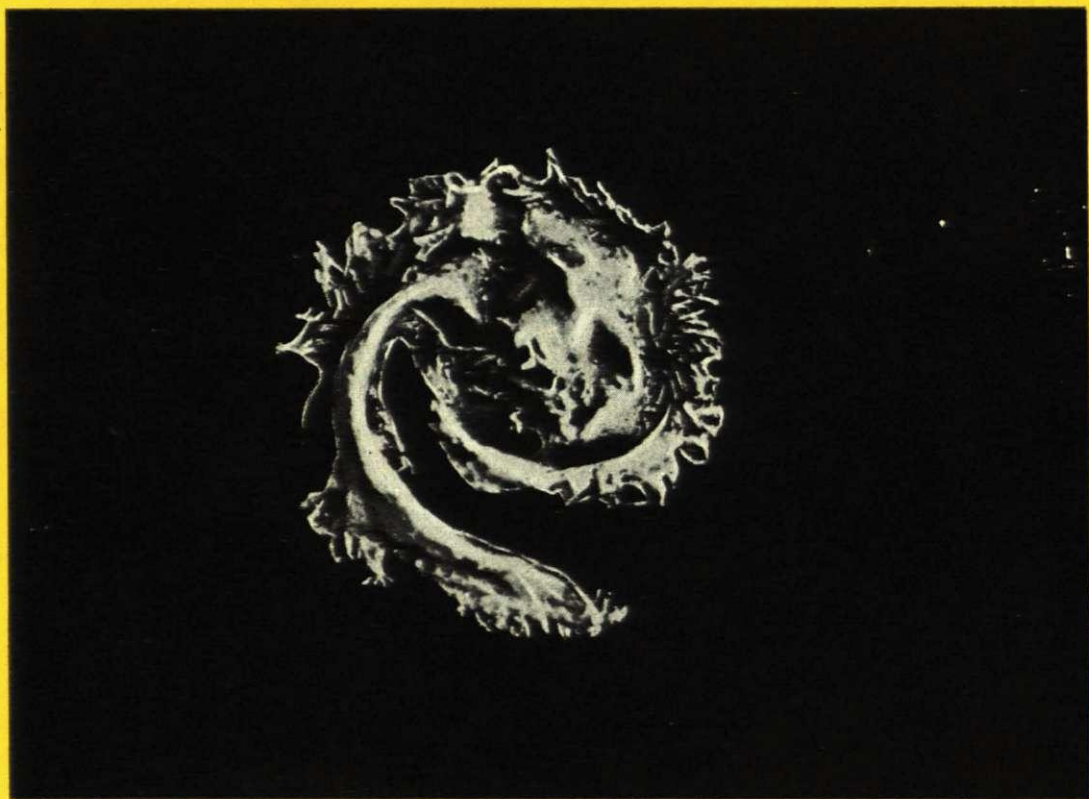
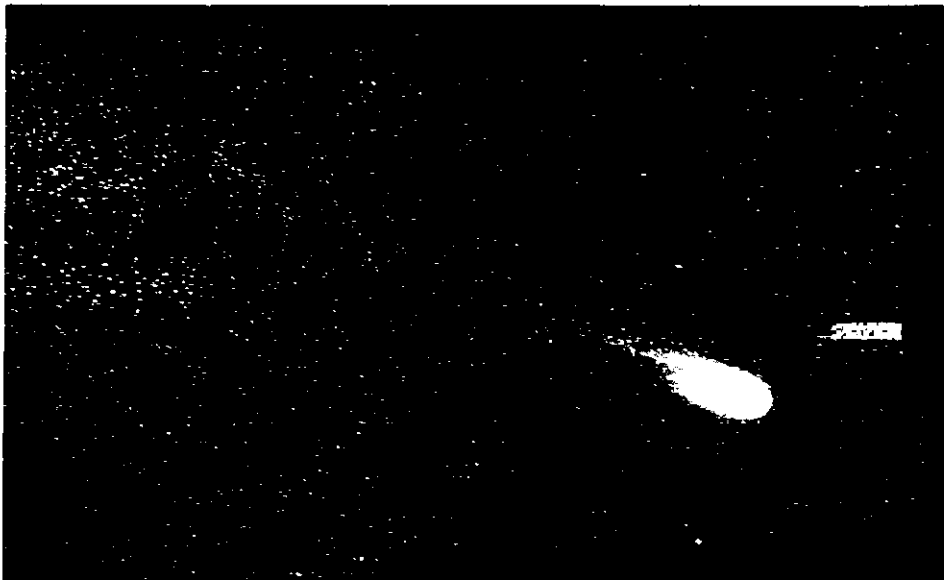


