tieši 3 zaļās šķautnes, jo tad zaļo šķautņu skaits būtu $(3 \cdot 9) : 2$, kas nav vesels skaitlis. Tātad ir tāda virsotne, no kuras iziet ne vairāk kā 2 zaļās šķautnes. Tātad no šīs virsotnes B iziet vismaz 6 sarkanās šķautnes (6.b att.).

Aplūkosim šo šķautņu BC_i ($i=1 \dots 6$) otro galapunktu C_i veidoto 6 virsotņu apakšgrafu. Saskaņā ar 2. īpašību, tajā noteikti ietilpst monohromatisks trijstūris, teiksim, $\Delta C_2C_4C_5$. Tā kā, pēc mūsu pieņēmuma, tas nevar būt zaļš, tad tas būs sarkans. Tagad esam uzrādījuši pilnu sarkanu četrstūri $BC_2C_4C_5$ — un uzdevums ir atrisināts.

6. uzdevums. Vai apgalvojums būtu spēkā arī tad, ja turnīrā piedalītos tikai 8 dalībnieki?

Izrādās, ka ne! Ir iespējams konstruēt tādu 8 virsotņu pilnu divu krāsu grafu, kurā neietilpst ne monohromatisks trijstūris, ne monohromatisks četrstūris (7. att.).



7. att.

Piedāvāsim tagad dažus uzdevumus patstāvīgiem spriedumiem.

7. uzdevums. Pierādiet, ka 14 cilvēku sabiedrībā, kurā nav tādu cilvēku trijotnes, kurā cits citu nepazītu, noteikti ir 5 tādi, kuri cits citu pazīst. Pamatojiet, ka 13 cilvēku sabiedrībā šis nosacījums var arī neizpildīties.

8. uzdevums. Istabā atrodas 10 cilvēki. Starp jebkuriem trim ir vismaz 2 pazīstami. Pierādiet, ka var atrast četrus tādus cilvēkus, kas visi ir savā starpā pazīstami.

Iedomāsimies, ka plaknē atzīmēti 17 punkti. Katrī divi no tiem savienoti vai nu ar zaļu, vai zilu nogriezni. Zināms, ka nav tādu 3 punktu, kuri atrastos uz vienas taisnes. Varētu jautāt, vai noteikti ir uzņēmēts vai nu zaļš četrstūris ar zaļām diagonālēm, vai arī zils četrstūris ar zilām diagonālēm. Pierādīsim, ka ne! Konstruēsim tādu piemēru, kurā nav ne viena, ne otra tipa apakšgrafa. Pievērsiet uzmanību konstrukcijas gaitai — tā un arī pierādījums izmanto ne tikai daudzu variantu pārbaudi, bet arī teorētiskus spriedumus.

Aplūkosim 17 virsotņu grafu. Virsotnes izvietosim pa apli regulāra septiņstūra virsotnēs un sanumurēsim tās pēc kārtas no 0 līdz 16. Virsotnes savienosim ar zaļu šķautni, ja tajās ierakstīto skaitļu starpība, dalot ar 17, dod atlikumā 1; 2; 4; 8; 9; 13; 15; 16 jeb $A_1 - A_j \equiv_{17} \pm 1; \pm 2; \pm 4; \pm 8$.

Visas pārējās šķautnes nokrāsosim sarkanas. Pierādīsim, ka šajā grafā nav ne pilna zaļa četrstūra, ne pilna sarkanā četrstūra.

1. Pierādīsim, ka nav pilna zaļa četrstūra. Aplūkosim tos četrstūrus, kuru malas ir zaļas. Šķirosim visus iespējamos gadījumus. Pieņemsim, ka ABCD būs aplūkojamais četrstūris, kur a, b, c, d būs atbilstošajās virsotnēs ierakstītie skaitļi. Tā kā mūsu izvēlētais krā-

sojums saglabājas, ja n-stūri pagriežam ap centru tā, ka virsotnes sakrīt ar virsotnēm, tad varam uzskatīt, ka $a > b > c > d$.

Ja $a - b = 1$ }
 $b - c = 1$ }
 $c - d = 1$ } , tad $a - d = 3$, kas pierāda, ka AD ir sarkana.

Ja $a - b = 1$ }
 $b - c = 1$ }
 $c - d = 2$ } , tad $a - d = 4$, bet $b - d = 3$, tā-
 tad diagonāle BD ir sarkana.

Ja $a - b = 1$ }
 $b - c = 1$ }
 $c - d = 4$ } , tad $a - d = 4$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Ja $a - b = 1$ }
 $b - c = 2$ }
 $c - d = 2$ } , tad $a - d = 6$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Ja $a - b = 1$ }
 $b - c = 2$ }
 $c - d = 4$ } , tad $a - d = 7$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Ja $a - b = 2$ }
 $b - c = 2$ }
 $c - d = 2$ } , tad $a - d = 6$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Ja $a - b = 2$ }
 $b - c = 2$ }
 $c - d = 4$ } , tad $a - d = 8$, bet $b - d = 6$, un
 no tā izriet, ka diagonāle BD
 ir sarkana.

Ja $a - b = 4$ }
 $b - c = 4$ }
 $c - d = 2$ } , tad $a - d = 10$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Ja $a - b = 4$ }
 $b - c = 4$ }
 $c - d = 4$ } , tad $a - d = 12$, kas pierāda, ka
 AD ir sarkana.

Līdzīgi turpinot analizēt citas iespējas, visos gadījumos iegūstam, ka vismaz viena no apakšgrafa ABCD šķautnēm noteikti ir sarkana. Tātad grafā neietilpst pilns zaļš četrstūris.

2. Tagad būtu jāpamato, ka grafā neietilpst arī sarkans pilns četrstūris. Sarkanā krāsā ir nokrāsotas tās šķautnes, kurām $A_1 - A_j \equiv_{17} \pm 3; \pm 5; \pm 6; \pm 7$. Pierādījums ir analogs nupat aprakstītajam, tāpēc to uzticam veikt lasītājiem.

9. uzdevums. Pierādiet, ka 18 punktu gadījumā vienmēr varēs atrast vai nu pilnu zaļu, vai pilnu sarkanu četrstūri.

Kā jau būsiet pamanījuši, visi šie uzdevumi bija vienveidīgi: pierādīt, ka 2 krāsu pilnā grafā ietilpst vai nu vienas krāsas pilns

m-stūris, vai otras krāsas pilns n-stūris. Pierādīsim teoremu, kas tādu eksistenci garantē vispārīgā gadījumā.

Remzija teorēma. Jebkuriem naturāliem skaitļiem m un n eksistē tāds naturāls skaitlis $r(m, n)$, ka jebkurā r virsotņu grafā (pilnā, 2 krāsu) ietilpst vai nu pilns sarkans n -stūris, vai arī pilns zaļš m -stūris.

$r(m, n)$ sauc par Remzija skaitli. Problēmas pamatnostādne, protams, ir atrast mazāko iespējamo šādu $r(m, n)$.

Līdzšinējos uzdevumos esam jau pamatojuši, ka $r(3, 3) = 6$, $r(3, 4) = 9$, kā arī uzdevuši lasītājiem pamatot, ka $r(4, 4) = 18$ un $r(3, 5) = 15$.

Pierādījums. Teorēmu pierādīsim ar matemātisko indukciju. Indukcijas bāze būs $r(2, n)$ un $r(m, 2)$. Protams, ka šādi skaitļi eksistē. Tiešām, vai eksistē tāds naturāls skaitlis r , ka jebkurā pilnā 2 krāsu grafā (isuma labad turpmāk teiksim tikai — grafā) ar r virsotnēm ir vai nu viena sarkana šķautne (2 virsotņu grafs), vai arī pilns zaļš n -stūris? Aplūkosim grafu ar n virsotnēm. Tiešām, ja tajā ir vismaz viena sarkana šķautne, tad prasītais izpildās. Ja šādas šķautnes nav, tad, tā kā grafs ir pilns un tam ir n virsotnes, esam uzrādījuši pilnu zaļu n -stūri. Līdzīgi var pamatot, ka eksistē tāds naturāls skaitlis $r(m, 2) = m$, ka jebkuram grafam ar r virsotnēm eksistē vai nu pilns sarkans m -stūris, vai arī viena zaļa šķautne.

Skaidrs arī, ka minētie skaitļi ir mazākās iespējamās $r(2, n)$ un $r(m, 2)$ vērtības (pamatotie patstāvīgi).

Pieņemsim, ka eksistē tāds naturāls skaitlis R , ka ikvienā grafā ar R virsotnēm ir vai nu pilns sarkans $(m-1)$ -stūris, vai pilns zaļš n -stūris. Tātad eksistē $r(m-1, n)$. Pieņemsim vēl, ka eksistē tāds naturāls skaitlis $r = r(m, n-1)$, ka ikvienā r virsotņu grafā ir vai nu pilns sarkans m -stūris, vai pilns zaļš $(n-1)$ -stūris.

Pierādīsim, ka tādā gadījumā jebkurā grafā ar $R+r$ virsotnēm ietilpst vai nu pilns sarkans m -stūris, vai arī pilns zaļš n -stūris. Aplūkosim patvaļīgu $r+R$ virsotņu grafu G . Pieņemsim, ka grafā G nav pilna sarkana m -stūra. Izšķirsim 2 gadījumus.

1. Pieņemsim, ka grafā G eksistē tāda virsotne A , no kuras iziet vismaz r zaļas šķaut-

nes. Aplūkosim šo šķautņu otro galapunktu veidoto apakšgrafu ar r virsotnēm. Tā kā esam pieņēmuši, ka grafā G neeksistē pilns sarkans m -stūris, tad arī šajā apakšgrafā tāds neeksistē. Tādā gadījumā, saskaņā ar induktīvo pieņēmumu, šajā apakšgrafā eksistē pilns zaļš $(n-1)$ -stūris, kas kopā ar virsotni A (visas šķautnes, kuras savieno A ar šā apakšgrafa virsotnēm, ir zaļas) veido meklējamo pilno zaļo n -stūri.

2. Ja grafā G neeksistē tāda virsotne A , no kuras iziet vismaz r zaļas šķautnes, tad no katras virsotnes iziet ne vairāk kā $r-1$ zaļa šķautne. Tas nozīmē, ka no katras virsotnes iziet vismaz R sarkanas šķautnes (pavisam no katras virsotnes iziet $R+r-1$ šķautne). Aplūkosim tādu virsotni B , no kuras iziet R sarkanas šķautnes, un šo šķautņu otro galapunktu veidoto grafa G apakšgrafu. Tajā ir R virsotnes. Tā kā grafā G neietilpst pilns sarkans m -stūris, tad arī šajā R virsotņu apakšgrafā nevar ietilpt pilns sarkans $(m-1)$ -stūris, taču tagad, pēc induktīvā pieņēmuma, seko, ka apakšgrafā un līdz ar to arī pašā grafā G ir pilns zaļš n -stūris.

Tātad naturāliem skaitļiem m un n esam atraduši tādu naturālu skaitli $R+r$, ka jebkurā grafā ar $R+r$ virsotnēm ietilpst vai nu pilns sarkans m -stūris, vai arī pilns zaļš n -stūris. Teorēma ir pierādīta.

Protams, šī teorēma dod nevis mazāko iespējamo $r(m, n)$ vērtību, bet gan tās augšējo novērtējumu. Aizpildīsim tabulu ar šajā rakstā pamatotajām Remzija skaitļu vērtībām.

n^m	2	3	4	5	6	7	
2	2	3	4	5	6	7	...
3	3	6	9	14			
4	4	9	18				
5	5	14					
6	6						
7	7						
	:						

Jau šīs tabulas ietvaros redzams, ka minimālās vērtības, kuras mēs esam ieguvuši, atšķiras no tām, ko garantē mūsu sniegtais Remzija teorēmas pierādījums. Piemēram, no tā sekotu vērtība $r(3, 4) = r(3, 3) + r(2, 4) = 6 + 4 =$

= 10, bet mēs zinām (sk. 5. un 6. uzdevuma risinājumus), ka der $r(3,4)=9$ un tā ir mazākā iespējamā $r(3,4)$ vērtība.

Remzija skaitļu $r(m, n)$ minimālo vērtību atrašana patvaļīgiem m un n ir interesants uzdevums, kas var aizraut arī mūsu lasītājus. Interesi var radīt arī tikai šo vērtību augšējo un apakšējo novērtējumu meklēšana.

Dažādu uzdevumu risinājumos jau esam izmantojuši faktu, ka $r(3,3)=6$. Lūk, vēl divi uzdevumi lasītāju patstāvīgam darbam.

10. uzdevums. Volejbola turnīrā 12 komandas sacentās 2 apļos. Katrā aplī katra komanda spēlēja ar katru citu vienu reizi; neizšķirtu nav. Pierādīt, ka turnīra beigās var atrast 3 tādas komandas, kurām vai nu visas to savstarpējās spēles otrajā aplī beigušās tāpat kā pirmajā, vai arī visas to savstarpējās spēles otrajā aplī beigušās pretēji nekā pirmajā.

11. uzdevums. Izliektā 9-stūra piramidā katra sānu šķautne un katra pamata diagonāle nokrāsota vai nu sarkanā, vai zilā krāsā. Pierādīt, ka no šiem nokrāsotajiem nogriežņiem var izvēlēties trīs, kas nokrāsoti vienā un tajā pašā krāsā un veido trijstūri, kura visas virsotnes atrodas piramīdas virsotnēs.

Lasītājiem, kurus ieinteresējusi Remzija vispārīgā teorēma, iesakām patstāvīgi pierādīt šādu rezultātu.

12. uzdevums. Naturāliem m un n pastāv sakarība $r(m, n) \leq C_{m+n}^n$. (Ar C_i^k saprotam binomiālo koeficientu — to dažādo apakškopu skaitu, kuras var izvietot no i dotiem elementiem un katra no kurām satur tieši k no šiem elementiem.)

I. France

LEŅĶA TRISEKCIJA UN MORLIJA TEORĒMA, II

(Turpinājums. Sākumu sk. 1994. g. pavasara numurā.)

Raksta pirmajā daļā mēs pieskārāmies jautājumam par to, kādi — lielākoties neapziņāni — iegansti daudzus gadsimtus atturēja ģeometrus pētīt tādas problēmas, kas saistītas ar leņķu trisektrisēm.

1899. gadā Džona Hopkinsa (ASV) universitātes profesors Frenks Morlijs pierādīja teorēmu, ko speciālisti vēl šodien uzskata par vienu no skaitākajām elementārajā ģeometrijā.

Morlija teorēma. Ja trijstūrim novelkam tā iekšējo leņķu trisektrises, tad katrai malai tuvākās trisektrises krustojas trīs punktos, kas ir vienādmalu trijstūra virsotnes.

Teorēmu ilustrē 1. attēls, kur $\triangle PQR$ ir tas vienādmalu trijstūris, par kuru runāts Morlija teorēmā.

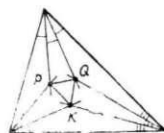
Interesanti, ka F. Morlijs savu teorēmu ieguva nevis kā patstāvīgu trijstūra ģeometrijas pētījumu rezultātu, bet kā secinājumu ļoti sarežģītai teorēmai par dažu trešās kārtas līniju īpašībām (par trešās kārtas līnijām sauc līnijas, kuras Dekarta koordinātu plaknē Oxy

apraksta trešās kārtas vienādojums ar mainīgajiem x un y). Tas vēlreiz apstiprina, ka trisektrises pašas par sevi toreiz nebija (un, starp citu, arī šodien joprojām nav) aktīvu pētījumu objekts.

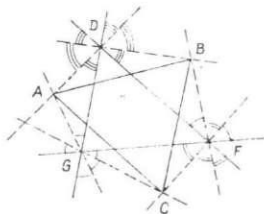
Šodien ir pazīstami daudzi (apmēram 100) dažādi Morlija teorēmas pierādījumi. Mēs šajā raksta daļā pierādīsim Morlija teorēmas analogu trijstūra ārējo leņķu trisektrisēm.

Teorēma par ārējo leņķu trisektrisēm. Ja katram trijstūra ārējam leņķim novelk trisektrises, tad katrai malai tuvākās trisektrises krustojas trīs punktos, kas ir vienādmalu trijstūra virsotnes.

Teorēmu ilustrē 2. attēls, kur $\triangle ABC$ ir tas vienādmalu trijstūris, par kuru runāts teorēmā.



1. att.



2. att.

Pierādījumā mēs izmantosim šādu lemmu:

- 1) ja O ir $\triangle ABC$ ievilktais riņķa līnijas centrs, tad

$$\angle AOC = 90^\circ + \frac{1}{2} \angle ABC,$$

- 2) ja O atrodas $\triangle ABC$ iekšpusē uz $\angle B$ bisektrises un $\angle AOC = 90^\circ + \frac{1}{2} \angle ABC$, tad O ir $\triangle ABC$ ievilktais riņķa līnijas centrs.

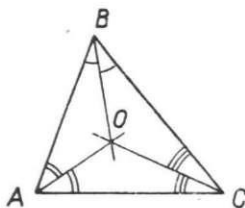
Pierādīsim lemmas pirmo daļu (3. att.).

Punkts O kā ievilktais riņķa līnijas centrs ir $\triangle ABC$ bisektrišu krustpunkts. Tāpēc $\angle AOC = 180^\circ - (\angle OAC + \angle OCA) = 180^\circ - \frac{1}{2}(\angle BAC + \angle BCA) = 180^\circ - \frac{1}{2}(180^\circ - \angle ABC) = 90^\circ + \frac{1}{2} \angle ABC$.

Otro apgalvojumu pierāda, pamatojoties uz pirmo un ņemot vērā, ka, gadījumā ja punkts O slīd pa $\angle B$ bisektrisi virzienā prom no virsotnes B, tad $\angle AOC$ monotoni pieaug. Ierosinām lasītājiem to izdarīt patstāvīgi.

Tagad pārejam pie mūsu teorēmas pierādījuma. Tas tiks veikts it kā «no otra gala».

Pieņemsim, ka mums dots kāds trijstūris \triangle , kura iekšējo leņķu lielumi ir 3α , 3β , un 3γ . Uzzīmēsim vienādmalu trijstūri ABC un iz-



3. att.

vēlēsīmies tādus punktus D, F, G tā ārpusē, ka

$$\begin{aligned} \angle DBA &= \angle ACG = \gamma \\ \angle FCB &= \angle DAB = \beta \\ \angle FBC &= \angle GAC = \alpha \quad (4. \text{ att.}). \end{aligned}$$

Mēs pierādīsim, ka

- (*) $\triangle DFG$ leņķu lielumi ir $\angle D = 3\alpha$, $\angle G = 3\beta$, $\angle F = 3\gamma$.

- (**) A, B, C ir $\triangle DFG$ ārējo leņķu trisektrišu krustpunkti.

Tad Morlija teorēma būs pierādīta trijstūrim DFG, kas līdzīgs trijstūrim \triangle , tāpēc tā būs spēkā arī trijstūrim \triangle .

Atliek pierādīt (*) un (**).

Apzīmējam BF un AG pagarinājumu krustpunktu ar K, CG un BD pagarinājumu krustpunktu ar M, CF un AD pagarinājumu krustpunktu ar L. Viegli saprast, ka $\triangle AKB$, $\triangle BMC$ un $\triangle CLA$ ir vienādsānu (tiem ir vienādi leņķi pie pamata).

Aplūkojam $\triangle AKB$. Ņemam vērā, ka

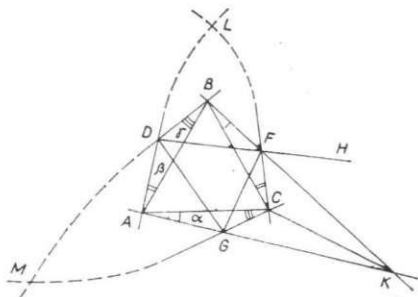
$$\angle BFC = 180^\circ - \alpha - \beta, \text{ tāpēc}$$

$$\angle CFK = \alpha + \beta \text{ un līdzīgi } \angle CGK = \alpha + \gamma.$$

Konfigurācijas ABCK simetrijas dēļ stars KC ir $\angle AKB$ bisektrise. $\angle GCF = 60^\circ + \beta + \gamma = 60^\circ + (60^\circ - \alpha) = 120^\circ - \alpha$, bet $\angle AKB = 180^\circ - (60^\circ + \alpha) - (60^\circ + \alpha) = 60^\circ - 2\alpha$. Tātad $\angle GCF = 90^\circ + \frac{1}{2} \angle GKF$. Tāpēc saskaņā ar lemmu C ir $\triangle GFK$ ievilktais riņķa centrs.

Līdzīgi pierāda, ka B ir $\triangle DLF$ ievilktais riņķa centrs, bet A ir $\triangle DMG$ ievilktais riņķa centrs.

Tā kā $\angle CFK = \alpha + \beta$, tad arī $\angle CFG = \alpha + \beta$. Līdzīgi pierāda, ka $\angle BFD = \alpha + \beta$, tāpēc arī



4. att.

$\angle KFH = \alpha + \beta$. Iegūstam $\angle GFC = \angle CFK = \angle KFH$. Tātad stars FC ir $\triangle DFG$ ārējā leņķa GFH trisektrise. Līdzīgus faktus pierāda par stariem GC, FB, DB, GA, DA. Tātad A, B, C tiešām ir $\triangle DFG$ ārējo leņķu trisektrišu krustpunkti.

Atliek aprēķināt $\triangle DFG$ leņķu lielumus:
 $\angle DFG = 180^\circ - 3(\alpha + \beta) = 3\gamma$. Līdzīgi pierāda, ka $\angle DGF = 3\beta$ un $\angle GDF = 3\alpha$.

Līdz ar to pamatoti (*) un (**), tātad mūsu teorēma pierādīta.

Raksta nākamajā daļā aplūkosim tālākus Morlija teorēmas vispārinājumus.

(Turpinājumu sk. nākamajā numurā.)

I. Markusa

VILCIENA APGRIEŠANAS ALGORITMI, I

Viss notiek kā parasti. Vilcienu sastāvs no pilsētas Uzdevums dodas uz pilsētu Atrisinājums. Tikai pusceļā mašīnists atminas, ka pilsētā Uzdevums atstājīs ko visai svarīgu, proti, savas sviestmaizes. Tā kā braukt atmuguriski nebūtu sevišķi ērti, bet par to, ka jāatgriežas, nav ne mazāko šaubu, mašīnists nolemj vilcienu apgriezt. Grūtības rada tas, ka vilciens pārvietojas pa viensliežu ceļa posmu, bet arī te palīdz laimīga sakritība — netālu atrodas atzarojums. Tajā gan var atrasties tikai viens vagonš, bet arī tas ir labāk nekā nekas. Krietni nopūloties — atkabīnot vagonus, ar lokomotīves palīdzību iestumjot tos atzarojumā un izvelkot no tā —, mašīnistam izdodas «apgriezt» vilcienu. Kad tas izdarīts, izrādās, ka izsīkuši visi kurināmā krājumi. Ļoti nepatīkama situācija, kurā mašīnistu nostādījis uzdevuma autors A. K. Dadnijs*!

Mašīnistam vilciens būtu jāapgriež, patērējot pēc iespējas mazāk kurināmā, tātad kopējam nobrauktajam ceļam jābūt vismazākajam. Ar kopējo ceļu sapratīsim visu atsevišķo vagonu un arī lokomotīves nobraukto ceļu summu. Pieņemsim viena vagona (arī lokomotīves) garumu par vienu vienību.

Mēģināsim iejusties mašīnista lomā, vadot vilcienu sastāvu ar trim vagoniem un lokomotīvi. Pirms reālās vilcienu apgriešanas nebūtu slikti visu izplānot uz papīra. Shematiski atainojot radušos situāciju, iegūstam šādu vienkāršotu attēlu.

3|2|1|L|

Trijstūra asā smaile apzīmē vagona (un arī lokomotīves) «priekšgalu». Visai iespējams, ka ir svarīgi, lai vagona, nemaz nerunājot par lokomotīvi, priekšgals atrastos braukšanas virzienā! Tāpat nozīmīga var izrādīties vagonu secība aiz lokomotīves, t. i., pirmais vagonš jeb vagonš Nr. 1 atrodas cieši aiz lokomotīves, aiz tā seko vagonš Nr. 2 utt., neraugoties uz kustības virzienu. No visa minētā secinām, ka jāpanāk šāds vilcienu sastāva stāvoklis.

L|L|2|3|

Sastāva apgriešana parādīta 1. tabulā.

Pirmo atzarā iestumj pēdējo, t. i., trešo, vagonu. (Izvēle nav nejauša: atceramies nosacījumu par vagonu kārtību!) To var izdarīt, ar visu sastāvu pabraucot garām atzarojumam tā, lai pēdējais vagonš atrastos tieši pie atzarojuma: mašīnistam, padodot atpakaļ par vienu vagonu tiesu, izdodas iestumt to atzarojumā. Kad tas izdarīts, vagonu atkabina. Vagonš no atzara būs jāizvelk tā, lai tas atrastos lokomotīvei otrā pusē. Lai to izdarītu, sastāvam atmuguriski jābrauc pilsētas Uzdevums virzienā, līdz lokomotīve tikusi atzaram garām. Mašīnists piekabina trešo vagonu lokomotīvei priekšā. Sastāvs, joprojām kustoties pilsētas Uzdevums virzienā, izvelk trešo vagonu no atzara. Nākamais ir otrais vagonš. Tad sastāvs atkal dodas pilsētas Atrisinājums virzienā, tikai šoreiz pa priekšu stumjot trešo

* Дьядни А. К. Алгоритмические головоломки // В мире науки. — 1987. — № 8. — С. 84—88.

1. tabula

	3>2>1>L>																
		3>2>1>L>															
			3>1>L>														
				2>1>L>3													
					2>1>L><3												
						3>1>L><3											
							1>L>3<										
								1>L><2<									
									1>L><2<3								
										3>L><2<3							
											L><2<3						
												L><1<	<2<3				
														2<1<	<2<3		
																<L<1<2<3	
																	<L<1<2<3

2. tabula

		σ	κ	s
	$n>n-1>\dots>2>1>L>$			
1	$n>>\dots>2>1>L>$	$n+1$	$n+1$	$(n+1)^2$
2	$2>\dots>2>1>L>$	$n+1$	1	$n+1$
3	$n-1>\dots>2>1>L>$	n	n	n^2
4	$n-1>\dots>2>1>L>n$	$n+1$	1	$n+1$
5	$n-1>\dots>2>1>L>n$	$n+1$	$n+1$	$(n+1)^2$
6	$n-1>\dots>2>1>L>n$	n	1	n
7	$n-2>\dots>2>1>L>n$	$n-1$	$n-1$	$(n-1)^2$
8	$n-2>\dots>2>1>L>n$	n	1	n
9	$n-2>\dots>2>1>L>n$	n	n	n^2
	\dots	\dots	\dots	\dots
10	$1>L><2<\dots<<n$	$n-(n-2)$	1	$(n-(n-2))$
11	$1>L><2<\dots<<n$	$n-(n-1)$	$n-(n-1)$	$(n-(n-1))^2$
12	$1>L><1<2<\dots<<n$	$n-(n-2)$	1	$(n-(n-2))$
13	$L><1<2<\dots<<n$	2	1	2
14	$2<1<2<\dots<<n$	1	1	1
15	$L<1<2<\dots<<n$	2	1	2
16	$L<1<2<\dots<<n$	$n+1$	$n+1$	$(n+1)^2$

vagonu. Tikko otrs vagons pabraucis garām atzaram, sastāvs apstājas. Mašinistam jāatkabina trešais vagons, jo starp to un lokomotīvi jānovieto vagons Nr. 1 un vagons Nr. 2. Ar otro vagonu notiek līdzīgi, kā ar trešo vagonu.

Pirmā vagona apgriešanu savieno ar lokomotīves apgriešanu, tādējādi ietaupot ceļā. Vēl tikai jānovieto sastāvs sākotnējā pozīcijā, t. i., sastāvam jāpabrauc garām atzaram pilsētas Uzdevums virzienā. Nu vilciens ir gatavs uz sākt atpakaļceļu. Sajā gadījumā viegli atrast kopējo nobraukto ceļu, bet ja vilciens būtu 15 vai pat 50 vagoni?

Kad apgūta sastāva apgriešanas visai vienkāršā stratēģija, lasītājs var kļūt par lielāka vilciena sastāva (n vagonu garumā) mašīnistu un atrast kopējo nobraukto ceļu (2. tab.).

Tabulas pirmajā iedaļā parādīta vagonu kustība, otrajā iedaļā — vagonu (arī lokomo-

tīves) skaits, kāds piedalās kustībā, trešajā — viena vagona nobraukto attāluma vienību skaits, ceturtajā — kopējais nobrauktais ceļš.

Meklējot visu kopējo nobraukto ceļu L , jāsummē atsevišķajos posmos, kurus ilustrē viena attēla nomaiņa ar nākamo, nobrauktie kopējā ceļa garumi. Iegūstam

$$L = 2(n+1)^2 + (n+1) + n^2 + (n+1) + n + (n-1)^2 + n + n^2 + \dots + (n-(n-2)) + (n-(n-1))^2 + (n-(n-2)) + 2 + 1 + 2 + (n+1)^2 = 2n^2 + 4n + 7 + 2 \cdot ((n+1) + n + (n-1) + \dots + 2) + [(n+1)^2 + 2n^2 + 2(n-1)^2 + \dots + 2(n-(n-3))^2 + (n-(n-2))^2 + (n-(n-1))^2]. \quad (1)$$

Grupējot saskaitāmos un lietojot aritmētiskās progresijas summas formulu, iegūstam uzskatāmus pierādījumus kvadrātiekvākas veidā, ka kopējā nobraukta ceļa garums n vagonu gara sastāva apgriešanai ir ar lieluma kārtu

n^3 . Vai varētu kopējo ceļu samazināt? Dabnijs mudina šo lielumu ierobežot no augšas ar lielumu, kura kārtā ir $n^{5/2}$ vai pat $n^2 \log(n)$.

Līdz šim tika aplūkots viens no algoritmiem vilciena sastāva apgriešanai. Tagad izstrādāsim jaunu algoritmu, ko apzīmēsim ar Alg. Simbols Alg(n) apzīmēs kopējo nobraukto ceļu, kurš patērēts, ja vilciena sastāvu ar n vagoniem apgriež, izmantojot algoritmu Alg.

Pieņemsim, ka kļūmīgajā situācijā esam nonākuši, vadot astoņu vagonu garu sastāvu. Izvēle nav nejauša, jo mēs varam domāt, ka vadām vilcieni ar vagonu skaitu $2n=2^k$ (konkrētajā gadījumā $n=4$), kur k ir vesels skaitlis. Radušos situāciju un tālāko darbību parādīs 3. tabula. Šoreiz apgriešanas procesā tiks izšķirti ne tikai posmi, bet arī etapi. Tas darīts nevis, lai sarežģītu, bet gan lai saīsinātu uzklāstu, atsevišķās vietās paredzot darbību «kā parasti» vai «kā iepriekš».

Tabulas ceturtajā ailē, kura ataino kopējo nobraukto ceļu posmā, parādās tādi vispārīgi lielumi kā, piemēram, n , $n/2$ u. tml. Tas nozīmē tikai to, ka, lai gan sastāvā ir astoņi vagoni, te domāts vispārīgs vagonu skaits. Un

tātad — pirmais posms pirmā etapa ietvaros — sastāvu pārdala uz pusēm jeb divās vienādās daļās. Dalījums attiecas tikai uz vagoniem. Lokomotīvi izmantos stumšanā un vilkšanā, dališanā uz pusēm tā nepedalās. Tātad tiek atkabināti pēdējie četri vagoni. Vilciena sastāvs ir samazinājies līdz četriem vagoniem. Šo jauno sastāvu apgriež pēc jau zināmā algoritma. Tikai šoreiz lokomotīve netiek apgriezta (ietaupīta viena vienība) un vilciena sastāvs netiek novietots izejas pozīcijā (ietaupītas $(2n+1) \times (2n+1)$ vienības. Posmā veikto ceļu var izteikt kā $\text{Alg}(n) - (n+1) \times (n+1) - 1$. Otrajā posmā lokomotīve atgriežas pie pamestajiem vagoniem, un tas ir $n+1$ vienību garš ceļš. Atkal izveidojas četru vagonu sastāvs. Tas, lokomotīves vadīts, dodas atzara virzienā, kamēr tā ceļu aizšķērso atstātie un apgrieztie pirmie četri vagoni (sk. 3. posmu). Ceturtajā posmā šķēršļi tiek pārvarēti un lokomotīve turpina ceļu, stumjot pa priekšu gaitu traucējošo četrinieku, un nonāk vajadzīgajā pozīcijā, lai sāktu četru vagonu garā sastāva pēdējā, proti, vagona Nr. 8 apgriešanu. Šajā vietā pirmie četri vagoni tiek atkabināti

3. tabula

Etapi	Posmi	Veikto operāciju shematiskais attēlojums ($2n=8$)	Kopējais nobrauktais ceļš posmā	Kopējais nobrauktais ceļš etapā
I	①	8>7>6>5>4>3>2>1>L>	$\text{Alg}(n) - (n+1)^2 - 1$	
	②	8>7>6>5>	$n+1$	
	③	8>7>6>5>L>	$(n+1)^2$	
	④	8>7>6>5>L>K1K2K3K4	$n(2n+1)$	
	⑤		$\text{Alg}(n) - 2(n+1)^2$	$2\text{Alg}(n) - 2n - 2$
	⑥	5>6>L>	$\text{Alg}^*(n/2) - (n/2+1)^2$	
	⑦	5>6>	$n/2+1$	
	⑧	5>6>L>K7K8K1K2	$n/2 \cdot (n+1)$	
II	⑨	5>6>L>K7K8K1K2	$\frac{n}{2} \cdot n + \text{Alg}(n) + (n+1)^2$	
	⑩	5>6>2>1>8>7>K1		
	⑪	5>6>2>1>8>7>	$(2n-2)(n/2-1) + n/2 \cdot 3n/2 + \text{Alg}^*(n/2)$	
	⑫	5>6>2>1>8>7>3>4>3>L>	$\frac{(n/2+1)^2}{2}$	
III	⑬		$2\text{Alg}(n) - 2n - 2$	
IV	⑭	1>2>3>4>5>6>7>8>L>	$2\text{Alg}^*(n/2) + \text{Alg}(n) + 5n^2/4 - 5$	
V	⑮	L>K1K2K3K4K5K6K7K8	$\text{Alg}^*(2n)$	$\text{Alg}^*(2n)$

šanas procesu ar līdzīgu atvilkto vagonu. Vagona apgriešanas process attēlots II etapā. Veicot katru atsevišķu vagona apgriešanu, tiks nobrauktas piecas vienības kopējā ceļā. III etapā tiek veiktas sagatavošanas operācijas, lai nākamais vagonš nonāktu izejas pozīcijā, proti, pa labi no atzarojuma. Otrā vagona nogādāšanai izejas pozīcijās bija nepieciešamas deviņas vienības kopējā nobrauktā ceļā. IV etapā analogs II etapam. Nākamais — V — etapā sagatavo apgriešanai trešo vagonu. Atšķirībā no III etapa šajā etapā tiks nobraukts par četrām vienībām kopējā ceļā vairāk. Lokomotīvei bija jāveic viena vienība, lai nonāktu līdz trešajam vagonam. Atpakaļceļā vienu vienību jau veic gan lokomotīve, gan trešais vagonš (tātad jau veiktas trīs vienības kopējā ceļā). Tad tiek veikts process, kuru attēlo VI etapā. Vienlaikus par vienu vienību tiek pārvietots pirmais vagonš, tā pārvietošana dod papildu vienību. VII etapā nobrauktais kopējais ceļš būs par četrām vienībām lielāks nekā V etapā veiktais kopējais ceļš. XI etapā notiek lokomotīves apgriešanās. XII etapā tiek realizēta sastāva atgriešanās sākuma pozīcijā.

Tagad atradīsim visa kopējā nobrauktā ceļā garumu gadījumam, kad algoritms realizē n vagonu apgriešanu.

Būs nepieciešamas 4 vienības pirmā vagona aizvešanai līdz izejas pozīcijai, n vagoniem būs nepieciešamas 5n vienības to apgriešanai. Starpetapos (sk. II, IV, VI) nobrauktais kopējais ceļš veido aritmētisku progresiju, kuras pirmais loceklis ir $a_1=9$, bet progresijas diference $d=4$. Būs jāaplūko pirmo $n-1$ locekļu summa:

$$S_{n-1} = \frac{2a_1 + (n-1-1) \times d}{2} \times (n-1).$$

Ievietojot zināmos lielumus, iegūst, ka

$$S_{n-1} = \frac{2 \times 9 + (n-2) \times 4}{2} \times (n-1) = 2n^2 + 3n - 5$$

$$\text{Alg}^*(n) = L^* = 4 + 5n + 2n^2 + 3n - 5 + 5 + (n+1)^2 = 3n^2 + 10n + 5.$$

(3)

Ievietojot (2) Alg*(n) vērtību jeb (3), iegūst

$$L = 6 \text{ Alg}(n) + 2,5n^2 - 4n - 14 + 4 \left(3 \cdot \frac{n^2}{4} + 10 \cdot \frac{n}{2} + 5 \right) + 12n^2 + 20n + 5 = 6 \text{ Alg}(n) + 17,5n^2 + 21n - 4. \quad (4)$$

Tagad mēģināšu izdarīt Alg(n) novērtējumu. Tā kā $L \geq \text{Alg}(2n)$ jeb $\text{Alg}(2n) \leq 6 \text{ Alg}(n) + 17,5n^2 + 21n - 4$ un $2^k \leq n < 2^{k+1}$, $k \in \mathbb{Z}$, var uzrakstīt:

$$\begin{aligned} \text{Alg}(2) &\leq 6 \text{ Alg}(1) + 17,5 \cdot 1 + 21 \cdot 1 - 4 \\ \text{Alg}(4) &\leq 6 \text{ Alg}(2) + 17,5 \cdot 4 + 21 \cdot 2 - 4 \\ \text{Alg}(8) &\leq 6 \text{ Alg}(4) + 17,5 \cdot 16 + 21 \cdot 4 - 4 \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Alg}(2^k) &\leq 6 \text{ Alg}(2^{k-1}) + 17,5 \cdot 2^{2k-2} + 21 \cdot 2^{k-1} - 4 \\ \text{Alg}(2^{k+1}) &\leq 6 \cdot \text{Alg}(2^k) + 17,5 \cdot 2^{2k} + 21 \cdot 2^k - 4. \end{aligned}$$

Pirmās nevienādības abas puses pareizina ar 6^k . Otrās nevienādības abas puses — ar 6^{k-1} utt., katru reizi 6 pakāpi samazinot par 1. Pēdējā nevienādība, pareizināta ar 6^0 , paliks bez izmaiņām. Iegūtās nevienādības (sk. (6)) saskaista. Vienkāršojot iegūst (7).

$$\begin{aligned} 6^k \text{ Alg}(2) &\leq 6^{k+1} \text{ Alg}(1) + 17,5 \cdot 6^k + 21 \cdot 6^k - 4 \cdot 6^k \\ 6^{k-1} \text{ Alg}(4) &\leq 6^k \text{ Alg}(2) + 17,5 \cdot 4 \cdot 6^{k-1} + 21 \cdot 2 \cdot 6^{k-1} - 4 \cdot 6^{k-1} \\ 6^{k-2} \text{ Alg}(8) &\leq 6^{k-1} \text{ Alg}(4) + 17,5 \cdot 16 \cdot 6^{k-2} + 21 \cdot 4 \cdot 6^{k-2} - 4 \cdot 6^{k-2} \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} 6 \text{ Alg}(2^k) &\leq 6^2 \text{ Alg}(2^{k-1}) + 17,5 \cdot 2^{2k-2} \cdot 6 + 21 \cdot 2 \cdot 6^{k-1} \cdot 6 - 4 \cdot 6 \\ \text{Alg}(2^{k+1}) &\leq 6 \cdot \text{Alg}(2^k) + 17,5 \cdot 2^{2k} + 21 \cdot 2^k - 4 \end{aligned}$$

$$\text{Alg}(2^{k+1}) \leq 6^{k+1} \text{ Alg}(1) + 17,5 \cdot 6^k \cdot \underbrace{(1 + (4/6)^1 + (4/6)^2 + \dots)}_A$$

$$\begin{aligned} & \underbrace{\dots + (4/6)^{k-2} + (4/6)^{k-1} + (4/6)^k}_{A} + \\ & + 21 \cdot 6^k \cdot \underbrace{(1 + (2/6) + (2/6)^2 + \dots + (2/6)^k)}_B - \\ & - 4 \underbrace{(6^k + 6^{k-1} + 6^{k-2} + \dots + 6 + 1)}_C = I. \end{aligned} \quad (7)$$

Nevienādības labā puse tiek apzīmēta ar I, lai turpmākajos pārveidojumos atvieglotu pierakstu. Tagad jānovērtē iekavas A, B, C. Tās satur ģeometriskās progresijas pirmo $k+1$ locekļu summu. Iekavā A pirmais loceklis ir $b_1=1$ un kvocients $q=4/6$. Izmantojot ģeometriskās progresijas summas formulu (8), iegūst sakarību (9).

$$S_n = \frac{b_n \cdot q - b_1}{q - 1} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} S_{k+1}^A &= \frac{(4/6)^{k+1} - 1}{(4/6) - 1} = \frac{1 - (4/6)^{k+1}}{1/3} < \\ &< \frac{1}{1/3} = 3. \end{aligned} \quad (9)$$

Novērtējot iekavu B, nāk pie secinājuma, ka tā ir mazāka par $3/2$ (sk. (10)). Savukārt, aplūkojot iekavu C, iegūst sakarību (11):

$$S_{k+1}^B = \frac{(2/6)^{k+1} - 1}{(2/6) - 1} = \frac{1 - (2/6)^{k+1}}{2/3} < \frac{3}{2}. \quad (10)$$

$$\begin{aligned} S_{k+1}^C &= \frac{1 \cdot (1/6) - 6^k}{(1/6) - 1} = \frac{6^k - (1/6)}{5/6} = \\ &= (6/5) \cdot 6^k - (1/5). \end{aligned} \quad (11)$$

Nemot vērā šos novērtējumus, iegūstam nevienādību (12).

$$\begin{aligned} \text{Alg}(2^{k+1}) &\leq I < 6 \cdot 6^k \cdot \text{Alg}(1) + \\ &+ \left(35 \frac{1}{2} \right) \cdot 3 \cdot 6^k + 21 \cdot \left(\frac{3}{2} \right) \cdot 6^k - \\ &- 4 \cdot \left(\frac{6}{5} \right) \cdot 6^k + \left(\frac{4}{5} \right) = M \end{aligned} \quad (12)$$

Alg(1) būs mazāks vai vienāds ar 18 (sk. 1. tabulu). Lielums D būs negatīvs pie visiem, $k \geq C$, $k \in \mathbb{Z}$, tāpēc, to atmetot, nevienādības labo pusi var tikai palielināt (sk. (13)).

$$\begin{aligned} \text{Alg}(2^{k+1}) &\leq I < M < 108 \cdot 6^k + \\ &+ 52,5 \cdot 6^k + 31,5 \cdot 6^k = 192 \cdot 6^k. \end{aligned} \quad (13)$$

Ja $2^k \leq n < 2^{k+1}$, var iegūt

$$\begin{aligned} \text{Alg}(n) &\leq \text{Alg}(2^{k+1}) < 6^k \cdot 192 = 192 \cdot (2^{1 \circ g_2} 6)^k = \\ &= 192 \cdot (2^k)^{1 \circ g_2} 6 \leq 192 \cdot n^{1 \circ g_2} 6. \end{aligned} \quad (14)$$

Tātad veiktā kopējā ceļa garuma kārtā no n^3 samazināta līdz $n^{\log_2 6}$. Vai to var vēl samazināt? Izrādās, ka var. Kā to izdarīt, parādīsim raksta turpmākajā daļā.

I. K u d a p a

(Turpinājumu sk. nākamajā numurā.)

JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ

● ASV uzbūvējušas astronomiskiem novērojumiem domātu autonomo kosmisko platformu (daudzkārt izmantojamu pavadoņi), kas aizstāj kosmoplāna «Challenger» katastrofā iznīcināto astronomisko platformu SPARTAN (līdz bojāejai tā bija veikusi vienu sekmīgu reisu). Dublikāta debijas lidojumā, kas notika 1993. gada aprīlī, platforma bija aprīkota ar diviem instrumentiem Saules vainaga novērošanai redzamajā gaismā un ultravioletajos staros. SPARTAN-2-01 tika palaista divas dienas ilgā patstāvīgā lidojumā un vēlāk notverta, lai to nogādātu atpakaļ uz Zemi ar kosmoplāna «Discovery» manipulatoru.

METEORU NOVĒROŠANA

Kas tā ir par amatieru astronomijas nozari, kurai nav vajadzīgs teleskops, kura neprasa gandrīz nekādus izdevumus, ir vienkārša, sniedz atpūtu un ciešu kontaktu ar dabu un vienlaikus dod iespēju visu dzīvi nodarboties ar zinātniski derīgiem pētījumiem?

Tā ir meteoru novērošana. Grūti saprast, kāpēc tā nav sevišķi populāra. Varbūt šo novērojumu vienkāršība rada aizspriedumus tiem, kas domā, ka astronomijā panākumus var gūt tikai ar sarežģītas tehnikas palīdzību. Varbūt trūkst informācijas, kā šos novērojumus veikt? No otras puses, meteoru novērošana prasa pacietību, minimālu «gaismas piesārņojumu» debesis un patiku palikt nomodā pēc pusnakts.

Ja jūs nebaida vēlas stundas un jums ir pieejamas tumšas debesis, meteoru novērojumi var kļūt par jaunu aizraušanos. Pretstatā miljīgajiem kosmiskajiem objektiem, ko pēta lielākā daļa astronomu, šeit ir darišana ar pavisam sīkām daļiņām: nelieliem smilšu graudiem un oļiem, kas lido Saules sistēmā un laiku pa laikam nejauši ietriecas Zemes atmosfērā, lai uzliesmotu kā krītošās zvaigznes.

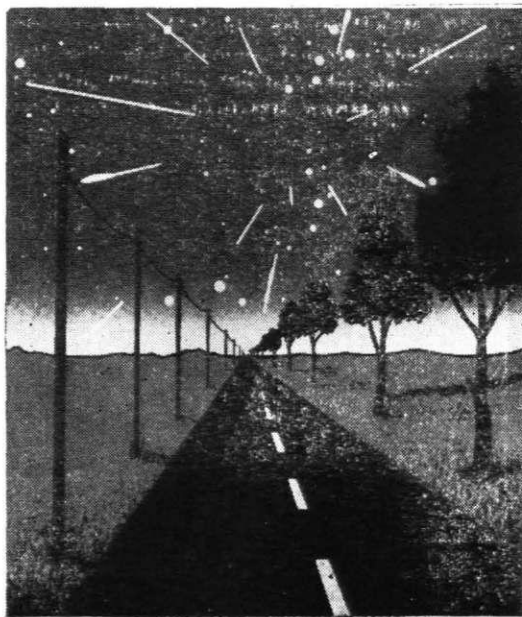
PAMATZIŅAS PAR METEORIEM. Šo kosmisko putekļu vairumu ir radījušas komētas. Ik reizi, komētai atgriežoties pie Saules, komētas kodols lēni drūp. Daļiņas, kas izsviestas no kodola, turpina ceļot kopā ar komētu apmēram pa to pašu orbītu. Pakāpeniski daļiņu mākonis izstiepjas gar visu eliptisko komētas ceļu. Ja kāda šā ceļa daļa atrodas Zemes orbītas tuvumā, reizi gadā Zeme iet cauri daļiņu plūsmai, ko mēs novērojam kā **meteoru plūsmu**.

Visi plūsmas meteoru nāk no viena un tā paša debess virziena ar vienu un to pašu āt-

rumu. Tāpēc izskatās, ka tie izlido no viena punkta debesis — **radianta**.

Ja paseko meteoru ceļiem atpakaļvirzienā, tie visi norāda uz šo punktu. Meteors var parādīties jebkurā debess punktā. Tā lidojuma virziens, nevis parādīšanās vieta noteic, pie kādas plūsmas tas pieder.

Plūsmām nosaukumus piešķir pēc zvaigznājiem, kuros atrodas radianti. Piemēram, augusta vidū ir redzama gadā pazīstamākā me-



1. att. Divi radianti, viens uz Zemes, otrs debesis. Paralelas līnijas perspektīvas efekta dēļ tālumā šķiet saplūstam.

GALVENĀS METEORU PLŪSMAS

Plūsma	Maksimums	Aktivitātes periods,		Zenīta stundas skaitlis	Radiants		Ātrums, km/s
		no	līdz		rektascensija	deklinācija	
Kvadrantīdas	3.01.	1.01.	4.01.	50—120	15 ^h 22 ^m	+48°	42
Lirīdas	22.04.	19.04.	24.04.	15—25	18 08	+34	48
η Akvarīdas	4.05.	1.05.	8.05.	60	22 25	— 2	66
δ Akvarīdas	29.07.	21.07.	15.08.	30	22 07	—16	42
Perseīdas	12.08.	25.07.	17.08.	60—120	3 07	+57	59
Orionīdas	21.10.	18.10.	26.10.	30	6 19	+16	66
Taurīdas	3.11.	15.09.	26.11.	15	3 25	+14	27
Leonīdas	17.11.	14.11.	20.11.	15	10 12	+22	71
Geminīdas	13.12.	7.12.	15.12.	90	7 33	+32	34
Ursīdas	22.12.	17.12.	24.12.	15	14 28	+76	33

teoru plūsma Perseīdas. Tās radiants atrodas Perseja zvaigznāja ziemeļu daļā netālu no Kasiopejas (1. att.). Galvenās ikgadējās meteoru plūsmas uzskaitītas 1. tabulā.

Vairāku gadu tūkstošu laikā planētu gravitācijas perturbāciju un Saules gaismas spiediena iedarbībā meteoru plūsma pakāpeniski izkļiedējas. Plūsma kļūst difūza — meteoru skaits samazinās, dažu stundu vai dienu vietā plūsmas aktivitāte ilgst vairākas nedēļas, un radiants no asi iezīmēta punkta kļūst par plašu laukumu. Galu galā plūsma izkļīst pavisam un katra daļiņa starpplanētu telpā ceļo atsevišķi.

Meteorus, kas nepieder pie zināmām plūsmām, sauc par **sporādiskiem**. Tumšās debesis var redzēt apmēram 5—15 sporādiskos meteoru stundā. Rīta pusē to ir vairāk nekā vakarā un gada otrajā pusē vairāk nekā gada sākumā.

Komētu izcelsmes meteorīti ir viegli, ir deni putekļu kunkuļi ar blīvumu tikai no 0,3 līdz 0,6 gramiem uz kubikcentimetru. Tie varētu peldēt ūdenī. Neliela daļa meteoru nāk no asteroīdu joslas. Tie ir blīvāki un cietāki, īsti klinšu vai dzelzs gabali.

Kamēr šīs daļiņas atrodas kosmosā, tās sauc par **meteoru ķermeņiem**. Kad kāda daļiņa ietriecas atmosfērā, tā rada šauru, garu gaismas svītru — **meteoru**. Meteorīti sadeg atmosfērā aptuveni no 130 līdz 80 kilometru augstumā. Ļoti spožus meteorus (spožākus par Venēru, zvaigžņlielums — 4^m) sauc par **bolīdiem**. Daži meteorīti, it īpaši spožākie, atstāj

spidošu **pēdu**, kas var pazust dažās sekundēs vai palikt redzama vairākas minūtes. Tad to pakāpeniski izkļiedē lielos augstumos valdošie vēji. Meteora spožums ir atkarīgs no daļiņas masas, ātruma, uzbūves un leņķa, kādā meteors ietriecas atmosfērā. Pēc ļoti aptuvena vērtējuma, 4. zvaigžņlieluma meteors sver tikai 0,02 gramus un ir pāris milimetru liels. Tipisks 0. zvaigžņlieluma meteors sver 1 gramu. Bolīdu ar spožumu —4^m rada kosmiskais olis vai putekļu pika, kas sver kādus 30 gramus. Redzamā gaismas svītra nav tik šaura kā pats objekts, kas to radījis, — tas ir vairākus metrus plats sakarsēta, jonizēta gaisa stabs.

Ļoti reti kāds akmens vai dzelzs gabals nesadeg pilnībā un sasniedz Zemes virsmu. Tad to sauc par **meteorītu**.

Meteorīti biežāk redzami pirmsausmas stundās, jo tad novērotājs, kas lūkojas augšup, skatās Zemes orbitālās kustības virzienā. Zemes «priekšējā puse» biežāk saskaras ar meteorītiem, tāpat kā braucoša automobiļa priekšējais stikls uztver vairāk lietus piļu. Punktu debesis, kura virzienā Zeme pārvietojas savā orbitālajā kustībā ap Sauli (ar ātrumu 30 kilometri sekundē), sauc par Zemes kustības **apeksu**, šis punkts atrodas uz ekliptikas, 90° uz rietumiem no Saules. Visaugstāk debesis tas redzams pirms rīta krēslas iestāšanās. Meteoru radianti koncentrējas šajā debess daļā.

Jo augstāk virs horizonta atrodas meteoru plūsmas radiants, jo vairāk meteoru var redzēt debesis. Plūsmas intensitātes rādītājs ir

zenīta stundas skaitlis — meteoru skaits, ko varētu redzēt atsevišķs pieredzējis novērotājs, ja radiants atrastos zenītā un debesis būtu pietiekami tumšas, lai tajās ar neapbruņotu aci būtu saskatāmas zvaigznes līdz 6,5 zvaigžņu lielumam. Šādi ideāli apstākļi ir reti, tāpēc reāli redzamo meteoru skaits vienā stundā parasti ir mazāks nekā zenīta stundas skaitlis.

Ir neliela meteoru grupa, kas kustas ap Sauli gandrīz pa tādu pašu orbītu kā Zeme. Šie **cikliskie** meteorīti var parādīties debēs jebkurā vietā un laikā. To kustība šķiet daudz lēnāka nekā parastajiem meteorītiem.

GĀLVENĀS METEORU PLŪSMAS. Gada laikā var redzēt desmit samērā spēcīgas meteoru plūsmas. To aktivitāte mainās ik gadu, tāpēc dotais zenīta skaitlis ir ļoti aptuvenš. Ailē «Aktivitātes periods» norādīts laikposms, kurā plūsmas aktivitāte pārsniedz 25% no maksimālās. Pilnais plūsmas darbības periods ir garāks. Radianta stāvoklis dots plūsmas maksimuma momentam, jo lielākā daļa plūsmu radiantu ik dienas pārvietojas uz austrumiem aptuveni par 1°.

Sīkāku informāciju par meteoru plūsmām un to raksturojumu var atrast «Astronomiskajā kalendārā» 1994. gadam.

SAGATAVOŠANĀS NOVEROJUMIEM. Meteoru novērošanas pamatpaņēmieni ir apgulties atgāzamajā dārzeņu krēslā ar bloknotu un zīmuli rokās un skatīties zvaigznēs. Un gaidīt. Laiku pa laikam redzeslaukā parādīsies kāds meteors. Visvienkāršākais ir atzīmēt, vai tas pieder meteoru plūsmai vai ne, un vēlāk noteikt stundā redzēto plūsmas meteoru skaitu. Varat atzīmēt arī papildziņas, piemēram: meteora spožums, krāsa, precīzs parādīšanās laiks un vai tas atstājis pēdu.

Pat vienkārša skaitīšana jāsadalā pusstundas intervālos. Pārbaudiet pulksteni un pa reizi atzīmējiet laiku. Vajadzēs atzīmēt arī debēs redzamo vājāko zvaigžņu spožumu un citus apstākļus, kas ietekmē novērojumu efektivitāti.

Un tas ir viss. Meteoru novērošana ir interesanta un viegla. Augusts ir ļoti piemērots novērojumiem. Ap 12. augustu laikā no pusnaktis līdz rītam tumšās debēs gandrīz katru minūti var redzēt kādu meteoru. Meteoru vēl

ir samērā daudz arī dažas dienas pirms un pēc šā datuma.

Ja tā būs jūsu pirmā novērošanas reize, tai iepriekš jāsaprotat. Atrodiet tādu vietu, kurā labi pārskatāmas debesis. Visu nepieciešamo sagatavojiet iepriekšējā vakarā: rakstāmo, bloknotu, kabatas lukturi, kas dod sarkanu gaismu, pulksteni, vieglu saliekamo dārzeņu krēslu un guļammaisu vai segu. Skaidrā naktī pat vasarā ir pārsteidzoši auksts, turklāt guļammaiss daļēji pasargās no odiem. Neaizmirstiet kādu odu atbaidīšanas līdzekli. Termoss ar kafiju vai tēju nodrošinās komfortu. Izvairoties no alkohola — tas pasliktina nakts redzi.

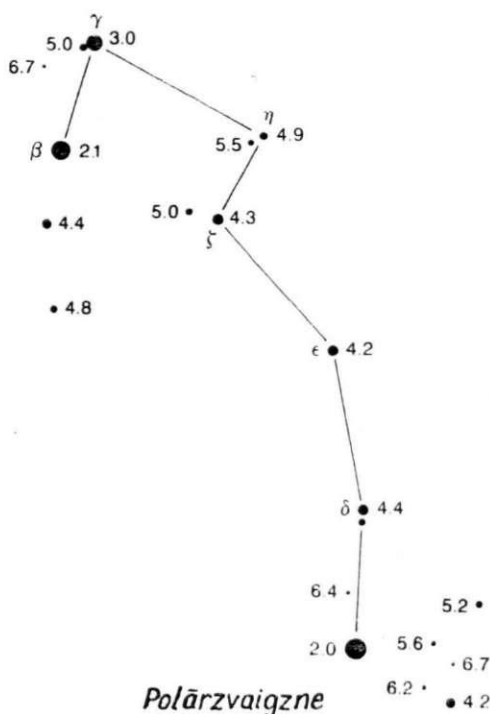
Pēc ierašanās novērojumu vietā ļaujiet acīm divdesmit minūtes pierast pie tumsas, pat ja esat izkāpis no gultas, neiededzot gaismu. Pierast pie tumsas ir svarīgi. Dažkārt novērotāji, iznākuši no spoži apgaismotas telpas, pastāv desmit minūtes ar atgāztu galvu un nolēm, ka plūsma ir beigusies, kaut arī tā «darbojas» itin labi. Divdesmit minūtes, kas veltītas, lai pielāgotos tumsai, dod jums laiku iekārtoties, atbrīvoties un varbūt apgūt kādu jaunu zvaigznāju vai divus.

Nav būtiski, kādā virzienā skatīties, tikai jānovietojas tā, lai redzeslaukā būtu pēc iespējas mazāk koku, ēku vai gaismas blāzmas debēs. Vislabāk skatīties zenītā. Var skatīties arī radianta virzienā, apmēram 60° augstumā.

Kad acis pie tumsas pieradušas, nosakiet zvaigžņu redzamo robežlielumu. Šai nolūkam noderēs Mazā Lāča zvaigznāja karte (2. att.). Atrodiet pēc tās visvājāko zvaigzni, kuru vēl iespējams ieraudzīt. Redzamais robežlielums ir vidū starp šīs zvaigznes spožumu un pēc spožuma nākamo zvaigzni, kuru vairs **nevarat** ieraudzīt.

Atzīmējiet arī, cik lielu debess daļu aizsedz koki, ēkas vai mākoņi. Šim skaitlim nevajadzētu būt lielākam par 20 procentiem. Ja mākoņi nāk un iet, novērtējiet, cik lielu daļu novērojumu laika tie aizsedz skatu. Nu jūs esat gatavi sākt.

METEORU SKAITĪŠANA. Vienkāršākais uzdevums ir saskaitīt, cik plūsmai piederīgu meteoru jūs redzat noteiktā laikposmā. Ieraugot meteoru, ievērojiet tā lidojuma virzienu. Ja meteora ceļš atpakaļvirzienā rāda uz radiantu,



2. att. Mazā Lāča zvaigznāja karte noderēs zvaigžņu redzamā robežlieluma noteikšanai.

atzīmējiet tā piederību plūsmai. Piemēram, novērojot Perseidas, jūs varat rakstīt «P». Visus citus meteorus var atzīmēt kā «NP» — nepiederošus Perseidām (3. att.).

Vismaz ik pusstundu atzīmējiet laiku, lai varētu pateikt, kurā pusstundas intervālā katrs meteors bija redzams. Visnotaļ noderīgs ir pulkstenis, kas pikst pilnā stundā. Laiku pa laikam pārbaudiet zvaigžņu redzamo robežlielumu un atzīmējiet, ja ir kādas izmaiņas.

Novērojumu seansam jāilgst vismaz stundu. Ja novērojat ilgāk, ir prātīgi pa reizei taisīt pārtraukumu. Atzīmējiet, kad jūs pārtraucat novērojumus un atsākat tos.

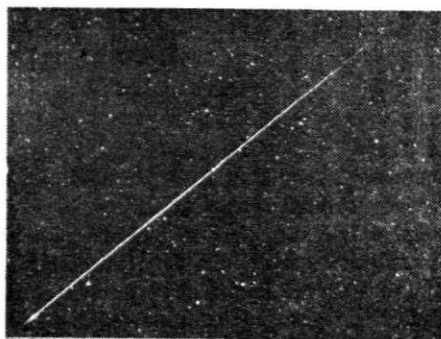
Meteoru novērošana ir interesanta nodarbošanās diviem, trijiem vai vairāk cilvēkiem. Taču rezultātus nekad neapvienojiet! Kopīgai skaitīšanai nav jēgas. Katram jānovēro tā, it kā viņš būtu viens pats, vēlams dažādos debess virzienos. Centieties neietekmēties no

«Re! Skaties!» tipa izsaucieniem. Ja jūs šo meteoru neieraudzījāt, tā tad to neredzējāt. Ja redzējāt tik neskaidri, ka parastos apstākļos neatzīmētu, nedariet to, pat ja citi sāk rakstīt.

Pārtrauciet novērojumus, ja sākat nogurt vai kļūstat miegains. Pirms došanās mājup tomēr jāizdara vēl viena lieta. Novērtējiet, cik sekundes parasti aizņem piezīmju rakstīšana, un atzīmējiet to. Beidzot, pierakstiet gadu, mēnesi un datumu, savu vārdu, novērojumu vietu un citu, jūsu prāt, būtisku informāciju.

Mājās pārskatiet savas piezīmes. Ja jūs gribēsiet tās nosūtīt kādai meteoru novērošanas organizācijai, tai būs vajadzīgi visi dati bez kādas apstrādes. Bet jums pašam, bez šaubām, būs interesanti uzzināt, ko jūs esat saskaitījis.

Pirmkārt ir jānosaka novēroto meteoru stundas skaits. Saskaitiet visus stundā redzētos plūsmas meteorus, tad izlabojiet šo skaitli, ņemot vērā, cik procentus laika jūs neskatījāties debesīs un aizklāto redzeslauka daļu. Piemēram, ja jūs pavadījāt 5 procentus laika, skatoties bloknotā, izdaliel meteoru skaitu ar 0,95; tā iegūsi nedaudz augstāku koriģēto stundas skaitļa vērtību. Ja mākoņi aizsedza 20 procentus redzeslauka pusi no novērojumu laika, izdaliel vēlreiz ar 0,90. No šā izlabotā stundas skaitļa var iegūt zenīta stundas skaitli. Taču uzmanieties no novērojumu statistiskās kļūdas. Jo vairāk meteoru jūs redzējāt, jo precīzāks būs rezultāts. Lai novērtētu statistisko kļūdu, aprēķiniet kvadrātsakni no novēroto meteoru skaita. Ja esat redzējuši 49 meteorus,



3. att. Spožs Perseīdu meteors ar uzliesmojumu lidojuma beigās.

kļūda ir ± 7 . Sis kļūdas lielums (1/7 jeb 14%) ir spēkā visos tālākajos aprēķinos. Cits piemērs. Ja nosakāt zenīta stundas skaitli, balstoties uz 9 meteoru novērojumiem, statistiskā kļūda būs aptuveni ± 33 procenti ($1/\sqrt{9}$). Tas nav īpaši labs rezultāts, un var būt, ka iegūtās kļūdas vērtība pamudinās jūs nākamajā naktī iegūt vairāk datus!

ZENĪTA STUNDAS SKAITLIS (ZSS). Ja radiants atrodas nevis zenītā, bet gan augstumā h , no 1. tabulā minētā meteoru ZSS var novērot tikai daļu f . Šo daļu nosaka izteiksme $f = \sin(h + 6^\circ)$. Lūk, dažas vērtības.

h	90°	70°	50°	40°	30°	20°	10°
f	1,0	0,97	0,83	0,72	0,59	0,44	0,28

Ja zvaigžņu redzamais robežlielums nav $6^m,5$, nosakiet korekcijas faktoru $c = 2^m,5^{(6,5-m)}$, kur m ir redzamais robežlielums. Tālāk dots, cik procentus meteoru no ZSS var redzēt dažādos «gaismas piesārņojuma» apstākļos.

m	6,2	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
$1/c$	0,75	0,63	0,40	0,25	0,16	0,10	0,06

1. *piemērs.* Cik daudz Geminīdu meteoru var redzēt vienā stundā, ja to ZSS ir 90 , radiants atrodas 50° augstumā un zvaigžņu robežlielums ir $5^m,5$? Atbilde ir $90 \cdot 0,83 \cdot 0,4 = 30$.

2. *piemērs.* Novērojot Perseīdas, iegūts izlabotais stundas skaitlis 17 . Kāds ir zenīta stundas skaitlis, ja radianta augstums ir 30° un redzamais robežlielums $5^m,0$? Atbilde ir $17 : 0,59 : 0,25 = 115$.

TĀLĀKI NOVĒROJUMI. Nākamais, ko var darīt pēc vienkāršas meteoru skaitīšanas, ir noteikt katra meteora spožumu. Vēl var fiksēt meteora parādīšanās momentu ar precizitāti līdz sekundeī, atzīmēt tā krāsu, uzliesmojumus, ilgstošu pēdas pastāvēšanu un citas īpatnības. Aplūkosim datus, kas ir jāpieraksta šādu novērojumu laikā.

Numurs ir vienkārši meteora numurs pēc kārtas novērojumu seansa laikā.

Laiks. Jāteic, ka meteora parādīšanās moments nav tas svarīgākais lielums. Ja jūs nosakāt laiku ar precizitāti līdz sekundeī, pirms novērojumiem neregulējiet pulksteni atbilstoši radio laika signāliem un vēlreiz pārbaudiet to pēc novērojumu beigšanas. Ja meteora parādīšanās momenta precīza noteikšana traucē iz-

darīt ko citu, atsakieties no tās. Atzīmējiet laiku ar minūtes precizitāti vai vispār nedariet to.

Piederība pie plūsmas. Parasti reizē ar spēcīgu meteoru plūsmu darbojas arī kādas vājākas. Piemēram, Perseīdu redzamības laikā var redzēt arī δ Akvarīdu, α Kaprikornīdu un χ Cignīdu plūsmu meteorus. Ja zvaigznājus pazīstat pietiekami labi, lai identificētu šo plūsmu radiantus, varat mēģināt novērot vairākas meteoru plūsmas vienlaikus.

Savietojiet bloknotu malu vai labāk garu lineālu ar meteora ceļu debesīs. Vai šī līnija rāda atpakaļ uz vienu no plūsmu radiantiem, ko jūs novērojat? Izvēlieties dažādu plūsmu meteoriem piemērotus apzīmējumus, piemēram: P — Perseīdas, A — Akvarīdas, K — Kaprikornīdas un C — Cignīdas. Ar burtu S var apzīmēt visus sporādiskos meteorus un **citu** plūsmu meteorus, kas nepieder pie novērotajām.

Spožums. Meteora spožums ir būtisks lielums, kas interesē visas meteoru novērošanas organizācijas. Taču to ir grūti noteikt. Novērojamo objektu jūs ieraugāt tikai uz mirkli redzeslauka malā. Pat pieredzējušiem novērotājiem, kas skatās uz vienu un to pašu meteoru redzeslauka centrā, spožuma novērtējums atšķiras par $0,4$ zvaigžņlielumiem. Visā redzeslaukā šī kļūda sasniedz $0,6$ zvaigžņlielumus. Tādēļ pilnīgi pietiks, ja meteora spožumu noteiksiet ar precizitāti līdz pusei no zvaigžņlieluma.

Salīdziniet meteora spožāko daļu ar kādu zvaigzni, kas atrodas tādā pašā augstumā (un līdz ar to ir tādā pašā pakāpē vājināta atmosfēras absorbcijas dēļ). Iztēlojieties, kā šī zvaigzne izskatītos straujā kustībā pie debessim. Nemēģiniet summēt meteora spožumu visā tā ceļā. Par visspožākajiem meteoriem var spriest vienīgi pēc atmiņas, salīdzinot tos ar Venēru vai Mēnesi, kuru attiecīgajā brīdī debesis var nebūt. Ja šaubāties, pievienojiet spožuma novērtējumam «?» zīmi. 2. tabulā doti salīdzināmo objektu spožumi. Salīdzināmo zvaigžņu meklēšana ir laba nodarbošanās tajā laikā, kamēr acis pierod pie tumsas.

Augstums. Zenītā redzami meteoru atrodas novērotājam daudz tuvāk nekā tie, kas redzami pie apvāršņa. Meteors, kas parādās 30°

SALIDZINĀMIE OBJEKTI METEORU SPOŽUMA NOTEIKŠANAI

Spožums, zv. 1.	Objekts	Spožums, zv. 1.	Objekts	Spožums, zv. 1.	Objekts
- 13	pilns Mēness	1,5	Reguls	2,5	ϵ Cyg
- 10	Mēness ceturksnis	2,0	Polār-		
- 4,5	Venēra (vidēji)	2,0	zvaigzne	2,5	α Cep
- 2,5	Jupiters (vidēji)	2,0	β UMi	3,0	γ UMi
- 1,5	Sīriuss	2,0	α And	3,0	η Peg
0	Kapella	2,0	α Per	3,0	β Tri
0	Arkturs	2,0	α UMa	3,0	ϵ Gem
0	Vega	2,0	γ Gem	3,0	γ Boo
0,5	Procions	2,0	γ Leo	3,0	α Aqr
1,0	Aldebarans	2,5	α Oph	3,5	η Cet
1,0	Pollukss	2,5	α Peg	3,5	α Tri
1,0	Spika	2,5	δ Leo	3,5	ϵ Tau
1,0	Altairs	2,5	γ UMa	3,5	β Boo
			γ Cas	3,5	λ Aql

augstumā, atrodas divreiz tālāk nekā meteors, kas uzliesmo zenītā. Tātad tas izskatās četras reizes vājāks; zvaigžņlielumos šī starpība ir $1^{m,5}$.

Tādējādi meteora redzamā spožuma novērtējumam ir maza nozīme, ja nepieraksta arī aptuvenu augstumu, kurā tas parādījies. Šis efekts nav nekādi saistīts ar atmosfēras absorbciju, kas jau ir izlabota, salīdzinot meteora spožumu ar zvaigžņu spožumu.

Piezīmes. Pierakstiet visu zīmīgo, kas attiecas uz meteoru. Vairums meteoru izskatās zilganbalti, bet spožākie var būt citās krāsās — zaļi, dzelteni, pat tumšsarkani. Tas ir atkarīgs no meteora ķīmiskā sastāva. Zaļo krāsu dod magnijs, oranždzeltens tonis norāda uz nātrija klātbūtni, citas, mazāk intensīvas krāsas var radīt dzelzs un kalcijs. Meteors var atstāt spīdošu pēdu — atzīmējiet, cik ilgi tā redzama. Lidojuma laikā tas var spoži uzliesmot vai pat sadalīties divās daļās.

Novērojumi grupā. Ja jūs esat pieci vai vairāki cilvēki un veicat ne tikai vienkāršu

skatīšanu, vienam jāklūst par sekretāru, kas pieraksta pārējo nosauktos datus, kamēr novērotāji neatraudamies lūkojas debesīs. Ik pēc pusstundas var mainīties lomām.

KURP SŪTĪT REZULTĀTUS. Jūs esat pavadījuši vairākas naktis veiksmīgos novērojumos. Jums šķiet, ka visu darāt pareizi. Rūpīgi noformētie novērojumu pieraksti liekas esam nozīmīgi. Ko ar tiem iesākt? Varat šos pierakstus nosūtīt uz Latvijas Universitātes Astronomisko observatoriju Rīgā, Raiņa bulvārī 19, LV 1586, kur tos apstrādās un paziņos jums rezultātus. Varat arī pievienoties meteoru novērotājiem vasaras novērošanas nometnē, kas ik gadus ap 12. augustu notiek Siguldā. Kontakttelefons Rīgā 223149. Ja gribat turpināt patstāvīgus plašākus novērojumus, var ieteikt lasīšanai grāmatu: Бабаджанов М. Метеоры и их наблюдение. — М., 1987. (182 lpp.)

Pēc ārzemju preses materiāliem sagatavojis I. Vilks

ATSKATOTIES PAGĀTNĒ

ATMIŅU LAUSKAS PAR JĒKABU VIDENIEKU

*Dzīvos aicinu
cerību pilniem par rītdienu stāvēt
un ļaudīs nest gaismu, lai tauta
augtu.**

Nav sevišķi daudz laikabiedru, kas atceras šo spilgto cilvēku, kurš nenoliedzami ir atstājis pēdas Latvijas astronomijas apritē un vairākām skolēnu paaudzēm licis apgūt matemātikas zināšanu pamatus. Man pašam iznāca būt par Jēkaba Videnieka skolnieku tikai 1939./40. mācību gadā, kad mācījos Rīgas Franču liceja V klasē. Te tūdaļ jāpiezīmē, ka mūsu skolā klašu numerācija bija pēc Francijas parauga: abitūrijas klasi apzīmēja par I klasi, bet pamatskolu iesāka ar XI klasi, pēc tam nāca X, tad IX klase utt. Tātad toreiz es vēl biju tikai četrpadsmitgadīgs puisis un mācījos ģimnāzijas I klasē pēc citu skolu klašu numerācijas.

Mūsu toreizējai zēnu klasei Videnieks šķita visai bargs un ļoti prasīgs algebras un ģeometrijas skolotājs. Pie viņa nebija iespējams izlocīties, lai bez minimālām zināšanām iegūtu apmierinošu atzīmi. Lai gan es piederēju pie labākajiem matemātikas disciplīnu pārzinātājiem, tomēr reiz pie Videnieka nopelnīju arī divnieku. Vispār manu skolasbiedru atmiņās Videnieks palicis kā viens no nedaudzajiem dziļi cienītajiem liceja pedagogiem.

Tajā laikā Videnieks abitūrijas klasē mācīja arī astronomiju. Pēc paša iedibinātas tradīcijas viņš ik gadu šo klasi veda uz universitātes Astronomisko observatoriju, kur vairāk nekā 10 gadus nostrādāja par asistentu. Par šīm ekskursijām biju dzirdējis no saviem vecākajiem skolasbiedriem, un man radās liela vēlšanās tādā ekskursijā kādreiz piedalīties.



Diemžēl šai vēlmei nebija lemts piepildīties. Likteņa ironija ir tāda, ka daudzus gadus vēlāk tajā pašā observatorijā man bija izdevība Videniekam nodemonstrēt dažu jauniegūtu instrumentu.

No skolas laika prātā palikusi Videnieka stingrība un spēja uzturēt klasē gluži vai militāru disciplīnu. Būdams dežurējošais skolotājs, viņš palaikam izvilka no zēnu tualetes

* Šīs rindas iekaltas J. Videnieka kapa pieminekli.



J. Videnieks (sēž priekšā) ar Franču liceja IIIb (zēnu) klasi 1940. gadā.

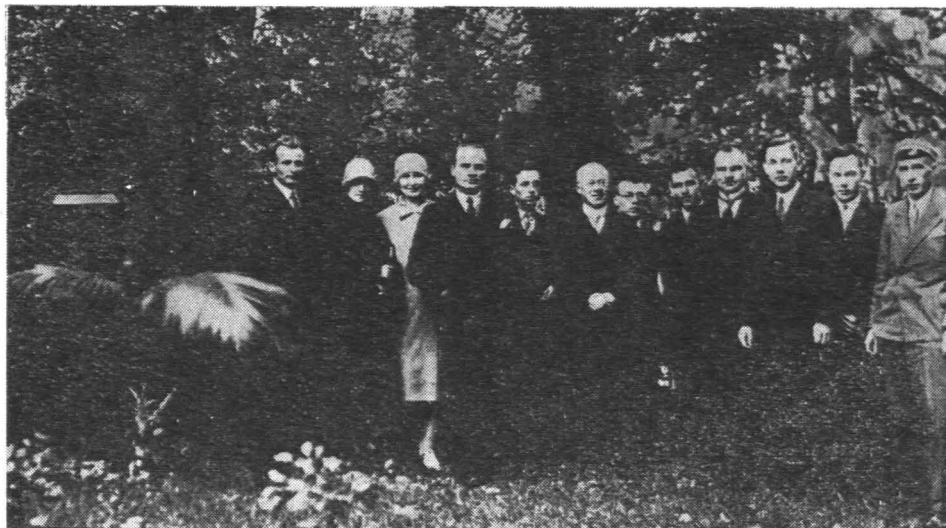
vai skolas pagalma malas vienu vai vairākus «pīpmaņus», kam tad pār galvu brāzās visbarģākie draudi un brīdinājumi. Malā stāvētājiem gan toreiz izlikās, ka no moralizētāja nāk krietni spēcīgāka pīpmaņa dvaka nekā no novertajiem «grēciniekiem».

Turpmākajos gados man bija citi matemātikas skolotāji, bet Jēkabs Videnieks joprojām strādāja mūsu skolā, un starpbrižos mēs viņu ar bijību sveicinājām. Pēc aukstās ziemas 1942. gada marta ritā skolu aplidoja pārsteidzoša ziņa: Videnieks brīvprātīgi pieteicies latviešu kārtības dienestā. Tas nozīmēja, ka viņš izšķīries ņemt aktīvu dalību cīņā pret ienaidnieku Austrumu frontē kādā no pirmajiem latviešu brīvprātīgo formējumiem. Toreiz Latviešu leģiona vēl nebija. Videniekam bija Latvijas armijas virsnieka vietnieka dienesta pakāpe. Tas palicis atmiņā, jo viņš kādā apmācību starplaikā, tērpies kājnieka uniformā ar dienesta pakāpei atbilstošām zīmotnēm, bija parādījies mūsu skolā.

Par Jēkaba Videnieka dienesta un cīņu gaitām man trūcīgas ziņas. Saprotams, ka viņš drīz ieguva virsnieka dienesta pakāpi. Daugavas Vanagu desmit sējumu izdevuma «Latviešu karavīrs otrā pasaules kara laikā» 3. sējumā ievietots attēls, kurā redzams kāds augstas dienesta pakāpes vācu virsnieks (brigādes komandieris) pulkvežleitnanta Veisa un leit-

nanta Videnieka pavadībā inspekcijas braucienā ar šaursliežu drezīnu Volhovas frontē 1943. gadā. Tā paša izdevuma 5. sējumā 19. divīzijas 1944. gada Ziemassvētku Kurzemes kauju aprakstos var atrast šādas rindas: «1. pulks ar savām rezervēm vltņ. Videnieka vadībā atbrivoja Staru atbalsta punkta garnizonu, kur ltn. Gaigals bija cīnijies ielenkts vairāk nekā diennakti» (139. lpp.). Cita versija: «Veselu nakti Staros un Audžos turas ielenkti 1. grenadieru pulka vīri ltn. Gaigala vadībā. Vltņ. Videnieks vada prettriecienu, atbrīvo ielenktos, lai pievienotos atkal savam pulkam un turpinātu kauju» (155. lpp.). Frontes stāvokļa shēmā redzams, ka šis cīņas norisinājušās nepilnus 4 km uz dienvidaustrumiem no Lestenes.

Nākamā sastapšanās ar savu skolotāju man iznāca 1946. gada pavasara beigās — vasaras sākumā repatriācijas un filtrācijas (lasi: bij. latviešu karavīru — gūstekņu) nometnē Nr. 336 Jaunmīlgrāvī netālu no Mangaļu dzelzceļa stacijas, kur aiz dzeloņdrāšu žoga vienlaicīgi pavadījām kādus mēnešus. Videnieks bija diezgan nomākts, kam par cēloni bija ne tikai mūsu toreizējais necilais stāvoklis, bet arī viņa vēl nesadziedētais ievainojums. Liekas, kara beigu cēlienā viņš bija dabūjis kājās patšautenes ložu kārtu. Atceros, ka mūsu tikšanās reizēs nometnes sanitārajā sektorā Videnieks arvien



Kēnigsbergā (tag. Kaļiņingrada) pie F. Beseļa kapa. Ceturtais no kreisās — S. Slaucītājs, pietktais — J. Videnieks, ceturtais no labās — A. Žagers. (1930. gadi.)

gulēja, bet es sēdēju uz viņa guļasvietas malas.

Nākamā sastapšanās bija pēc nepilniem diviem gadiem pavisam citādos apstākļos. Apciemoju Videnieku viņa darbavietā — Rīgas Ģeofiziskajā observatorijā Slokas ielas galā pie Sudrabkalniņa, kur viņš bija atradis darbu kādreiz Latvijā pazīstamā zinātnes popularizētāja Ģirupnieka vadītajā grupā. Videnieks bija ļoti apmierināts par iespēju strādāt ģeofizikas laukā un ar aizrautību stāstīja man par problēmām, kuru risināšanā viņš piedalās. Viņš apgalvoja — ja būtu iespēja vēlreiz studēt, tad noteikti pievērstos ģeofizikai, it sevišķi meteoroloģijai. Jāpiebilst, ka tolaik es jau biju kļuvis par Fizikas un matemātikas fakultātes studentu un sāku nosvērties par astronomijas specialitāti. Sava loma galīgajā izvēlē bija arī maniem kādreizējiem skolotājiem — astronomiem Jēkabam Videniekam un Kārlim Kaufmanim.

Slokas ielas observatorijā Videnieks man izrādīja gan meteoroloģisko novērojumu laukumu, gan radiozonde pacelšanu un atmosfēras augšējo slāņu parametru reģistrāciju, gan arī laboratoriju, kurā mākslīgos klimatiskos apstākļos pārbaudīja daudzveidīgos temperatū-

ras, spiediena un mitruma mērīšanas instrumentus. Ar lepnumu viņš rādīja norakstu nosūtītajam izgudrojuma pieteikumam, lai saņemtu autorapliecību augsnes sasaluma dziļuma mērīšanas metodei. Izmantojot šo metodi, nav jākaļas un jārokas sasalušajā zemes virskārtā, jo rudenī zemē tiek ierakta vertikāla kārts ar vienādos intervālos izvietotiem elektrodziem. Sasalušai un nesasalušai augsnei, izrādās, ir dažāda elektrovadītspēja. Tādējādi laboratorijā, variējot strāvas ķēdi starp dažāda dziļuma elektrodiem, ar elektrisku mērījumu palīdzību iespējams noteikt sasaluma kārtas dziļumu zemē.

Par šā izgudrojuma pieteikuma tālāko likteni man nav nekādu ziņu, jo gadus desmit sakari ar Videnieku bija pārtrūkuši. Viņš bija nokļuvis visuvarenās drošības sistēmas uzmanības lokā. Arestēts, tiesāts, nosūtīts soda izciešanai uz... Jā, kurā Gulaga struktūras vienībā viņš bijis, cik gadu viņam piespriests un cik ilgi viņš patiešām pavadījis noietinājumā, to es nemaz kārtīgi nezinu. Ja kādreiz arī esmu zinājis, tad tagad tas manā atmiņā sajaucies ar neskaitāmiem līdzīgiem likteņa un kara biedru bēdu stāstiem.

Pa to laiku es pats biju sācis strādāt Latvi-

jas Valsts universitātes Astronomiskajā observatorijā. Kaut gan bija pagājuši 15 gadi, kopš Videnieka aiziešanas no darba augstskolā, tomēr šad tad gadījās kaut ko uzzināt par viņa kādreizējo darbību. Tā, gatavodams referātu par Baltijas ģeodēzijas komisijas 1929. gadā organizēto Baltijas jūras valstu galveno observatoriju garumu noteikšanas operāciju, es pamatīgi izsekoju Latvijas novērotāja Sergeja Slaucitāja un viņa palīga Jēkaba Videnieka gaitām, nosakot Rīgas un Tallinas ģeogrāfisko garumu starpību. Starp citu, metodiskā un organizatoriskā ziņā tas bija ļoti interesants starptautisks pasākums.

Pāršķirstot vecus iespieddarbus, man nējausi gadījās atrast Videnieka vienīgās zinātniskās publikācijas novilkuma eksemplāru. Tās nosaukums: «Über eine neue Libellenprüfungsmethode»*. Publikācija nākusi klajā 1943. gadā augstskolas zinātnisko rakstu sērijā (1. sēj., Nr. 5). Šķiet, ka citām zinātniskām iestādēm un observatorijām novilkums nav izsūtīts, kā apmaiņas kārtībā parasti mēdza darīt. Tā kā vairāk nevienam eksemplāru neesmu redzējis, tad ir pamats aizdomām, ka tie vēlākajos gados iznīcināti. Sis Videnieka darbs veltīts līmeņražu ampulu pētīšanai, un tajā izvirzīta jauna metode iedaļas vērtības noteikšanai, kas šo procesu tuvina tiem apstākļiem, kādos notiek paši astronomiskie novērojumi. Metodes dinamiskais stils atšķirībā no pārējām pedantiski pakāpjveidīgajām metodēm man šķita visai atbilstošs paša autora raksturam.

Observatorijas hronometrists (pulksteņmeistars) Ernests Vitols teica īsi: «Videnieks bija lauzējs!» Ar to vajadzēja saprast, ka Videnieka lietotie darbarīki un instrumenti bieži nokļuva pie Vitola remontā.

Profesors Kārlis Steins savukārt atzīmēja Videnieka labējo politisko uzskatu stabilitāti visos piedzīvotajos politisko pārmaiņu posmos.

Valsts Vēstures arhīvā pētīdams Latvijas astronomijas attīstību, izskatīju arī Jēkaba Videnieka lietu (7427. fonds, 13. apraksts, 1887. lieta), kurā visinteresantākais dokuments man šķita viņa pašrocīgi rakstītais dzīvesstāsts, ko nesagrozītā veidā šeit citēju.

* «Par jaunu līmeņražu ampulu pārbaudes metodi».

«Curriculum vitae».

Jēkabs Videnieks dzimis 1908. g. 9. oktobrī Dubultos. Pēc Rīgas Jūrmalas pilsētas ģimnāzijas beigšanas 1926. gadā iestājies Latvijas Universitātes Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes matemātikas nodaļā, kuru beidza ļoti sekmīgi 1933. gadā. Studiju laikā piedalījies studentu darbu sacensībā un 1932. gadā ieguva pirmo godalgu par darbu «L. U. Astronomiskās observatorijas platuma noteikšana pēc Sterneck'a metodes». Pie A. O. Jēkabs Videnieks sāka strādāt 1929. gadā, piedaloties kā palīgnovērotājam pie garuma noteikšanas darbiem Rīgā un Tallinā. Ar 1930. gadu ievēlēts par subasistentu pie Obs., vēlāk par asistentu v. i. Paralēli darbam observatorijā J. Videnieks strādājis kā matemātikas skolotājs vairākās ģimnāzijās, pēdējos četrus gadus Francu licejā. Sarakstījis 2 populārzinātniskas grāmatas par astronomiju.

1. Zvaigžņotā debess, I, 1936. g.

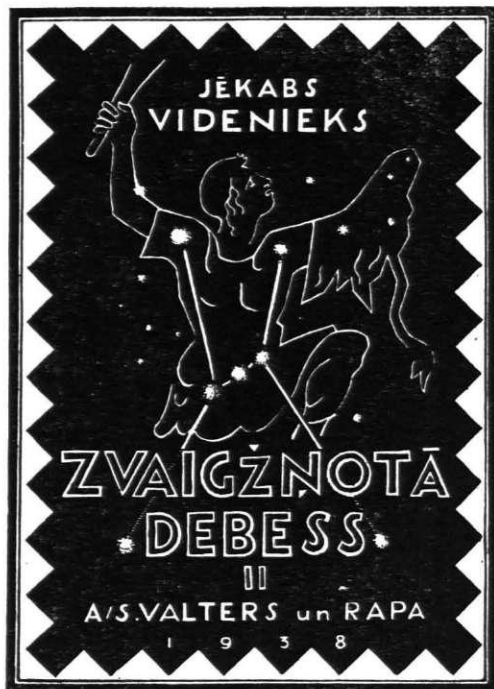
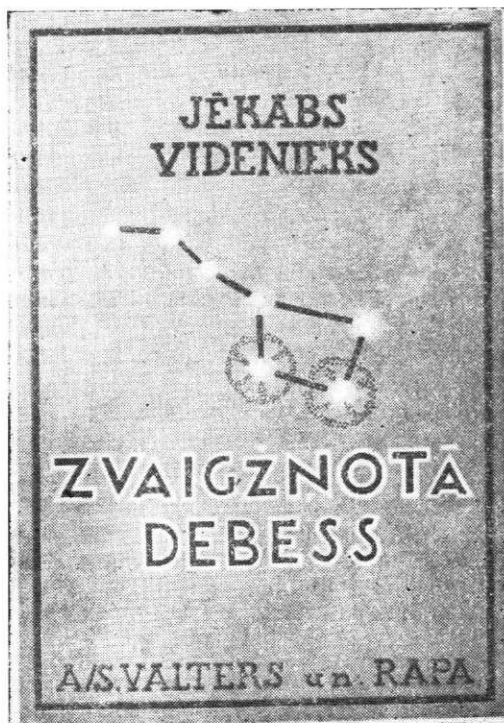
2. " " " II, 1938. g.

Periodiskā presē un žurnālos iespiesti ap 25 dažādi apcerējumi par astronomijas jautājumiem.

1941. g. 22. jūlijā J. Videnieks»

Lietā ir arī dokuments, kurā evaņģēliski luteriskā Akadēmiskā draudze apliecina, ka 1931. gada 15. augustā Jēkabs Videnieks salaulāts ar 1906. gadā Bolderājā dzimušo Natāliju Miezaku.

Par Videnieka izdotajām populārzinātniskajām grāmatām ar nosaukumu «Zvaigžņotā debess» gan jāpiezīmē, ka pēc sava satura tās vairāk līdzinās «Astronomiskā kalendāra» priekštecēm nekā mūsu periodiskajam gada-laiku izdevumam ar tādu pašu nosaukumu. Videnieka «Zvaigžņotās debess» 1. laidienā ietverta astronomiskā informācija 1937. gadam, 2. laidienā — attiecīgi 1938. gadam. Katram mēnesim dots redzamais debess sfēras izskats un piecu spožāko planētu (Merkura, Venēras, Marsa, Jupitera, Saturna) stāvokļi, Mēness fāzes un ziņas par Sauli. Tabulās sakārtotas to pašu spidekļu koordinātas, Saules un Mēness lēktu un rietu momentī, Latvijas pilsētu koordinātas un planētu parametri. Abos izdevumos atrodami saistoši populārzinātniski apcerējumi par praktiskiem astronomijas jautā-



Populārzinātniskie a/s «Valters un Rapa» izdevumi «Zvaigznota debess» (astronomiskie kalendāri 1937. un 1938. gadam). Vākus zīmējis Uga Skulme.

jumiem, piemēram, par debess spīdekļu šķietamo un patieso kustību, par astronomiskiem novērojumiem, par aptumsumiem, par laika jēdzienu, par meteorītiem. Aplūkots arī jautājums par dzīvības iespēju pasaules telpā.

Tas varēja būt apmēram ap 1960. gadu, kad mans kādreizējais skolotājs pēc nometinājumā pavadītajiem gadiem pirmo reizi iegriezās universitātes Astronomiskajā observatorijā. Tur bija notikušas acīm redzamas pārmaiņas, galvenokārt sakarā ar observatorijas līdzdalību Starptautiskā Ģeofiziskā gada (1957—1958) pasākumos, kā arī ar Zemes mākslīgo pavadņu novērošanas stacijas izveidošanu (1957). Bija uzstādīta virkne jaunu astronomisku instrumentu un izvērstā regulāra zinātniska darbība gan astronomisku novērojumu, gan arī skaitļojumu nozarē.

Pēc atgriešanās no ieslodzījuma Videniekam nebija atļauts pierakstīties Rīgā. Neilgi viņš

strādāja Tūjas ķieģeļu fabrikā. Vairākkārt mainīja darbavietas. Pēdīgi dabūjis skolotāja vietu Dobelē. Laiku pa laikam gan kopīgi ar skolēnu ekskursantu grupu, gan arī viens pats ieradās Rīgā un apciemoja universitātes observatoriju. Videnieks bija dedzīgs teātra mākslas cienītājs un, atrazdamies galvaspilsētā, nelaida garām nevienu iespēju noskatīties jaunu iestudējumu. Regulāri sazinājās ar savu bijušo skolnieku režisoru Pēteri Pētersonu.

Mūsu ģimenei 1963. gadā bija iespēja vasaru pavadīt Jūrmalā. Turpat saules, jūras un vēja svētību izmantoja Jēkabs Videnieks, kurš tajā laikā mita kādā Jūrmalas atpūtas namā vai sanatorijā. Tā veselīem cēlieniem mēs tajā vasarā sabijām kopā kāpās vai pludmales smiltis, pārrunādami gan astronomiskus jautājumus, gan dažādas ikdienas lietas. No politikas un kara laiku atmiņām vairījāmies. Videnieks nevarēja saprast, ka es nespēju kā

pantiņu noskaitīt pēc kārtas tālaika vislielākos teleskopos pasaulē. Kaut arī mēs abi pēc specializācijas bijām astrometriisti, tomēr mūsu studijas bija bijušas visai atšķirīgas un tāpat ļoti atšķirīgas bija mūsu darbības jomas un profesionālās intereses.

Mūsu pēdējā tikšanās tajā vasarā notika kādā brīvdienā, kad mums pievienojās arī mana dzīvesbiedre Leonora. Viņa ar Videnieku bija pazīstama no kādas agrāko gadu sastapšanās, kad viņš ar saviem kolēģiem bija apmeklējis Zinātņu akadēmijas observatoriju Riekstkalnā.

Citu tikšanās reīzu vairs nebija. 1964. gada ziemas beigās saņēmu ziņu, ka Jēkabs Videnieks 1. martā ir miris. Apglabājām viņu Jūrmalā Jaundubultu kapos pavisam netālu no tās vietas, kur bija iesākušās viņa dzīves gaitas. Pavadītājos bija viņa bijušie un, domājams, arī toreizējie skolnieki. Kā dažkārt, bērēs gadījās šo to dzirdēt. Abitūrijas klasei esot

rikots žetonu vakars. Videniekam ar šo klasi bijušas labas attiecības, un viņš aicināts šajā pasākumā piedalīties. Taču skolas vadība Videniekam neieteikusi apmeklēt izlaiduma klases sarīkojumu. Būdam viens savā istabā, viņš tajā naktī pakāries... Esot jau iepriekš bijuši divi mēģinājumi aiziet no dzīves, bet tad izdevies viņu izglābt.

Bēres bija svētdienā, 8. martā — toreiz visā padomjzemē skaļi atzīmējamās svētkos. Tomēr, kā vēlāk sapratām, grupai «stūra mājas» darbinieku tā bijusi visai parasta darbiena. Izvietojoties starp pavadītājiem, turot vaļā acis un ausis, arī viņiem bērēs bija izdevies šo to uzzināt — kas bijuši aizgājēja draugi un domubiedri, kurš viņā saskatījis mocekli vai pat varoni, kurš nav aizmirsis to, ka skolotājs Jēkabs Videnieks mācījis ne tikai matemātiku, fiziku un astronomiju.

Leonids Roze

SAULES SIMBOLS SENAJĀS ROTĀS UN ORNAMENTIKĀ

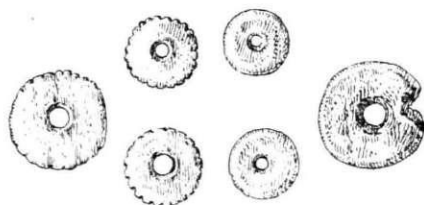
Dzīvība uz Zemes ir atkarīga no Saules, un šis fakts cilvēka uzmanību saistījis jau sirmā senatnē. Saule — gaismas un siltuma devēja — ir centrālais solārās simbolikas elements. No Saules, tās kustības debesjumā atkarīgs gadskārtējais gadalaiku maiņas cikls, kas nosaka augu augšanas, dzīvnieku un cilvēka dzīves ritmu. Tas radījis senā cilvēka apziņā noteiktu mitoloģisku priekšstatu kopu.

Par Sauli stāsta ne tikai latviešu tautasdziesmas, teikas un pasakas; tās tēls raksturīgs arī ķeltu, ģermāņu un slāvu tautu mitoloģijai.

Liecības par Saules kultu, tās simbolizāciju ir saglabājušās visdažādākajos arheoloģiskajos pieminekļos, sākot ar neolītu jeb jaunāko akmens laikmetu līdz pat viduslaikiem.

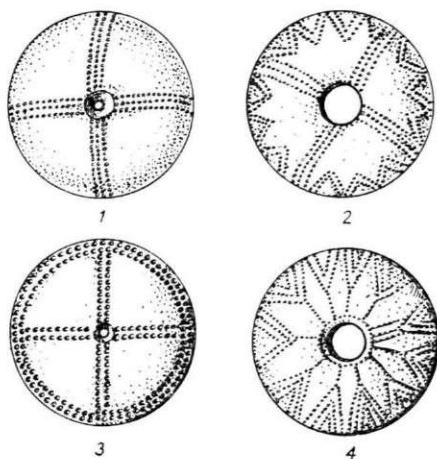
Senākie Saules simboli Latvijā redzami neolīta dzintara un kaula ripās. Tās izgatavoja rotu veidā, atstājot centrā lielāku vai mazāku caurumu.

Dzintara ripas raksturīgas Sārnatē vidējā neolīta apmetnei Baltijas jūras piekrastē, uz dienvidiem no Ventspils, kā arī Aboras vēlā neolīta apmetnei Lubāna klānos; tajā gan daudz biežāk izmantotas no kaula darinātās ripas (1. att.).*



1. att. Kaula ripas ar robotām malām no Aboras apmetnes Lubāna klānos. Vēlais neolīts (2300.—1700. g. pr. Kr.).

* Rakstā izmantoti M. Jāņkalniņas zīmējumi.



2. att. Dzintara ripas ar Saules simbolu. Lodveida amforu kultūra. Austrumprūsija un Vācija (2500.—2200./2000. g. pr. Kr.). 1 — Morina (Polija); 2 — Stauhvica, Augsthofa, Ortelsburga (Vācija); 3 — Unbeka (Austrumprūsija); 4 — Havela, Brandeburga (Vācija).

Jodkrantē Kuršu kāpās un Sventājas apmetnē uz ziemeļiem no Palangas iegūto vēlā neolīta dzintara ripu vai lielu pogveida krellu virsmu rotā sīku, divās vai trīs krustiskās rindās izkārtotu iedobumu līnijas, kas simbolizē Saules disku un tās starus. Šie atradumi pieder pie auklas keramikas kultūras.

Tomēr visbagātīgāk ar šāda tipa rotām pārstāvēts lodveida amforu kultūras austrumu varianta kapu inventārs Austrumprūsijā, Polijā un Vācijas austrumu daļā (2. att.), lai gan to atradumi ir zināmi arī minētās kultūras pēcnācējas — auklas keramikas kultūras — apbedījumu piedevās tajā pašā teritorijā.

Lodveida amforu kultūrā reizē ar vienkāršu krustveida punktētu līniju rotājumu (2. att.: 1; 3) sastopami arī daudz komplicētāki Saules simboli. Šādos gadījumos ripas ārējā greznota ar likloču līniju vai arī veidota t. s. zvaigžņotā Saule (2. att.: 2, 4).

Saules simbols sastopams arī uz megalītiskās piltuvkausu kultūras māla trauku vākiem Dānijas iekšzemē, kā arī tai piederošās salās (3600.—2500. pr. Kr.). Lasītājs pats var pārliecināties par to, kad Latvijas Vēstures institūta bibliotēkā apskatīs pazīstamā dāņu ar-

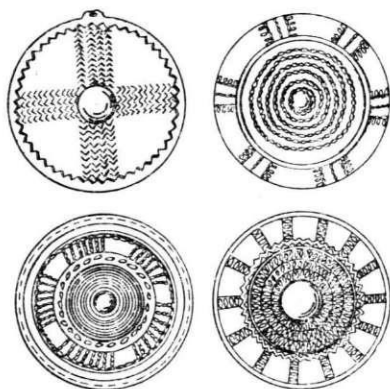
heologa Klauša Ebesena grāmatu par šo Eiropā pirmo zemkopju kultūru, kurai neapšaubāmi ir bijusi sava lielāka vai mazāka loma arī vēlākās auklas keramikas un kaujas cirvju kultūras veidošanā.

Saules simbolika ir raksturīga auklas keramikas kultūras māla traukiem. Ar šo simbolu bieži rotāja trauku plakanos dibenus.

Zlotas kultūras (viens no auklas keramikas kultūras variantiem) keramiķi Dienvidaustrumu Polijā šādi ornamentēja bļodiņu vākus, bet Šēnfelderā kultūrā, ko uzskata par auklas keramikas kultūru un kas aptver Ziemeļharcas un Zāles apgabalu, kā arī teritoriju starp Harcu un Ohrzi, Elbi un Elmu, bija izveidojis sevišķi krāšņs trauku, to skaitā plakan-dibena bļodu, rotājums ar solāro simboliku.

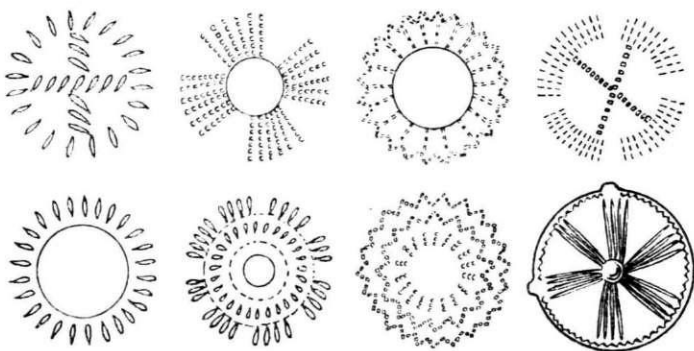
Uzkritoša līdzība saskatāma Saules simbola traktējumā uz dzintara ripām un māla bļodiņām, kas atrastas Lednicē, kā arī citur iepriekšminētajā apvidū. Šeit vērojams tas pats princips — Saules ripa bļodiņas plakanā dibena centrā un četrkāršie krustveida staru kūļi uz tās malām (3. att.). Arī citu māla bļodiņu rotājumos saglabāts radiālais ornamentēšanas princips, taču tur centrā ir Saules ripa ar koncentriskiem apliem ap to vai arī ar iegriezumu paņēmienu veidoti staru kūļi.

Savukārt Fatjanovas kultūras trauku, arī bļodiņu dibeni, tāpat kā Šēnfelderā kultūrā, tika rotāti ar dažāda tipa solārām zīmēm



3. att. Solārās zīmes uz Šēnfelderā kultūras māla bļodiņām. Dienvidvācija (Harca, Zāles—Elbes apgabals) (2050.—1850. g. pr. Kr.).

4. att. Solārās zīmes uz Fatjanovas kultūras trauku dibieniem. Augšvolga, Viduskrievija (1800.—1700 g. pr. Kr.).



(4. att.). Tie atrasti ne tikai Krievijas vidienē, bet it sevišķi daudz tās rietumdaļā — Augšvolgā. Atveidota Saule un tās stari, reizēm staru kūļi, Saules ripai vienmēr paliekot centrā. Arī šeit vērojama gan vienkāršotu, gan daudz komplicētāku Saules simbolu klātbūtne. Saules aplis atrodas uz trauka, visbiežāk bļodas, plakanā dibena, bet stari — uz bļodiņas malām. Atšķirība meklējama Fatjanovas kultūras keramiķu ornamentēšanas stila maniere. Meistari traukus rotājuši ar sīkiem iegriezumiem, iegrieztām līnijām, likloci (vienkāršu, divkāršu vai pat trīskāršu) vai lietojuši arī speciālu spiedogu.

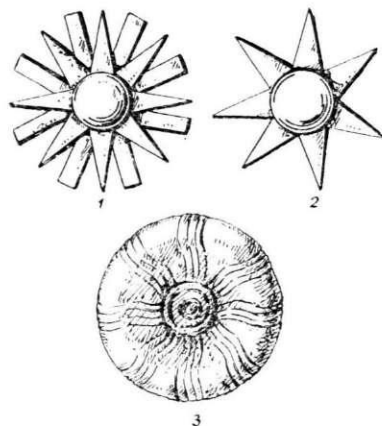
Daļai bļodiņu Saules simbolu noslēdz likloča vienkāršā vai dubultā līnija ar isākiem vai garākiem vienlaidus sakārtotiem Saules stariem.

Seit minētie dati par tik plaši izplatīto auklas keramikas kultūrvarianta māla bļodiņu radiālās ornamentēšanas stilu (starp Elbi rietumos un Vjarku austrumos) un Saules diska atveidojumu dzintarā šā reģiona rietumdaļā liecina, ka šajā indoeiropēiskās izcelsmes kultūru mitoloģijā Saule ieņēmusi īpašu vietu.

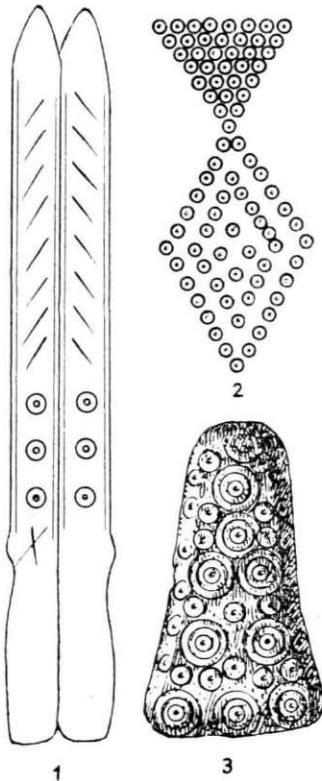
Saules simboli uz iepriekšminētajām dzintara ripām un māla traukiem ir atšķirīgi no Babilonijas pieminekļos attēlotajiem Saules diskkiem. Tā, piemēram, uz stēlas, kas veltīta Narama-Suena, Akādas dinastijas valdnieka Sargona mazdēla (2236.—2200. g. pr. Kr.), karagājienam pret Iulubejiem (Zagrosas kalniešiem), Sauli veido aplis ar 16 atsevišķiem platajiem stariem, no kuriem pusei ir taisni gali (5. att.: 1).

Saripulas klintī (tag. Zagrosas pilsētas tuvumā) akādiešu izcelsmes «Iulubeju valdnieka» Anubanini reljefā (23. gs.pr.Kr.) Sauli iezīmē aplis ar 7 rozetveidīgiem staru kūļiem (5. att.: 2).

Visai shematiski Saules disku atveidoja Saules pielūdzēja Ehnatona (Amenhotepa IV), Ēģiptes XVIII dinastijas valdnieka, laikā vairāk nekā pirms trīsdesmit trīs gadsimtiem, kad Sauli kā centrālo dievību kapeņu reljefos un stēlās vienmēr atveidoja zenītā, ar lejup krītošiem stariem virs faraona un viņa daiļās dzīvesbiedres Nofretetes galvām. Tikai vienā ga-



5. att. Saules atveidojumi uz Akādas dinastijas valdnieka Narama-Suena stēlas (23. gs. pr. Kr.) (1), akādiešu izcelsmes «Iulubeju valdnieka» Anubanini reljefs (23. gs. pr. Kr.) (2) un kasītu dinastijas valdnieka Meli-Sihu kuduri (12. gs. pr. Kr.) (3).



6. att. Saulītes ornaments uz kaula naža virsmas (Lubāna ezera sēkli, 2300.—1700. g. pr. Kr.) (1), uz kaula priekšmeta virsmas (Koknese, 11.—13. gs.) (2) un uz raga cirvja virsmas (Pērnavas upe, 2300.—1700. g. pr. Kr.) (3).

dijumā attēlota austoša Saule, kas no reljefa augšējā stūra sūta slipos starus faraonam un Nofretetei, kā arī ikdienas darbos aizņemtiem vienkāršajiem ļaudīm.

Turpretī kasītu dinastijas valdnieka Meli-Sihu (1186.—1172. g. pr. Kr.) kuduros jeb robežakmeņos, kuru kopijas parasti saglabājušās seno svētnīcu vietās un tiek atklātas arheoloģiskajos izrakumos, Saule, tās disks jau tiek traktēts citādi, un proti, tā vidū atrodas mums jau pazīstamais trīskāršais aplis ar punktiņu centrā, bet tās stari viļņveidīgi savākti 8 staru kūļos (5. att.: 3).

Aplis ar punktiņu centrā kā viens no senākajiem Saules simboliem Austrumbaltijā ir pazīstams kopš vēlā neolīta jeb jaunākā akmens

laikmeta beigām (2300.—1700. g. pr. Kr.). Tas veido vienkāršu ornamenta kompozīciju uz Lubāna ezera sēkļos atrastā kaula naža spala virsmas (6. att.: 1). Daudz sarežģītāks saulītes rotājums redzams uz raga cirvja, kas atrasts Pērnavas upē. Cirvja augšējā, resp., pietā daļā ornamentu veido trīs liela diametra trīskārši apli, zem tiem ir divi pāri mazāku un gar asmens malu — vēl trīs apli (6. att.: 3). Šā rituālā cirvja rotājumu papildina starp lielajām «saulēm» ritmiski izvietotas mazas «saulītes».

Saulītes motīvs — aplis ar punktiņu centrā — sastopams uz Slēzvigā-Holšteīnā atrasto, no raga vai kaula gatavoto zirgu iemauktu sānu dzelzu virsmas; šie iemaukti pieder vēlajam bronzas laikmetam.

Starp bronzas laikmetam piederošās Lužīcas kultūras atradumiem ir aproces ar saules diskus, kurus sveic shematiski atveidotas sievietes (7. gs. pr. Kr.). Saules diskus ir atrodami arī uz šai pašai kultūrai piederošām rotadātām. Šādi atradumi ir raksturīgi senajai rietumu protoslāvu teritorijai Poznaņas tuvumā.

Atgriežoties pie saulītes motīva — apla ar punktiņu centrā, ir jāpiebilst, ka tas sastopams uz Romas impērijas (3.—4. gs.) un tautu staigāšanas laika (375.—710. g.) sadzīves priekšmetiem Vācijas teritorijā, kā arī uz vikingu pilsētas Ribes arheoloģiskajos izrakumos iegūtajiem priekšmetiem Dānijas dienvidrietumu piekrastē. Sadzīves priekšmeti ar šādu dekorācijas elementu ir atrodami arī viduslaiku pilīs, to skaitā Ragnhildsholmenas pili (1250—1319) — robežpunktā starp Norvēģiju un Zviedriju. Šis ornamenta motīva lietojums joprojām bija raksturīgs arī Latvijas teritorijai. Par to liecina ne tikai Tērvetes pilskalnā atrastā kaula ķemme, bet arī Kokneses arheoloģiskajos izrakumos uzietie kaulā darinātie nažu spali, dekoratīvās plāksnītes un pat spēļu kauliņi ar «saulītes» rotājumiem (11.—13. gs.) (6. att.: 2).

Saules simbolika baltu ornamenta motīvos ir pētāma, izmantojot noteiktā laikposmā un teritorijā savāktu arheoloģisko materiālu, protams, tikai to, kas pieder baltu kultūrlokam, neiekļaujot romiešu, vikingu u. c. kultūru materiālus un interpretācijas.

Solārie simboli — koncentrisko apļu motīvi, kā to norāda arheologs G. Zemītis populārajā Latvijas Vēstures muzeja izdevumā «Senču raksti», ir raksturīgi baltu cilšu bronzas saktu, rotadatu, aproču un kakla riņķu rotājumiem jau sākot ar agro dzelzs laikmetu (2.—4. gs. pr. Kr.).

M. Gimbutiene grāmatā par baltiem priekšvēstures laikā raksta, ka baltu ornamentam raksturīgās saulītes ir mitoloģisks elements, jo šī parādība, tāpat kā mēnessiņi, par kuriem lasītājs ieguva informāciju šā žurnāla pagājušā laidienā, ir saistīta ar noteiktu mitoloģiskās sistēmas izpausmi.

Saules kults ir raksturīgs t. s. Jaunās Eiropas arheoloģiskajām kultūrām, sākot jau ar iepriekšminēto piltuvkausu (3600.—2500. pr. Kr.), kā arī lodveida amforu kultūru (2500.—2300. pr. Kr.) un auklas keramikas kultūras visai plašo areālu (2300.—1800. pr. Kr.).

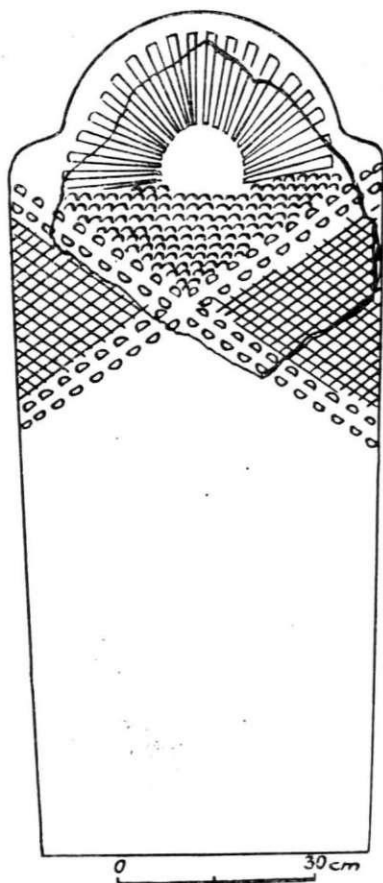
Saules attēlu grupas ir bijušas izplatītas arī uz agro indoeiropiešu akmens stēlām Ziemeļu Itālijā un Sveices Alpos, kurām analoģas atrodamas Krimā un Ziemeļu Kaukāzā. Šīs stēlas atrodamas arī Rumānijā un Bulgārijā. Kopā pavisam zināms vairāk nekā 500 šādu stēlu.

Uz vienas no šādām stēlām, kura atrasta Valē (Sveicē) un kuru rekonstruējis pazīstamais Sveices arheologs Renē Viss, saule ir atveidota visā savā krāšņumā, rīta stundā lecot ar radiāli izvietotiem stariem (7. att.). Stēlas vecumu, kā raksta M. Gimbutiene, aplēs no 34.—32. gs. pr. Kr.

Saules zīmes uz stēlām var būt atveidotas kā aplis, kā starojošs debess ķermenis vai arī kā aplis ar garām staru grupām.

Šie saules simboli uz stēlām bijuši kombinēti vai arī nomainīti ar dubultspirāļu piekariņu un krūšu rotājumu atveidojumiem, tos papildinājuši jostu, dunču, zirgu, briežu, aršanas scēnu un ratu attēli. Šis materiāls, resp., šo simbolu kombinācija indoeiropiešu salīdzināmās mitoloģijas speciālistu skatījumā ir Mirdzošo Debesu Dieva atveidojums (God of the Shining Sky — M. Gimbutiene), kurš dāvina pēcnācējus un audzē visu dzīvo dabā.

Saules simbolika indoeiropiešu tautām ir



7. att. Saules attēls uz akmens stēlas virsmas (Valē, Sveice, 34.—32. gs. pr. Kr.).

cieši saistīta ar Mēness un Rīta zvaigznes — Ausekliša simboliem. Šīs atskaņas no indoeiropiešu seno mitoloģisko priekšstatu galerijas ir saglabājušās arī latviešu tautasdziesmās, kā, piemēram, Stelpē pierakstītajā (Viķe-Freiberga V., 1991, 33950):

Saul' sacirta Mēnessiņu
Ar aso zobentiņu:
Kam atņēma Ausekļam
Saderētu līgaviņu.

TAUTAS GARAMANTAS

KAS IR KĀ SAULĪTE «LATVJU DAINĀS»

Kādas saules īpašības ir izmantotas dainu semantiskajā sistēmā salīdzinājumu veidošanai un kas ir *kā saule* dainās? Tas ir daiļums, grezna, krāšņa rota, kas salīdzināta ar saules spožumu; salīdzinājuma otrā pusē ir māsa, ligava, māsas rotas, ligavas rotas, precinieks, viņa kumeļš; tas ir mīļums, siltas sirsnīgas attiecības radu, it īpaši brāļu un māsu vidū, kas salīdzinātas ar saules siltumu; salīdzinājuma otrā pusē ir māte, brāļi, brāļu sēta utt.

Salīdzinājumus nepieder pie populārākajiem dainu mākslinieciskās izteiksmes līdzekļiem; nesalīdzināmi plašāk ir izmantoti paralēlismi, kas izsaka gandrīz visu to pašu.

Salīdzinājumus «Latvju Dainās» ir pētījis Arturs Ozols. No valodniecības viedokļa Arturs Ozols izšķir trejāda veida salīdzinājumus. Pirmajā no tiem salīdzināmā un salīdzinātāja puse ir kvalitatīvi viennozīmīga. Šā tipa salīdzinājumu ir ļoti maz.

Līdzi, līdzi, labi ļaudis,
Nedar' žēli bāriņam:
Kā saulīte līdzi dara
Visai zemei gaišumiņū!

LD 4815.

Līdzi, līdzi, lieli ļaudis,
Mazam pāri nedariet!
Kā saulīte līdzi tek
Visam zemes gabalam.

LD 4816, 2.

Dar', bāliņ, ļautiņiem
Kā saulīte visiem līdz':
Līdzi šam, līdzi tam,
Līdz' savam naidniekam!

LD 34181.

Lustīt mana, vēlit mana,
Nāci līdzi tautiņās!
Kā saulīte līdzi tek,
Vai kalniņš, ielejiņa.

LD 17855.

Pamatdoma ir ietverta 4815. un 4816,2. dziesmā — tā ir prasība pēc taisnīguma, sociālās vienlīdzības, paraugam izvīrnot saules gaismu kā ko vienlaicīgu, visiem vienādi piešķiramu. Un te redzam arī dainu pasaulei tik raksturīgo domas virzību, iesaistīšanos jaunās kop-sakarībās. Tā, piemēram, 34181. dziesmā iepriekšējo četrriņžu doma koncentrēta dziesmas pirmajā pusē, tālāk seko paskaidrojums, ko tad nozīmē *darīt līdz'*, bet 17855. dziesma, atmetusi pamattekstiem piemītošo augsto abstrakcijas pakāpi, izmanto stabilo vārdu savienojumu *Kā saulīte līdzi tek // dara* pavisam sadzīvīskā tekstā. Šī doma par sociālo vienlīdzību ietverta arī tekstu grupā bez salīdzinājuma.

Saulīt, balta tecēdama,
Salīdzini šo zemīti:
Bagātie nabadziņū
Dzīvu raka zemītē.

LD 31244.

Šķiet saulīti netekam
Miglājā ritiņā,
Šķiet Dieviņa neredzot,
Kas otram žēl darij'.

LD 38260.

Pie otrā veida salīdzinājumiem pieder tie, «kuros runātājs no subjektīvo izjūtu viedokļa izsaka zināmu vērtējumu par diviem vai vairākiem objektiem vai parādībām, no kuriem

viens tiek savā ziņā akceptēts, otrs noraidīts, noliegts». Piemēram, «[labāk] Spēlēj' simtu dālderīšu / Nekā savu līgaviņu» (LD 1120). Sos Arturs Ozols nosauc par šķirojošiem salīdzinājumiem. LD ir aptuveni 70 tekstu ar šā tipa salīdzinājumiem, bet nevienā nav izmantots salīdzinājums ar sauli.

Pēc A. Ozola domām, abiem iepriekšminētajiem salīdzinājuma veidiem trūkst dzejiskas vērtības, tādēļ tie salīdzinājumu stilistikā nav īpaši pētījami. Kā sevišķi nozīmīgu tautadziesmu salīdzinājumu veidu A. Ozols izceļ trešo jeb tēlojošos salīdzinājumus: «Tēlojošā salīdzinājuma gadījumos tiek nostatītas ekspresīvā sakarā tādas parādības, kas kvalitatīvi atšķirīgas gan eksistenciālā, gan funkcionālā ziņā.» Tēlojošā salīdzinājumā ir skaidri norobežota salīdzināmajā un salīdzinātājā pusē izmantojamā leksika — salīdzināmā pusē nosauc cilvēku, uz cilvēka dzīvi attiecināmu objektu vai parādību, bet salīdzinātāja pusē nosauc augu, dzīvnieku, lietu vai dabas parādību, šajā gadījumā *sauli*.

Brāļu sēta, dzīve brāļos senajai latvietei asociējas ar saules siltumu un jaukumu, māsa brāļiem ir mīla kā saule:

Es brāļiem viena māsa
Kā saulīte debesī;
Brāļi mani tā gaidīja
Kā saulīti uzlecām. LD 26536.

Brāļu māsa sētiņā
Kā saulīte istabā;
Nebij zelta, ne sudraba,
Tik baltās villainītes. LD 26534.

Izprecētās māsas ciemošanās brāļu sētā raksturota šādi:

Es izjāju no tautām
Kā no dūņu ezeriņu:
Kad aizjāju bāliņos,
Kā saulīte atspīdēja. LD 26621.

Brāļu māsa i ielīda
Kā saulīte istabā;
Satecēja bāleliņi
Kā gaigaiji roku dot. LD 26534.

Brālim atved līgavu:

Man uzauga tāds bāliņš
Kā viens dārza ozoliņš;
Es atvedu bāliņam
Kā saulīti līgaviņu. LD 21284.

Ir arī mēģinājums divas saules (kas ir pretrunā ar lietu dabu) loģizēt, diferencējot to funkcijas:

Man uzauga div' brāliši
Kā div' vaska rituliņi;
Es pārvedu div' līgavas
Kā div' saules vasarā. LD 21283, 2

Man bij divi bāleliņi
Zirņa zieda skaistumiņi;
Vienam ņēmu Saules meitu,
Otram Saules kalponīti. LD 33861, 2.

Tomēr atvestā brāļa sieva ir citāda, nekā gaidīts:

Es gaidīju jaunās māršas,
Kā saulītes uzlecot.
Viņ' ar mani tā dzīvoja
Kā skujiņa eglājā. LD 23742.

Tā gaidīju vedekliņu
Kā saulīti uzlecām,
Tā ienāca istabā(i),
Kā pagale dzirkstīdama. LD 18865.

Ar sauli salīdzināts mātes mīlums un siltums:

Māmeņ' mani moz' auklēja
Kai sauleite zērņu zīdu:
Izteidama, iteidama
Boltajōs vylnainēs. PS 37688.

Mani mōte audzynōja
Kai sauleite zērņu zīdu;
Sveša mōte maldynōja
Kai iz ceļa sagyvuse. PS 47134.

Šajā salīdzinājumu grupā iespējams arī variants *saule* — *māte*:

Vai, Dieviņ, ko darišu,
Nu es esmu bārenīte!
Pasavēru saulītē
Kā savā māmiņā. LD 4344.

Pasavēru uz saulīti
Kā uz savu māmuliņu:
Tāds sejiņš saulītei
Kā manai māmiņai. LD 4372.

Dziesmu ar salīdzinājuma konstrukciju ir samērā maz, jo dainās plaši lietoti paralēlismi, kur darbojas māte un saule, pat identās pozīcijās:

Zaļa prīde, zaļa egle,
Obas vīnu zaļumeņu;
Mīla mōte, mīla saule,
Obas vīnu milumeņu. PS 37727.

Apņik man lietus diena,
Apņik sveša māmuliņa,
Saules diena neapņika,
Ne ar sava māmuliņa. LD 3941.

Māsas, līgavas, brāļa un tautudēla skaistums un mirdzošās rotas salīdzinātas ar saules spožumu un skaistumu.

Mūs bāliņ tiltu taisē
No jaunem dāldrem.
Mūs māsiņš pāram gāj,
Kā saulīts spiglodam. LD 12881.

Kas spīdēja, kas vizēja
Pie māmiņas kambarī?
Mana paša līgaviņa
Kā saulīte vizuļoja. PS 45397.

Zil(i)s, melns tautudēls
Tā kā ledus gabaliņš;
Smuka, balta mūs māsiņa,
Kā saulīte mirdzēt mirdz. LD 21347, 12.

Gaidi, gaidi, bāleliņ,
Nu nāk tava gaidāmā,
Kā ieviņa ziedēdama,
Kā saulīte mirdzēdama. LD 18481.

Plaša garo dziesmu grupa apdzied izgreznoto zirgu un kamanas, kurās brauc līgava, parasti sērst bāliņos, kā arī grezno jājamzirgu, ar kuru **tautudēls//bāliņš** dodas bildināt meitu māti.

— Jūdz, tautiet, kumeliņu,
Lai es braucu bāliņos! —
Sudrabiņa loku liecu,
Zelta daru kamaniņas,
Smalku linu grožu vijū,
Sudrabā mērcēdams,
Lai brauc mana līgaviņa,
Kā saulīte mirdzēdama. LD 26427.

Apsegloju, apbruņoju
Savu bērū kumeliņu,
Jāš' pie meitu māmuliņas,
Kā saulīte spīdēdams,
Kā saulīte spīdēdams,
Kā zvaigznīte mirdzēdams.
Ieraug' meitu māmuliņi:
— Redz, kur lēca mūs' saulīte! LD 13257, 1.

Ar sauli salīdzinātas arī tautudēla un tautumeitas rotas:

Kā spīdēja spoža saule
Pie zilām debesīm,
Tā spīdēja balti cimdi
Tautudēla rociņā. PS 43237.

Spīdēj' mans zelta kronis
Caur deviņi glāza logi.
Dēlu māte brīnējās:
— Istabā saule lec! LD 6135, 2.

Arī bārene taisa sev mirdzošu rotu:

Vai tādēļ melna iešu,
Ka es biju sērdienīte?
Iešu balta kā gaigala,
Kā saulīte ligojās. LD 4672.

Dieva dēli tiltu taisa,
Vara grodus pāri lika;
Pāri brauca bārainīte,
Kā saulīte mirdzēdama. LD 4977

Cilvēka mūža gājums salīdzināts ar saules gaitu pie debesīm. Ar saules lēktu salīdzināts jaunības laiks, kura galvenie notikumi — iemilēšanās, gatavošanās kāzām. Tā tautas gaida māsu:

Tautas gaida man's māsiņas
Kā saulītes uzlecot.

Jauna, jauna man' māsiņa,
Laižu tālu tautiņās. LD 12375.

Gaidi, gaidi tu, tautieti,
Tu gaid' mani, es gaid' tevi:
Tu gaid' mani uzaugot,
Kā saulīti uzlecot,
Es gaid' tevi nomirstot,
Kā mēnesi norietot. LD 13037, 2.

Arī māsa gaida tautas:

Garām krāsni, garām beņķi
Mēroj' savu augumiņu;
Gaidu tautas atjājam
Kā saulīti uzlecam. LD 7633,5

Miķeliša vien gaidīju,
Kā saulītes uzlecot.
Kad atnāca Miķelītis,
Sviedu slotu sētmalā:
Lai sapūst tautu dēls
Kā slotiņa sētmalā! LD 14087, 3.

Tautudēls gaida līgavu atgriezīties no cie-
mošanās:

Gaid' es tevi pārbraucot,
Kā saulīti uzlecot. LD 26868.

Jaunāki šķiet varianti, kur runāts par mī-
ļāko un sirdssāpēm:

Es savam mīļākam
Kā saulīte debesīs,
Kā saulīte debesīs,
Kā sirsnīņa azotē. PS 48726.

Gauži man(i)m sirds sāpēja,
Kad es sava neredzēju;
Nu es savu ieraudzīju,
Kā saulīti uzlecot. LD 9916, 1.

Bet tāpat ļoti gaidīts var būt arī meitas negods:

Ļaudis manu kaunu gaida
Kā saulīti uzlecam;
Lee saulīte, eim' godā(i),
Kaunā paši gaidītāji. LD 8630.

Ļaudis manu kaunu gaida,
Kā saulīti uzlecot;
Ik rītiņus saule lēce,
Mana kauna nesagaida. LD 8630, 1.

Saules lēkts raisījis asociācijas ar pavasara sauli:

Citas meitas ruden' gāja,
Es aizgāju pavasar',
Kā ieviņa ziedēdama,
Kā saulīte mirdzēdama. LD 18280.

Nekad saule nav tik silta,
Kā ir silta pavasari,
Nekad tautas nav tik labas,
Kā ir labas precēdamas. LD 14970.

Māsas dzīve bāliņos — saulains rīts, ko ap-
spīd māte — saule. Saule pusdienā ieiet mā-
koņos un iet uz rieta pusi, māsa iet tautās.

Kā puķīte es uzaugu,
Kā magona noziedēju,
Kā saulīte nolīgoju
Cit' āriņa maliņā. LD 21437.

Māsiņ mana, skaista, balta,
Melnu ļaužu aizvedama:
Kā saulīte aizlidoja
Melnajos debešos. LD 18218.

No tautām izgājām
Dziedādami, spēlēdami;
Atstājām sav' māsiņu
Kā saulīti mākoņos. PS 48452.

Aizbrauc brāļi no tautām,
Kā no kara skanēdami;
Atstāj māsu tautiņās
Kā saulīti apdumušu. LD 26310, 1.

Dzīve līdzās nelietīgam tautudēlam, arī ļaužu
valodās ir kā apmākusies diena:

Tumša, tumša saule brien
Caur melniem debešiem;
Tā satumsa mans prātiņš,
Ar nelieti dzīvojot. PS 48997.

Ļaujaties, ļauni ļaudis,
Ļaunajām valodām:
Kā saulīte paļāvās
Melnajiem mākuļiem. LD 8642.

Ipaši populāra šī **mākoņu//tautu** tēma ir
paralēlismos, alegorijās un metaforās.

Te bij saule, te pazuda
Melnajos mākoņos;
Te bij meita, te pazuda
Vecu sievu pulciņā. LD 24736.

Saulīte, saulīte
Mūs' māsiņa,
Mākoņa, mākoņa
Tas tautudēl(i)s!
Mākoņa saulīti
Apēnoja. LD 21474.

Vainaga noņemšana, parasti kāzās, salidzi-
nāta ar **saules rietu**:

Spīdi, spīdi, vizi, vizi,
Mans vizuļu vainadziņš!
Kā saulīte norietēja,
Tautiņām noņemot. LD 24490.

Vai, manu vainadziņu,
Vairāk zelta, ne sudraba!
To noņēma dēlu māte
Bez saulītes vakarā. LD 24357.

// Noņem tautu neveiklīti,
Kā saulīti mirdzēdamu. LD 24356.

Šajā poētiskajā kontekstā iekļauta arī vil-
laine:

Aitiņ manu, vilniņ tavu,
Māmiņ, tavu darijumu!
Kā rozīte sagša zied,

Kā magona villainīte;
Kā saulīte norietēja
Tautu galda galiņā. LD 17021.2.

Noņemšanas tēma semantiski saistīta ar **zu-
dināšanas** momentu:

Vainag, manu vainadziņu,
Pus bij zelta, pus sidraba!
To noņēma tautu dēls
Kā saulīte rīta rasu. LD 24358.2.

Es dūmōju tautepōs
Nikod vaca napalikt;
Nūjeme munu vareiti
Kai sauleite reita rosu. LD 23741.

Silta saules gaisma salīdzināta ar labu dzīvi
tautās:

Garais manis arājiņ(i)s
Kā tā gara vasariņa:
Es iegulu likumā
Kā siltā saulītē. PS 34719.

Es neraugu rīta saules,
Kad man silta vakarā;
Es neraugu brāļa dzīves,
Kad man laba tautiņās. LD 23945.

Brāļa//tautudēla kumeļš ir tā izrotāts, ka
nakti pārvērš par saulainu dienu, arī māsai
var būt tāda rota:

Bij manami kumeļam(i)
Zvaigžņu deķis mugurā;
Es varēju tumsā jāt(i)
Kā pusdienas saulītē. LD 30006, 1.

Māsiņ, tavi ielociņi
Saules sprestī dzīpariņi;
Tu var' iet tumšu nakti,
Tev ieloka spožumiņš. PS 38803.

Nedaudz dziesmās izmantots salīdzinājums
ar saules **staru//zaru**:

Audzēju māsiņu
Kā saules zaru,
Cerēju iedot

Mēneša dēlam;
Nu to iedevu
Vecam puīšam. LD 22049.

Vylnoneiti izrūtōju
Saules storu skaistumā;
Ka izsedžu vylnoneiti,
Kai sauleite paspeidēja. LD 5764.

Vēl saule, rotas, māsa, brāji, arājiņi satie-
kas Jāņos:

Jaunas meitas, jauni puīši,
Jāņu nakti neguliet(i),
Tad redzēsīt Jāņu ritu,
Kā saulīte rotājās:
Brīžam zila, brīžam zaļa,
Brīžam tīra sudrabiņa. LD 33209.

Man māmiņa rotas liedza
Jāņa dienas vakarā;
Ir saulīte rotājās
Jāņa dienas rītiņā. LD 33211.

// Redzēs, māmiņ, citu ritu,
Kā saulīte rotāsies. LFK 464, 1624.

Rotāšanas motīvs arī tādā mākslinieciskā
izteiksmē:

Rotājies tu, Saulīte,
Tu rotāji, es rotāju:
Tu rotāji zelta rotas,
Es sav' jaunū arājiņu. LD 21624.

Sauleit munu rūtaleņu,
Tu rūtovi, es rūtovu;
Tu rūtovi gaisa vydu,
Es sovūs(i) brōleņūs. PS 54968.

Ar rituālo maģiju, laba vēlējumu saistīta
saules pieminēšana pādes dīdīšanā:

Ar sauli, pret sauli
Pādīti dīdu,
Lai mana pādīte
Kā saule staigā. LD 1533.

Ar saulīti, pret saulīti
Krustameitu vien auklēju,

Lai tad mana krustameita
Kā saulīte rotājās. LFK 1190, 2584.

Salīdzinājums ar sauli var parādīties arī
jauna vēlējumā:

Tik ar Dievu satikties
Man' auguma pēlējam,
Cik saulīte sasatika
Ar mēnesi tecēdama. LD 8965.

Lec, saulīt, rītā agri,
Spodrē manu augumiņu;
Vakarā rietēdama
Deldē manu pēlājiņu. LD 8657.

Tiešām laba nevēļu
Sav' auguma pēlējam,
Trīs vārdiņi vien sacīju
Aiz lielēm žēlumiem:
Kā upīte notecēja,
Kā saulīte noligoja,
Kā lapiņa nodrebēja
Sausa koka galiņā. LD 8970, 1.

8970, 1. dziesmas nozīmi izprast palīdz pa-
ralēlisms **spodrē—deldē** 8657. dziesmā.

Ipaši nozīmīga saulgriežu rituālos ir saules
spēja **atgriezties**:

Maļu, maļu, ko es maļu,
Sava vīra bikses maļu,
Lai vīriņ(i)s atsagrieze
Kā saulīte debesīs. LD 34134.

Samaluši, malējiņi,
Atgriežat dzirnaviņas:
Lai saulīte atgriežās
Mīglainā rītiņā. PS 40216.

42016. dziesma dod atslēgu maģiskās dar-
bības — malšanas — izpratnei.

Interesants liekas teksts ar reti lietotu
vārdu **atvāršas** var. **atvāržas**, kur precētā
māsa atgriežas pie brājiem:

Brālīši, brālīši
Atvāršās!
Kā saule atvirta
Pēc vasariņas. LD 26417.

Ko tu raudi, māmuliņa,
Sav' meitiņu izdodama?
Nems' telītes atvāržas,
Tad varēsi noraudāt.

LD 17293.

17293. teksts te palīdz izprast, kas tad īsti ir atvāršas, atvāržas, — tautas un tikko aizprecētā māsa — **atvāržnieki** — atgriežas brāļu sētā pēc pūra.

Tātad saule līdzdarbojas precību-kāzu ciklā.

Dzīve brāļu sētā, mātes sirds siltums salīdzināts ar saules siltumu. Saulei īpaši līdzinās brāļu māsa, tās vainags un rota. Redzams arī, ka salīdzinājumus dainās nav iespējams aplūkot atrauti no visa dainu tekstu kompleksa, jo tekstā izmantotā salīdzinājuma jēgu var izprast, tikai aplūkojot to kopā ar citiem tekstiem, galvenokārt ar tekstiem, kuros sastopami paralēlismi, bet par tiem citā reizē.

B. Reidzāne

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»



Ieva KUDAPA — Latvijas Universitātes matemātikas maģistratūras I kursa studente. Zinātniskās intereses — kombinatoriskie algoritmi un matemātikas pedagoģija. Dzied korī «Minjona».



Beatrise REIDZĀNE — filoloģijas doktore, Latviešu folkloras krātuves vadītāja Literatūras, folkloras un mākslas institūtā. 1964. gadā beigusi Latvijas Valsts universitāti. Nodarbojas ar latviešu izlokšņu leksikas un fonētikas pētījumiem, tautdziesmu semantikas jautājumiem. Interesējas par valodas vēstures problēmām.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1994. GADA VASARĀ

1994. gadā astronomiskā vasara sākas 21. jūnijā 17^h48^m. Līdz ar to 21. jūnijs būs gada garākā diena, tai sekojošā nakts — visīsākā. Tādēļ patiesībā Jāņi būtu jāsvin naktī no 21. uz 22. jūniju.

5. jūlijā 22^h Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā) — 152,1 milj. km attālumā.

Astronomiskā vasara beigsies 23. septembrī 9^h19^m.

Gaišās un īsās vasaras nakts nav piemērotas zvaigžņotās debess novērošanai. Tikai pašas spožākās zvaigznes (auj orientēties debesu jumā. Pie tām pieder Denebs (Gulbja α), Vega (Liras α) un Altairs (Ērgļa α), kuras veido raksturīgo «vasaras trijstūri». Tieši Gulbja, Liras un Ērgļa zvaigznāji ir visraksturīgākie vasaras zvaigznāji, lai arī tie redzami ne tikai vasaras mēnešos.

Skorpiona spožākā zvaigzne Antares pat kulminācijā atrodas zemū pie apvāršņa, un tāpēc tā ir grūti ieraugāma. Vēl samērā spoža zvaigzne ir Rasalhags (Čūskneša α). Visas pārējās vasaras zvaigznāju zvaigznes ir vājākas par +2^m spožuma klasi.

Zvaigžņotās debess izskats vasaras vakaros dienviņu virzienā ir parādīts 1.—3. attēlā.

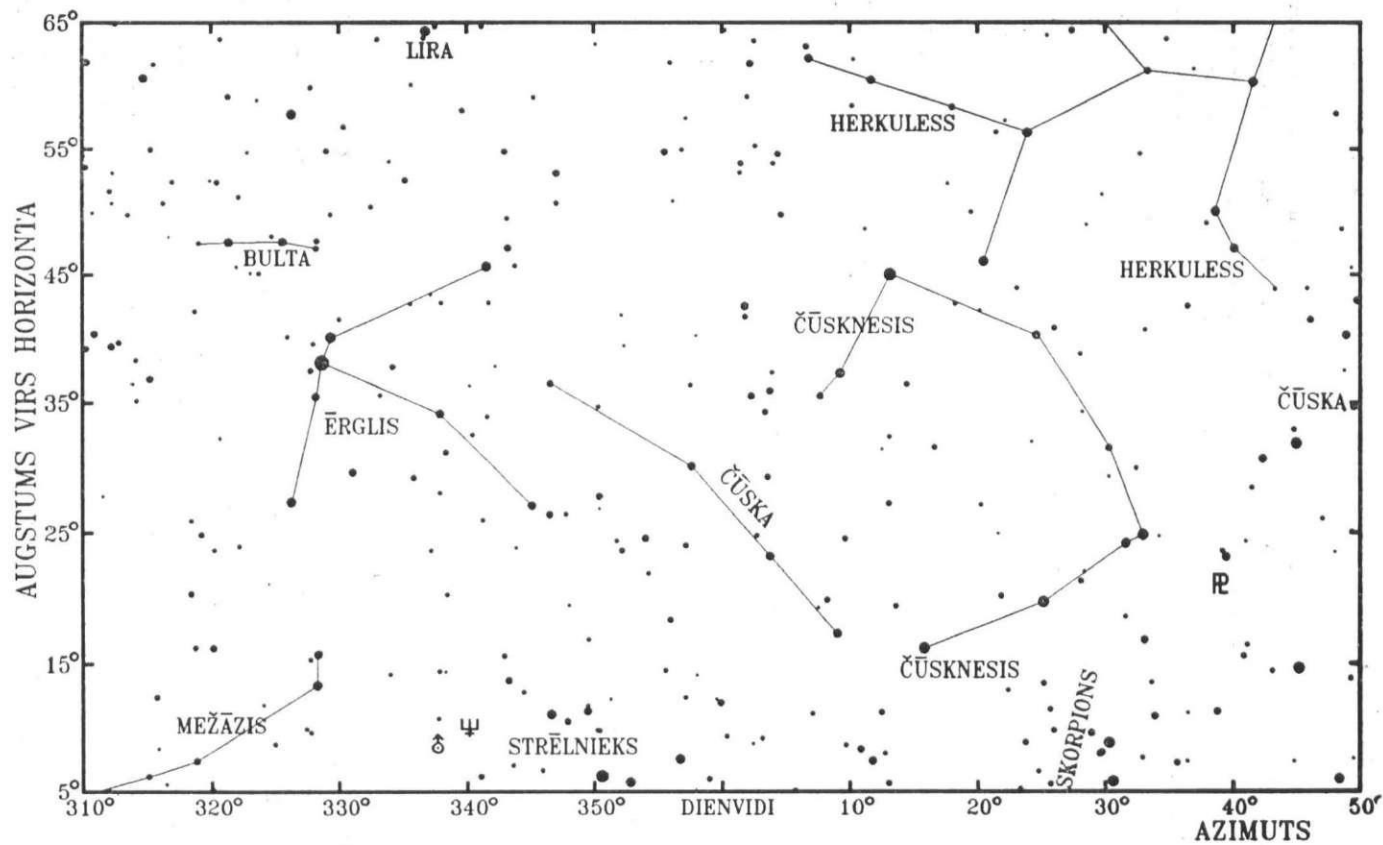
Turpretī vasara ir interesanta un piemērota citu dabas parādību novērošanai.

Jūnija un jūlija nakts ziemeļu pusē, krēslas segmenta zonā, reizēm redzamas gaišās joslas un svītras — sudrabainie mākoņi. Tie ir paši augstākie (80—85 km) un caurspīdīgākie atmosfēras mākoņi.

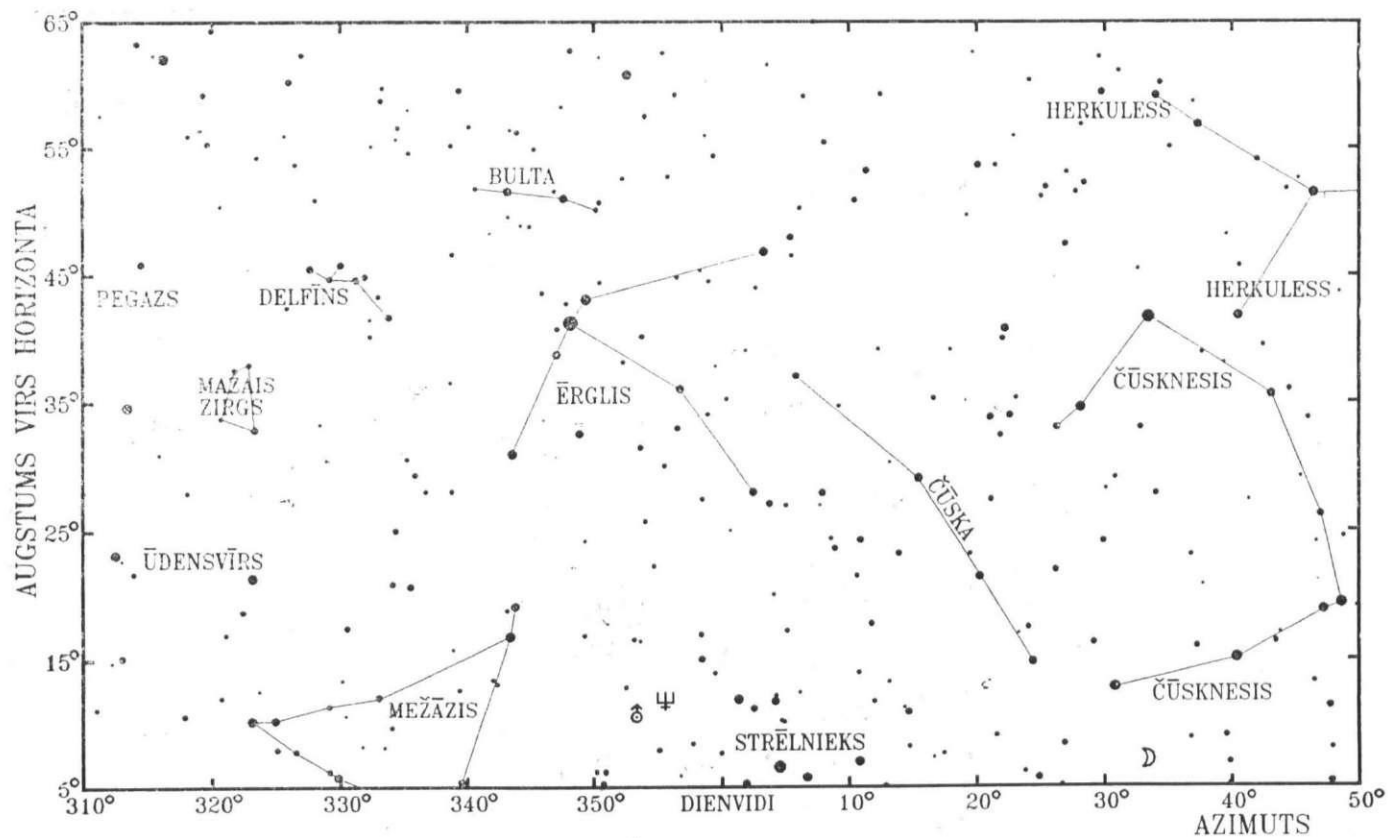
Jūlija beigās un augusta pirmajā pusē nakts jau ir pietiekoši tumšas. Tad ik pa brīdim iespējams ieraudzīt un priecāties par «kritošajām zvaigznēm» — meteoriem.

JAUNUMI ISUMA ● JAUNUMI ISUMA ● JAUNUMI ISUMA

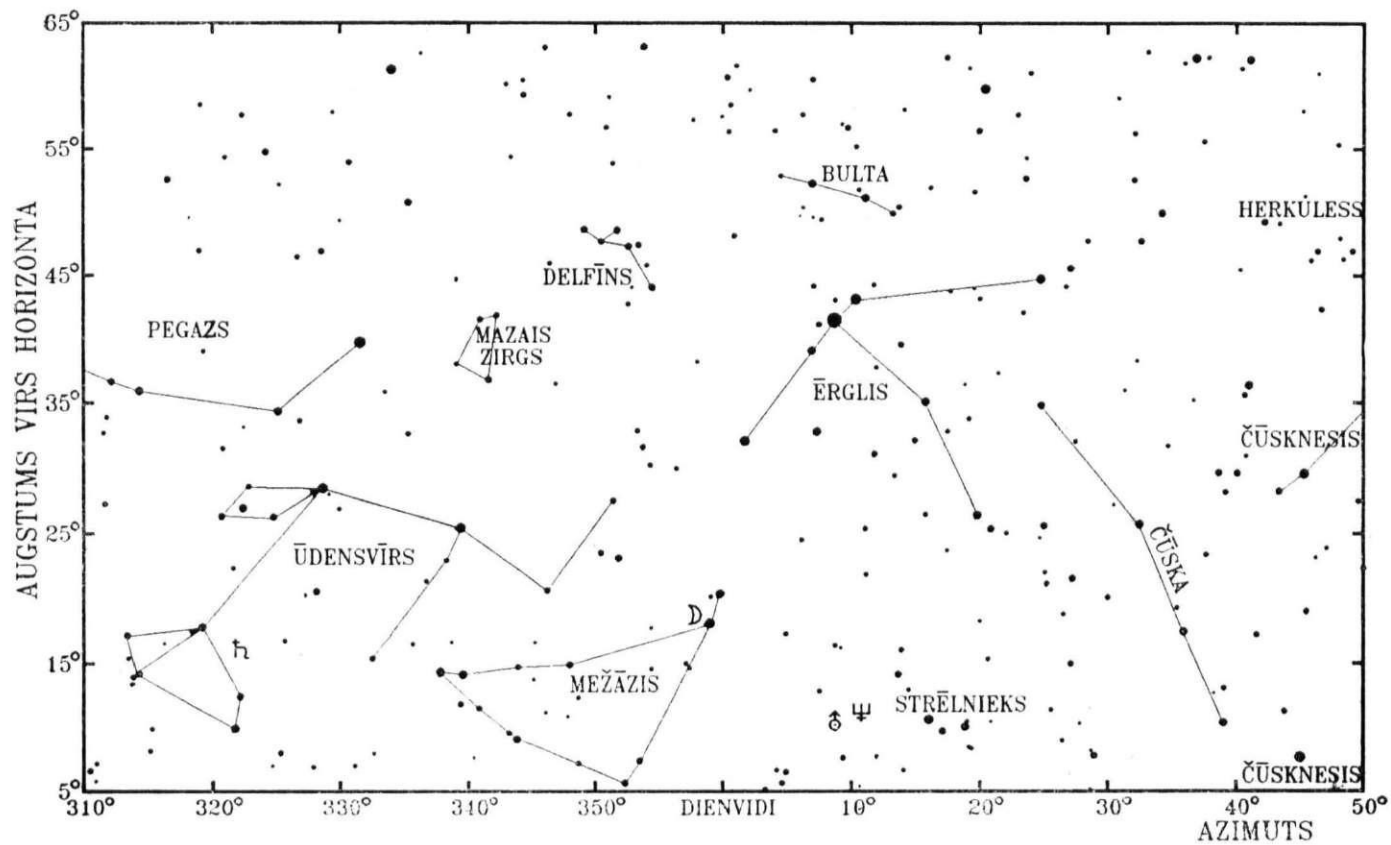
● ASV un Rietumeiropas orbitālā ultravioletā observatorija IUE, kas tika palaista 1978. gada 26. janvārī trīs gadus ilgai darbībai, turpināja funkcionēt arī starta sešpadsmitajā gadadienā! Visus šos gadus tā izmantota astronomiskiem novērojumiem gandrīz augu diennakti, turklāt gandrīz tādā pašā veidā kā teleskopi uz Zemes — praktiski uzreiz saņemot iegūtos datus, operatīvi mainot teleskopa un starojuma uztvērēju darba režīmu utt. Šādā astronomiem ierastā veidā ar IUE strādājuši vairāk nekā 2000 zinātnieku no dažādādām pasaules valstīm, pētidami visu veidu un dažādāda atstatuina objektus — no planētām un komētām līdz kvazāriem un galaktiku kopām, kā arī kosmisko vidi visdažādākajā attālumā no Zemes. Ļoti veiksmīgās starojuma uztvērēju koncepcijas dēļ ar IUE relatīvi mazo 45 cm teleskopu bijis iespējams novērot daudz blāvākus spīdekļus un sasniegt ar retiem izņēmumiem krietni augstāku spektrālo izšķirtspēju nekā ar citiem daudz lielākiem ultravioletajiem teleskopiem (piemēram, ar padomju pavadona «Astron» 80 cm teleskopu). Tādējādi IUE, šķiet, ir kļuvusi par visproduktīvāko orbitālo observatoriju līdzšinējā astronomijas vēsturē.



1. att. Zvaigžņotā debess dienvidu virzienā Latvijas centrālajā daļā 15. jūlijā pl. 24^h00^m.



2. att. Tas pats 15. augustā pl. 23^h00^m.



3. att. Tas pats 15. septembrī pl. 22^h00^m.

PLANĒTAS

Jūnija beigās un jūlija pirmajā pusē **Merkurs** atradīsies Oriona zvaigznājā. 17. jūlijā tas nonāks maksimālajā rietumu elongācijā ($20^{\circ}5$), tomēr praktiski nebūs novērojams.

Arī visu augustu tas nebūs redzams, jo 13. augustā Merkurs būs augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās).

Septembra vidū Merkura austrumu elongācija sasniegs 25° . Tomēr novērošanas apstākļi būs neizdevīgi, jo tas rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

7. jūlijā 16^h Mēness paies garām $1^{\circ}5$ uz augšu, 7. augustā $2^h 6^m,5$ uz leju un 7. septembrī $12^h 3^m$ uz leju no Merkura.

Jūlijā un augustā **Venēras** austrumu elongācija arvien pieaugs, līdz 24. augustā sasniegs maksimālo vērtību (46°). Neraugoties uz to, kā arī uz lielo spožumu ($-4^m,0$), Venēra nebūs redzama, jo rietēs tūlīt pēc Saules.

12. jūlijā 15^h Mēness paies garām 7° uz leju, 11. augustā $2^h 3^m$ uz leju un 9. septembrī $4^h 2^m,5$ uz augšu no tās.

Jūlijā un līdz augusta vidum **Marss** atradīsies Vērša zvaigznājā un pēc tam Dvīņu zvaigznājā. Tā novērošanas apstākļi visu laiku uzlabosies.

Jūlijā un augusta rītos to varēs redzēt kā $+1^m,4$ spožuma objektu. Septembrī Marsa redzamības periods jau būs visa nakts otrā pusē.

5. jūlijā 8^h Mēness aizies garām $0^{\circ}5$ uz leju, 3. augustā $7^h 2^m,5$ uz leju un 1. septembrī $6^h 4^m,5$ uz leju no tā.

Jūnijā un jūlijā **Jupiters** atradīsies Jaunavas zvaigznājā un būs novērojams nakts pirmajā pusē kā $-1^m,7$ spožuma objekts.

Augustā un septembrī tas pāries Svaru zvaigznājā, bet tā novērošanas apstākļi pasliktināsies. Tad to varēs mēģināt ieraudzīt vakaros zemu pie horizonta.

17. jūlijā 2^h Mēness paies garām 3° uz leju, 13. augustā $10^h 2^m$ uz leju un 9. septembrī $23^h 1^m,5$ uz leju no Jupitera.

Saturns visu vasaru atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. Tā novērošanas apstākļi visu laiku uzlabosies. Jūlijā tas būs redzams nakts ot-

rajā pusē, bet augustā un septembrī gandrīz visu nakti, jo 1. septembrī Saturns nonāks opozīcijā. Tad tā spožums sasniegs $+0^m,7$.

29. jūnijā 0^h , 26. jūlijā 7^h , 22. augustā 13^h un 18. septembrī 16^h Mēness paies garām Saturnam 7° uz augšu no tā.

Urāns visu laiku atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. 17. jūlija tas būs opozīcijā un būs redzams visu nakti. Tomēr pat kulminācijā tas būs zemu pie horizonta (11°), un tā ieraudzīšanai nepieciešams vismaz binoklis, jo Urāna spožums būs $+6^m,0$.

25. jūnijā 8^h , 22. jūlijā 15^h , 18. augustā 21^h un 15. septembrī 2^h Mēness aizies garām 5° uz augšu no tā.

Mazā planēta Geographos (1620)

Šī mazā planēta, kura atklāta 1951. gadā, pieder pie Apollo tipa mazajām planētām — tās orbīta šķērso Zemes orbītu. Tāpēc reizēm attālums starp Zemi un Geographos var būt mazāks par 0,1 au (15 miljoni km).

Tieši šogad notiks pati ciešākā tuvošanās 300 gadu intervālā (1800. g. — 2100. g.). 25. augusta Zemi un Geographos šķīrs tikai 0,0333 au (5 milj. km), kas astronomiskos mērogos ir ļoti mazs attālums. Sajā ziņā tā pārspēs pat savā laikā izslavēto Ikaru.

Planētas mazo izmēru dēļ tās spožums sasniegs tikai $+10^m$. Turklāt mūsu platumā grādos līdz pat augusta beigām Geographos nebūs novērojama. Tiesa, sākot ar 1. septembri, tā kļūs redzama arī pie mums. Tās spožums tad būs $+10^m,5$.

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

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, au	Spožums	
24.08.	$20^h 50^m$	$-86^{\circ}00'$	0,0348	10,9	
25.08.	21 18	$-74 24$	0,0334	10,5	
26.08.	21 23	$-62 18$	0,0336	10,2	
	1.09.	21 27	$-14 49$	0,0574	10,5
	2.09.	21 28	$-11 04$	0,0634	10,7
	3.09.	21 28	$-7 59$	0,0697	10,9
	4.09.	21 28	$-5 25$	0,0762	11,1
	5.09.	21 29	$-3 16$	0,0828	11,4
	6.09.	21 29	$-1 26$	0,0895	11,6

MĒNESS

Mēness fāzes

Pilns Mēness: 23. jūnijā 14^h33^m; 22. jūlijā 23^h16^m; 21. augustā 9^h47^m; 19. septembrī 23^h01^m.

Pēdējais ceturksnis: 30. jūnijā 22^h31^m; 30. jūlijā 15^h40^m; 29. augustā 9^h41^m.

Jauns Mēness: 9. jūlijā 0^h37^m; 7. augustā 11^h45^m; 5. septembrī 21^h33^m.

Pirmais ceturksnis: 16. jūlijā 4^h12^m; 14. augustā 8^h57^m; 12. septembrī 14^h34^m.

MĒNESS PERIGEJĀ UN APOGEJĀ

Apoģejā: 3. jūlijā 8^h; 31. jūlijā 2^h; 27. augustā 21^h.

Perigejā: 18. jūlijā 21^h; 13. augustā 2^h; 8. septembrī 17^h.

METEORI

Vasara ir bagāta ar spēcīgām meteoru plūsmām. Šajā ziņā īpaši izceļas jūlija beigās un augusta pirmā puse, kad dažu minūšu laikā var parādīties pat vairākas «krītošas zvaigznes» — meteori.

Sevišķi jāatzīmē divas plūsmas.

1. Perseīdas. Viena no pašām spēcīgākajām meteoru plūsmām. Tā novērojama no 9. jūlija līdz 17. augustam. Maksimums 11.—12. augustā, kad meteoru skaits stundā var pārsniegt 60.

2. Kasiopeīdas. Šīs plūsmas meteori redzami no 17. jūlija līdz 15. augustam. Maksimums 28. jūlijā (līdz 18 meteoriem stundā).

MĒNESS IEIEŠANA ZODIAKA ZĪMĒS

23. jūnijā 12^h Mežāzis (♋)
25. jūnijā 14^h Ūdensvīrs (♊)
27. jūnijā 20^h Zivis (♐)
30. jūnijā 5^h Auns (♈)
2. jūlijā 17^h Vērsis (♉)
5. jūlijā 6^h Dvīņi (♊)
7. jūlijā 17^h Vēzis (♎)
10. jūlijā 2^h Lauva (♌)
12. jūlijā 8^h Jaunava (♍)
14. jūlijā 12^h Svāri (♏)
16. jūlijā 16^h Skorpions (♏)
18. jūlijā 18^h Strēlnieks (♐)
20. jūlijā 21^h Mežāzis
22. jūlijā 24^h Ūdensvīrs
25. jūlijā 5^h Zivis
27. jūlijā 14^h Auns
30. jūlijā 1^h Vērsis
1. augustā 14^h Dvīņi
4. augustā 1^h Vēzis
6. augustā 10^h Lauva
8. augustā 15^h Jaunava
10. augustā 18^h Svāri
12. augustā 21^h Skorpions
14. augustā 24^h Strēlnieks
17. augustā 3^h Mežāzis
19. augustā 8^h Ūdensvīrs
21. augustā 13^h Zivis
23. augustā 22^h Auns
26. augustā 9^h Vērsis
28. augustā 22^h Dvīņi
31. augustā 10^h Vēzis
2. septembrī 19^h Lauva
4. septembrī 24^h Jaunava
7. septembrī 2^h Svāri
9. septembrī 3^h Skorpions
11. septembrī 5^h Strēlnieks
13. septembrī 9^h Mežāzis
15. septembrī 14^h Ūdensvīrs
17. septembrī 21^h Zivis
20. septembrī 6^h Auns
22. septembrī 17^h Vērsis

Sk. vāku 1. lpp. 16. gs. sākumā mūsu valsts teritorija jau ir daudz labāk pazīstama Eiropā. To apstiprina uz vāka redzamais 1513. g. Eiropas kartes fragments. Kartes tapšanas vēsture īsumā ir šāda: vācu kartogrāfs Henriks Martels, kurš 15. gs. beigās dzīvoja Florencē, sagatavoja izdošanai Ptolemaja «Ģeogrāfijas» manuskriptu. Šajā darbā iekļautas gan senāko laiku, gan arī tālaika kartes un 1507. g. izdevums papildināts ar sešām jaunām, to skaitā arī ar Ziemeļeiropas un Austrumeiropas karti (tās fragments ir uz vāka). Šīs kartes oriģinālu (līdz šim neatrastu) gatavojis pazīstamais vācu humānists Nikolajs Kūzietis (1401—1464), bet saturu it kā papildinājis polis Bernards Vapovskis (ap 1450 vai 1470—1535). Aplūkojot Polijas teritoriju, pēdējā versija šķiet visai ticama. Šī karte mūs var interesēt, pirmkārt, kā viens no pirmajiem kartogrāfu mēģinājumiem fiksēt, lai arī ļoti nosacīti, Kurzemes pussalu, otrkārt — ar jauno informāciju par Latvijas teritoriju. Iezīmēta, lai arī neprecīzi, mūsu likteņupe Daugava, protams, ir Rīga, bet bez tam arī Alūksne (Marieburg Liuonie), Sabile(?) (Sanfor), Grobiņa (Grobin), gan Lietuvas teritorijā. Pagaidām nav atšifrēts nosaukums «Curonien es(?) iua». Tolaik visi kartogrāfi vēl Baltijas jūru nepazīna. Pilnīga fantāzija ir kalnu grēda, t. s. Rīfeju kalni, bet lielais mežu masīvs «Silia herrnia(?)» tolaik varēja pastāvēt. Jāpiebilst, ka 1513. g. vēl vienu Eiropas karti pēc Ptolemaja kartes parauga zīmējis M. Valzēmillers, bet tās saturs attiecībā uz Latvijas teritoriju ir krietni nabadzīgāks.

J. Štrauhmanis, *Dr. geogr.*

Vāku 4. lpp.: Pavadonis HIPPARCOS. (Sk. A. Alkšņa rakstu «HIPPARCOS misija ir izpildīta» 19. lpp.)

CONTENTS

DEVELOPMENTS IN SCIENCE. The Great Annihilator. *A. Balklavs*. NEWS. How often do supernovae burst? *Z. Alksne, A. Alksnis*. Search for primordial berilium. *J. I. Straume*. Are there Sun twins among stars? *J. I. Straume*. Solar granules. *A. Balklavs*. Stellar occultation by an asteroid observed in Japan. *A. Alksnis*. Meteorite shower in Uganda. *A. Alksnis*. HIPPARCOS mission has been accomplished. *A. Alksnis*. SCIENTISTS ARE DISCUSSING. Workshop «Fragmented energy release in the Sun and stars». *I. Smelds*. LATVIAN SCIENTISTS. On M. Dirikis' latest scientific activities. *A. Salitis*. AT SCHOOL. Colourful mathematics. *I. France*. The angle trisection and Morley's theorem. II. *I. Markusa*. Train reversing algorithms. I. *I. Kudapa*. FOR AMATEURS. Meteor observing. *I. Vilks*. FLASHBACK. Some reflections about Jēkabs Videnieks. *Leonids Roze*. Symbol of the Sun in ancient ornaments and decorations. *J. Loze*. FOLK-LORE. What is compared to «the Sun» in the Latvian folk-songs (Latvju Dainas). *B. Reidzane*. THE STARRY SKY in the summer of 1994. *J. Kauliņš*.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. Большой Аннигилятор. *А. Балклавс*. НОВОСТИ. Как часто взрываются сверхновые? *З. Алксне, А. Алкснис*. Поиски первичного бериллия. *Я. И. Страуме*. Есть ли близнецы Солнца среди звезд? *Я. И. Страуме*. Солнечные гранулы. *А. Балклавс*. В Японии наблюдают покрытие звезды астероидом. *А. Алкснис*. Метеоритный дождь в Уганде. *А. Алкснис*. Миссия HIPPARCOS закончена. *А. Алкснис*. УЧЕНЫЕ СОВЕЩАЮТСЯ. Совещание о локальных процессах энерговыделения на Солнце в звездах. *И. Шмелдс*. УЧЕНЫЕ ЛАТВИИ. О научной деятельности М. Дирикиса в последние годы. *А. Салитис*. В ШКОЛЕ. Цветная математика. *И. Франце*. Трисекция угла и теорема Морлея. II. *И. Маркуса*. Алгоритмы обращения поезда. *И. И. Кудапа*. ЛЮБИТЕЛЯМ. Наблюдение метеоров. *И. Вилкс*. ОГЛЯДЫВАЯСЯ НА ПРОШЛОЕ. Воспоминания о Екабсе Видениексе. *Леонидс Розе*. Символ Солнца в древних украшениях и орнаментах. *И. Лозе*. НАРОДНАЯ МУДРОСТЬ. Кто (или что) есть «солнышко» в латышских народных песнях («Latvju Dainas»). *Б. Рейдзэне*. ЗВЕЗДНОЕ НЕБО летом 1994 года. *Ю. Каулиньш*.

THE STARRY SKY. AUTUMN. 1994

Compiled by *Irena Pundure*

«Zinātne» Publishing House. Riga 1994

In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1994. GADA VASARA

Sastādītāja *I. Pundure*

Redaktore *V. Stabulniece*

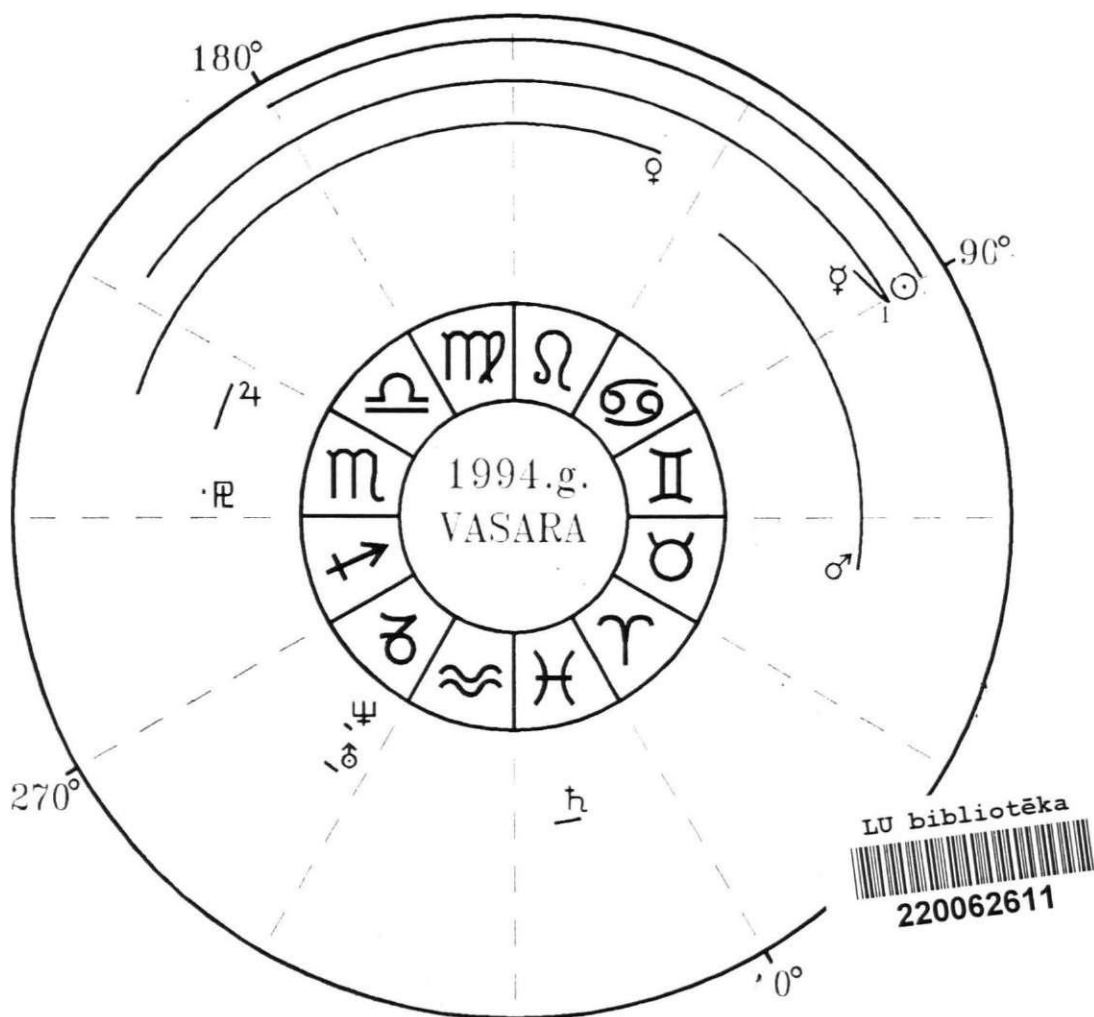
Mākslinieciskais redaktors *G. Krutojs*

Tehniskā redaktore *G. Sļepkova*

Korektore *B. Vārpa*

Nodota salikšanai 14.02.94. Parakstīta iespiešanai 09.06.94. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 2. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 5,27 uzsk. iespiedl.; 6,77 izdevn. l. Metiens 1100 eks. Pasūt. Nr. 84-2. Izdevniecība «Zinātne», Turgeņeva ielā 19, Rīgā, LV-1530. Reģistrācijas apliecība Nr. 2-0250. Iespiesta tipogrāfijā «Rota», Blaumaņa ielā 38/40, Rīgā, LV-1011.

SAULES UN PLANĒTU KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



☉ - Saule - sākuma punkts 22.06 0^h, beigu punkts 23.09 0^h
 (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums
 atbilst sākuma punktam).

♀ - Merkurs, ♀ - Venēra, ♂ - Marss, ♃ - Jupiters,
 ♄ - Saturns, ♅ - Urāns, ♆ - Neptūns, ♇ - Plutons.
 1. - 6. jūlijs 23^h

Kartes programmējis un veidojis Juris Kauliņš

ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS