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Universss — ārpuszemes dzīvotājiem ● Jauni radio-
astronomijas teleskopi ● Automātiskā stacija «Fo-
boss» ● Mēness fāzes un konservēšana ● Informā-
tika, matemātiskā modelēšana un skaitļošanas mate-
mātika ● Saules aptumsums tūristu fotogrāfijās
● Graciozi koki ● «Zvaigžnotās Debess» pēdējie
pieci gadi ● Senu katastrofu liecinieki

1988
RUDENS



Bredifilda komēta 1987. gada 10. novembra vakarā (*augšā*: novērotājs A. Alksnis) un 14. decembra vakarā (*apakšu*: novērotājs I. Jurgītis). Abos attēlos ziemeļi augšā, austrumi pa labi.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS.
IZNAK KOPS 1958. GADA RUDENS
CETRAS REIZES GADĀ.

1988. GADA RUDENS (121)



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), J. Birzvalks (atbild. red. vietn.), A. Buiķis, N. Cimahoviča, L. Duncāns (atbild. sekr.), J. Francmanis, J. Kalniņš, J. Klētnieks, T. Romanovskis, L. Roze, E. Vēbers

Numuru sastādījis A. Buiķis

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu padomes
1988. gada 10. marta
lēmumu



RIGA

«ZINĀTNE»

1988

SATURS

Zinātnes ritums

- A. *Balklavs*. Jauni moderni radioastro-
nomijas instrumenti milimetru viļņu
diapazonam 2
T. *Jākola*. Sāmsalas milzu meteorīta
krišanas atbalsojums somu un igauņu
folklorā 10
J. *Kriķštopaitis*. *Universum nec ter-
rent* — Visums ārpuszemes dzīvotā-
jiem 15

Jaunumi

- G. *Ozoliņš*. Senu katastrofu liecinieki . 18
G. *Ozoliņš*. Meteorītu raža Antarktīdā
A. *Alksnis*. Bredfilda komēta un citas
1987. gada asteszvaigznes 19
A. *Balklavs*. Zemestrīces un ģeofizi-
kālie lauki 19
I. *Rudzinska*, M. *Diriķis*. Jaunas mazās
planētas 21

Kosmosa apgūšana

- Apkalpes maiņa orbitālajā stacijā
«Mir» (*pēc padomju preses mate-
riāliem*) 24
E. *Mūkins*. Orbitālās gamma observa-
torijas 25
E. *Mūkins*. Jauna automātisko staciju
paaudze 30

Zinātnieks un viņa darbs

- J. *Francmanis*. Jakovs Zeļdovičs
(1914—1987) 37

Tici vai netici

- B. *Biedriņš*. Mēness redzamības in-
tervāls un ražas saglabāšana . . . 39

Skolā

- J. *Klokovs*. Informātika, matemātiskā
modelēšana, skaitļošanas matemātika . 41
G. *Svabadnieks*. Piecpadsmītā skolēnu
astronomijas olimpiāde 44
I. *Galiņa*. Graciozi koki 45

Mums raksta

- L. *Brante*. Taldikurgānā novērots Sau-
les aptumsums 52
I. *Eglītis*. Zvaigžņotā debess 1988. gada
rudenī 54
Sveicam Ilgu Daubi! 57
«Zvaigžņotās Debess» sestās piecgades tema-
tiskais rādītājs 58



JAUNI MODERNI RADIOASTRONOMIJAS INSTRUMENTI MILIMETRU VIĻŅU DIAPAZONAM

ARTURS
BALKLAJS

Pēdējos gados, balstoties uz visjaunākajiem zinātnes un tehnikas sasniegumiem, ir pavērusies iespēja pievērsties pagaidām pētījumu maz skarta informācijas kanāla — kosmiskā milimetru viļņu radiostarojuma — apgūšanai. Intensīvie un veiksmīgie pētniecības un projektēšanas darbi, kas tika izvērsti šajā jomā, ļāvuši izveidot vairākus jaunus, pārbūvēt un uzlabot vienu otru jau darbojošos un iecerēt dažus pavisam modernus radioastronomijas instrumentus. Par tiem stāstīts šajā rakstā, bez galvenajiem tos raksturojošiem ģeometriskajiem un citiem parametriem nedaudz pievērstoties arī kosmosa pētniecības darba uzdevumiem, ko ar šiem instrumentiem paredzēts veikt tuvākajā laikā vai ne pārāk tālā nākotnē.

Daudzi jauni atklājumi astronomijā saistīti ar iespējām, kādas paver jauni instrumenti citu frekvenču diapazonu, augstākas laiciskās¹, lielākas leņķiskās² vai telpiskās izšķirtspējas un citu uzlabotu informācijas kvalitāti raksturojošu parametru apguves jomā. Tādēļ arī to projektēšana, izgatavošana un nodošana eks-

pluatācijā līdz ar dotajā momentā konkrēti risināmajām pētnieciskā darba problēmām ne-
mitīgi atrodas astronomu uzmanības centrā.

Tas, protams, nenozīmē, ka novērojumi ar jau esošajiem instrumentiem neslēpj sevī nozīmīgu atklājumu potences. Bieži vien pat visai ordināriem instrumentiem pavisam negaidīti

¹ Laiciskā izšķirtspēja — instrumenta iespējas reģistrēt laika ziņā īsus vai ātri citādi sekojošus procesus (impulsus).

² Optiska un radioastronomiska instrumenta leņķiskās izšķirtspējas φ raksturošanai parasti izmanto tā saukto Releja kritēriju, proti, $\varphi = 1,21\lambda/a$ (radiānos) = 249580,4 λ/a (loka sekundēs), kur λ ir novērojamos izmantotais elektromagnētisko viļņu garums un a — instrumenta apertūras (objektīva lēcas, antenas diametra, interferometra bāzes utt.) izmērs. Formulās λ un a jāievieto vienādās

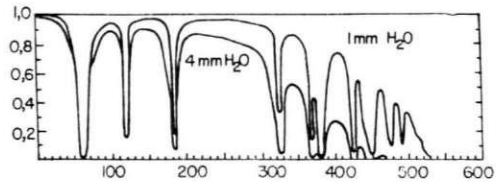
mērvienībās. Releja kritērijs parāda mazāko leņķisko attālumu starp diviem starojošiem punktiem, kurā šie punkti vēl ir atšķirami kā divi, t. i., vēl nav saplūduši vienā punktā. Optiskiem instrumentiem, kā viegli pārlicināties, izšķirtspēju var noteikt pēc formulas $\varphi = 140/D$, kur D ir objektīva lēcas diametrs milimetros un λ ņemta vērtība 5600 Å. Acs izšķirtspēja (ideālā gadījumā) tad, kā redzams, ir apmēram 15–30" ($D = 0,5$ –1,0 cm). Tāds leņķiskais izmērs ir vienu milimetru resnai stieplītei apmēram 7–15 m attālumā.

atklājas jaunas kosmisko objektu izpētes perspektīvas, nemaz nerunājot par ievērojamu un jau ilgu laiku kalpojušu instrumentu modernizāciju, taču pilnīgi neapšaubāms ir arī tas, ka būtisks progress astronomijā bez jauniem instrumentiem nav iedomājams.

Pēdējā laikā šādā kontekstā radioastronomijā sevišķa vērība tiek veltīta tā sauktās milimetru viļņu radioastronomijas attīstībai. Pirmkārt, milimetru viļņu diapazons, kas pagaidām ir mazāk apgūts, sola nodot pētnieku rīcībā principiāli jaunu informāciju par daudziem gan jau zināmiem, gan maz pētītiem kosmiskajiem objektiem un parādībām; otrkārt, šā viļņu diapazona apgūšana ļauj izdarīt kvalitatīvākus pētījumus, jo tajā iespējams veikt novērojumus ar daudz lielāku leņķisko izšķirtspēju nekā līdz šim jau labi apgūtajos metru, decimetru un centimetru viļņu diapazonos. Izšķirispējas palielināšana un līdz ar to pētāmā objekta arvien sīkāku struktūrveidojumu izziņāšana bieži vien ir izšķirošais faktors procesa vai parādības pilnīgākai izpratnei.

Milimetru viļņu diapazona apgūšana radioastronomijas vajadzībām tomēr ir saistīta ne vien ar tīri tehniska rakstura grūtībām (ģenerēšana, kanalizēšana u. c.), bet arī ar kādu principiāla rakstura ierobežojumu, kura cēlonis ir Zemes atmosfēras caurlaidība jeb absorbcijas koeficienta atkarība no caurplūstošā starojuma viļņa garuma (sk. krāsu ielikumu). Izrādās, ka milimetru viļņu starojuma izplatīšanos atmosfērā ļoti ietekmē tajā esošais ūdens tvaika molekulu daudzums. Teksta 1. attēlā parādīta atmosfēras caurlaidība, ko nosaka absorbcijas koeficients dažādām frekvencēm atkarībā no summārā ūdens slāņa biezuma, kas starojumam izplatoties jāšķērso. Redzam, ka, šā slāņa biezumam pieaugot, absorbcija dažām, sevišķi jau augstākām, frekvencēm strauji pieaug. Tātad milimetru viļņu radioteleskopus un interferometrus, lai tie efektīvi darbotos, jācenšas uzstādīt augstu virs mākoņiem, lai būtu pēc iespējas mazāks summārais ūdens slāņa biezums, kas starojumam jāšķērso.

Intensīva darba rezultātā modernizēti daži jau pazīstami un uzbūvēti, kā arī vēl tikai iecerēti vairāki pilnīgi jauni radioastronomijas instrumenti, ar kuriem tagad iepazīsimies tuvāk.



1. att. Atmosfēras caurlaidība milimetru viļņu diapazonā atkarībā no atmosfērā esošā ūdens tvaika slāņa biezuma. Jo biežāks šis slānis, jo mazāka caurlaidība (likne novietota zemāk). Uz ordinātu ass atlikts caurlaidības koeficients, uz abscisu ass — attiecīgā radiostarojuma frekvence gigahercos.

Vispirms gribētos minēt tā saukto SEST (*Swedish-ESO³ Submillimetre Telescope*) — Zviedrijas un Eiropas Dienvidu observatorijas kopējo submilimetru diapazona radioteleskopu (sk. krāsu ielikumu), kas tika nodots ekspluatācijā 1987. gada martā. Šis instruments, kura izveidošanā piedalījās trīs organizācijas — Francijas-VFR Milimetru viļņu diapazona radioastronomijas institūts jeb IRAM (*Institute for Radio Astronomy in the Millimeter-range*), kura centrs atrodas Grenoblē (Francija), Zviedrijas dabaszinātņu pētniecības padome un ESO —, ir uzstādīts ESO augstkalnu bāzē Lasiljā (Čīle). Līdzdalība šīm organizācijām bija sadalīta šādi: IRAM veica projektēšanas darbus, bet Zviedrijas dabaszinātņu pētniecības padome un ESO nodrošināja finansēšanu. Onsalas Kosmiskās observatorijas (Zviedrija) līdzstrādnieki izstrādāja arī pirmos šim radioteleskopam domātos uztvērējus un vispārīgo teleskopa projektu.

Galvenie SEST parametri: antenas reflektora virsma pēc formas ir rotācijas paraboloids; spoguļa diametrs — 15 m; Kasegrēna tipa, t. i., divspoguļu, optiskā sistēma, kuras sekundārā spoguļa diametrs ir 1,5 m; fokusa attālums — 4,875 m. Galvenā spoguļa virsmas izgatavošanas precizitāte jeb vidējā kvadrātiskā kļūda, kas raksturo izgatavotās virsmas novirzi no ideālas attiecīgas konfigurācijas rotācijas paraboloīda virsmas, ir 50 mikrometru

³ ESO (*European Southern Observatory*) — Eiropas Dienvidu observatorija.

(50-10⁻⁶ m). Tas nozīmē, ka teleskops var efektīvi strādāt līdz apmēram 0,6 mm garam vilnīn⁴. Izšķirtspēja šim teleskopam 1 mm garā vilnī ir apmēram 17", notēmēšanas precizitāte — apmēram 2". Maksimālais vēja ātrums, līdz kādam instruments vēl var strādāt, ir 14 m/s, bet 56 m/s jau var radīt avārijas draudus. Spogulim paredzēta apsildes sistēma, lai novērstu apledošanu.

Svarīgākās instrumenta sastāvdaļas — reflektora — būvē izmantoti gandrīz visi šādu konstrukciju realizēšanā pašlaik pieejamie jaunākie sasniegumi un atziņas. Gan reflektora, gan arī tā atbalsta sistēmas konstrukcijā lietots moderns, ar ļoti augstiem mehāniskajiem un termiskajiem parametriem apveltīts materiāls — oglekļa šķiedra. Tādējādi reflektors ir iznācis viegls, un šādu konstrukciju maz ietekmē tradicionālo metālelementu galvenie trūkumi — smaguma spēka un termiskās deformācijas, jo oglekļa šķiedra ne tikai ir viegla, bet tai ir arī mazs termiskās izplešanās koeficients.

Reflektors sastāv no 176 paneļiem; katrs no tiem ir aizmugurē atbalstīts piecos punktos, un, savukārt, katrs punkts ir saistīts ar atsevišķu servomotoru, kas ļauj izdarīt justēšanu, t. i., mainīt punkta un līdz ar to arī visa paneļa stāvokli, operatīvi kompensējot dažādos antenas stāvokļos radušās konstrukcijas deformācijas.

Reflektors projektēts, izmantojot arī homoloģisko deformāciju principu, t. i., vienlaikus ar konstruktīvas dabas pasākumiem, kas veikti, lai virsmas deformācijas būtu pēc iespējas mazākas (smaguma spēka darbības apstākļos pilnīgi tās novērst ir principā neiespējami), konstrukcija veidota arī tā, lai, deformējoties dažādos antenas augstuma lēnķa virzības stā-

vokļos, tā nezaudētu rotācijas paraboloida formu, t. i., lai rotācijas paraboloids deformētos par rotācijas paraboloidu. Virsmai deformējoties tādā veidā, galvenokārt mainās tikai fokusa novietojums telpā, ko var kompensēt ar atbilstošām sekundārā spoguļa stāvokļa un formas izmaiņām.

Interesanti, ka reflektora konstrukcijas augstie optiskie parametri izpaudās arī pavisam nejauši: kad radioteleskopa montāžas laikā reflektors neuzmanības dēļ tika pavērstš pret Sauli, tās starojuma koncentrācijas pakāpe izrādījās tik augsta (kas liecina par virsmas izgatavošanas lielo precizitāti), ka izraisīja sekundārajam spogulim vienas malas bojājumu.

Arī uztvērēju būvē izmantotas jaunākās iespējas šajā jomā, piemēram, atdzesēšana līdz apmēram 15 K temperatūrai, parametru noviržu kontrole un to stabilitātes nodrošināšana ar skaitļošanas tehnikas palīdzību u. c. Pirmais uztvērējs darbojās 85—117 GHz frekvenču intervālā (atbilstošais viļņu garums $\lambda \approx 3,5$ —2,5 mm). Tiek gatavoti uztvērēji 220—280 GHz intervālam (1,36—1,07 mm), 345 GHz (0,87 mm) un pat 375 GHz frekvencēm (0,8 mm). Tie domāti galvenokārt spektrometrijas vajadzībām. Visa instrumenta darbība (vadība, parametru kontrole, datu apstrāde utt.), balstoties uz skaitļošanas tehnikas iespējām, ir maksimāli automatizēta.

SEST zinātniskā programma vērsta galvenokārt uz kosmiskā radiostarojuma spektra pētījumiem milimetru un submilimetru viļņu diapazonā, lai nodrošinātu tālāku progresu kosmķīmijas jomā, jo šajā diapazonā atrodas daudzdas molekulu līnijas, kuru reģistrēšana un novērojumi sola dot kvalitatīvi jaunu informāciju par starpzvaigžņu telpā izkļiedēto molekulu sastāvu, koncentrāciju, izplatību u. c. jautājumiem. Daudz vērtības paredzēts veikt arī starpzvaigžņu putekļu, aktīvo galaktiku kodolu, kvazāru, zvaigžņu evolūcijas, galaktiku dinamiskas un reliktā starojuma pētījumiem. Pēdējais aspekts ir sevišķi interesants no kosmoloģijas problēmu risināšanas viedokļa, jo reliktā starojuma — kā zemas temperatūras starojuma — vismalkākajām īpatnībām, pēc padomju zinātnieku J. Zeļdoviča un R. Sjuņajeva atziņuma, ir jāparādās tieši milimetru un submilimetru

⁴ Vēl tsāku viļņu starojuma uztveršana vairs nav efektīva, jo virsmas izgatavošanas neprecizitātes šādiem viļņiem rada tik lielu izkļiedi, ka fokusā tiek koncentrēta ne vairs visa 15 m spoguļa laukuma savāktais starojums, bet tikai daļa no tā, t. i., spoguļa darbīgā (efektīvā) laukuma izmērs faktiski ir vairs tikai tāds kā, piemēram, 5—4 m vai vēl mazāka diametra spogulim. Minimālais viļņa garums $\lambda_{\min} = 4\pi r$ vai $\lambda_{\min} \approx 10r$, kur r ir virsmas novirze no ideālas virsmas (kvadrātsakne no vidējās kvadrātiskās novirzes).

viļņu (2 mm — 800 μ m) diapazonā. Šo īpatnību atklāšana un pētījumi varētu dot svarīgu impulsu Metagalaktikas izcelsmes un attīstības likumsakarību noskaidrošanā un izpratnē.

Pētījumiem molekulārajā spektroskopijā sevišķi daudzsoļošas ir dienvidpuslodes debesis, jo šeit redzamā Piena Ceļa daļa satur ļoti daudz neparastas formas tumšu gāzu un putekļu mākoņu un jonizēta ūdeņraža apgabalu. Dienvidu debesis ir bagātas arī ar Herbīga—Aro objektiem⁵, ar kuriem saistītas astronomu cerības izprast protozvaigžņu evolūcijas problēmas. Daudz tur ir arī sarkano milžu un Miras tipa mainzvaigžņu, kuru novērojumi sola jaunu informāciju par zvaigžņu attīstības beigstadijām, sevišķi par tādu svarīgu problēmu kā masas zudums šajās stadijās u. c. jautājumiem.

Daudzveidīgu un pilnvērtīgu materiālu dienvidu debesis sola arī galaktiku pētījumu jomā. Te, kā zināms, novērojamas mūsu zvaigžņu sistēmas tuvākās kaimiņienes — Magelāna Mākoņi. Daudz šeit arī galaktiku ar aktīviem kodoliem. To masveida novērojumi var nodrošināt nepieciešamos statistikas datus, lai noskaidrotu sakarības starp zvaigžņu veidošanās ātrumu, molekulārās emisijas intensitāti, infrasarkanā starojuma un radiostarojuma nepātrauktajā spektra daļā, kā arī lai pētītu oglekļa monoksīda sadalījumu un molekulāro mākoņu dinamiku blakus esošajās galaktikās.

Domājams, ka SEST dos arī ievērojamu ieguldījumu Saules sistēmas ķermeņu — komētu, asteroīdu, planētu u. c. — pētījumos. Tātad ar SEST stāšanos ierindā, turklāt ņemot vērā tā izdevīgo novietojumu gan dienvidu puslodē, gan augstkalnu rajonā ar ļoti sausu klimatu⁶,

⁵ Herbīga—Aro objekti — īpaša Galaktikas objektu klase, vizuāli atgādina miglainas zvaigznītes ar spīgti izteiktu emisijas spektru. Tos atklāja amerikāņu astronoms H. Dž. Herbīgs 1951. gadā un neatkarīgi no viņa meksikāņu astronoms H. Aro 1952. gadā. Vairāki Herbīga—Aro objekti ir ar visai neparastu un sarežģītu struktūru un uzrāda ātras evolūcijas pazīmes, tāpēc iespējams, ka tie pārstāv atsevišķu zvaigžņu vai pat zvaigžņu grupu agrīnās evolūcijas stadijas.

⁶ Ūdens tvaika koncentrācija atmosfērā virs Lasiljas ir mazāka nekā 4 mm gandrīz visos ziemas mēnešos, bet dažās dienās tā ir pat zem 1 mm.

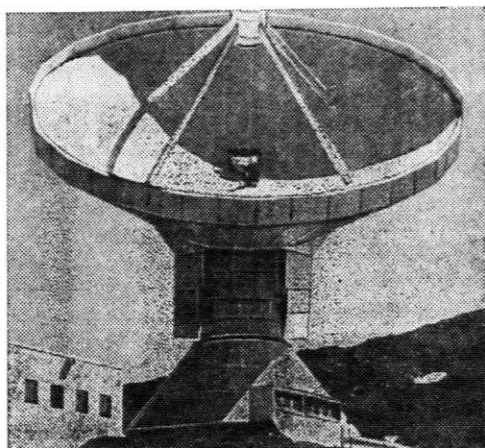
sagaidāmi ļoti nozīmīgi rezultāti visai apjomīgas zinātniskas programmas realizēšanā. Jāpiebilst, ka šī zinātniskā programma, kas te iezīmēta ļoti vispārīgā veidā, ir raksturīga arī citiem milimetru viļņu diapazona radioastronomijas instrumentiem. Atšķirība ir tikai akcentos uz atsevišķiem programmas aspektiem.

Otrs ievērojams un, galvenais, viens no lielākajiem milimetru viļņu diapazona radioteleskopiem ir Tokijas universitātes radioteleskops ar 45 m diametra parabolisko antenu (sk. krāsu lielumu). Tas uzstādīts Nobejamā 1350 m virs jūras līmeņa un nodots ekspluatācijā 1982. gadā. Virsmas apstrādes precizitāte sasniedz 0,2 mm un nodrošina apmēram 25% lielu spoguļa izmantošanas efektivitāti 115 GHz (2,6 mm) starojumam. Gidēšanas precizitāte ir 3—5" normālos novērošanas apstākļos un 10", ja vēja ātrums sasniedz 10 m sekundē. Izšķirtspēja minimālā viļņa garumā ir ap 14". Šo Kasegrēna tipa instrumentu 1985. gadā modernizēja, uzstādot jaunu sekundāro spoguļi (diametrs 3,8 m). Primārais reflektors sastāv no atsevišķiem paneļiem, kuru stāvoklis mainās ar speciāliem servomehānismiem, lai kompensētu spoguļa virsmas deformācijas smaguma spēka un temperatūras ietekmē.

Kā trešais nozīmīgākais milimetru viļņu diapazona radioteleskops jāmin Francijas-VFR kopīgais 30 m instruments MRT (*Millimeter Radio Telescope*). Tas uzstādīts Sjerranevadā (Spānija), 45 km no Granadas, Veletas smailē 2870 m augstumā (2. att.).

Šā instrumenta izveidošanu vadīja jau minētais IRAM, bet projekta izstrādāšanā un celtniecībā bija iesaistītas arī tādas vācu firmas kā Krupa «Industrietehnik» un «MAN», kuras savukārt vadīja pazīstamais Maksa Planka Radioastronomijas institūts (Bonnā). MRT nodots ekspluatācijā 1984. gada rudenī. Regulāri astronomiskie novērojumi uzsākti 1985. gada pavasarī.

Arī MRT ir Kasegrēna tipa instruments. Reflektora diametrs tātad ir 30 m. Pašlaik sasniegtā virsmas realizēšanas precizitāte — ap 80 μ m jeb 0,08 mm un minimālais viļņa garums, līdz kuram instruments vēl var efektīvi strādāt, ir apmēram 0,8 milimetri. Notēmēšanas precizitāte — apmēram 2". Maksimālais vēja ātrums,



2. att. Francijas-VFR 30 m radioteleskops milimetru viļņu diapazonam Sjerranevadā (Spānijā).

līdz kādam instrumentu vēl var darbināt, ir 12 m sekundē. Izšķirtspēja, uzverot minimālā viļņa garumā, ir apmēram $7''$. Pašlaik novērojumi notiek 80—236 GHz diapazonā (3,75—1,27 mm). Augstākai frekvencei virsmas izmantošanas efektivitāte ir ap 25 procenti,⁷ bet izšķirtspēja — apmēram 30—11". Zinātniskā programma orientēta gan molekulārās spektroskopijas, gan nepārtrauktā radiostarojuma novērojumu virzienā, aptverot ļoti plašu kosmisko objektu diapazonu no mazajiem Saules sistēmas ķermeņiem (komētas, asteroīdi u. c.) līdz citām galaktikām.

Tiek izstrādāti pasākumi, lai uzlabotu šā instrumenta parametrus — virsmas precizitāti, vadīšanas stabilitāti, radiometru un spektrometru kvalitāti u. c.

No citiem pašlaik ievērojamākajiem ekspluatācijā esošajiem milimetru viļņu diapazona radioastronomiskajiem instrumentiem var minēt vēl vairākus:

⁷ Instrumenta starojumu savācošās virsmas laukums, kā zināms, nosaka instrumenta jutību, un tas nozīmē, ka starojumu savāc nevis viss spoguļa laukums, t. i., $\pi R^2 = 707 \text{ m}^2$, bet gan tikai 25 % no tā jeb $\approx 177 \text{ m}^2$. Tāpat efektīvā spoguļa diametrs šāda viļņa garuma starojuma savākšanai ir it kā tikai ap 15 m. Taču jāņem vērā, ka instrumenta izšķirtspēju nosaka reālais diametrs, t. i., 30 m.

Ramana pētniecības institūta (Bengalura, Indija) 10,4 m diametra radioteleskops, kura paraboliskais spogulis ir analogs Ouensvelijas observatorijas instrumentam (sk. krāsu ielikumu). Projektētā virsmas precizitāte ir 65 μm , tātad, domājams, instruments varēs efektīvi strādāt līdz pat apmēram 0,7 mm garam vilnim.

Nacionālās radioastronomijas observatorijas 12 m Kasegrēna tipa radioteleskops Kitpīkā (Arizonas štats, ASV) (sk. krāsu ielikumu). Darbojas kopš 1984. gada novembra. Maksimālā frekvence — 345 GHz (0,87 mm). Šai frekvencei virsmas izmantošanas efektivitāte ir apmēram 15%, izšķirtspēja ap $18''$.

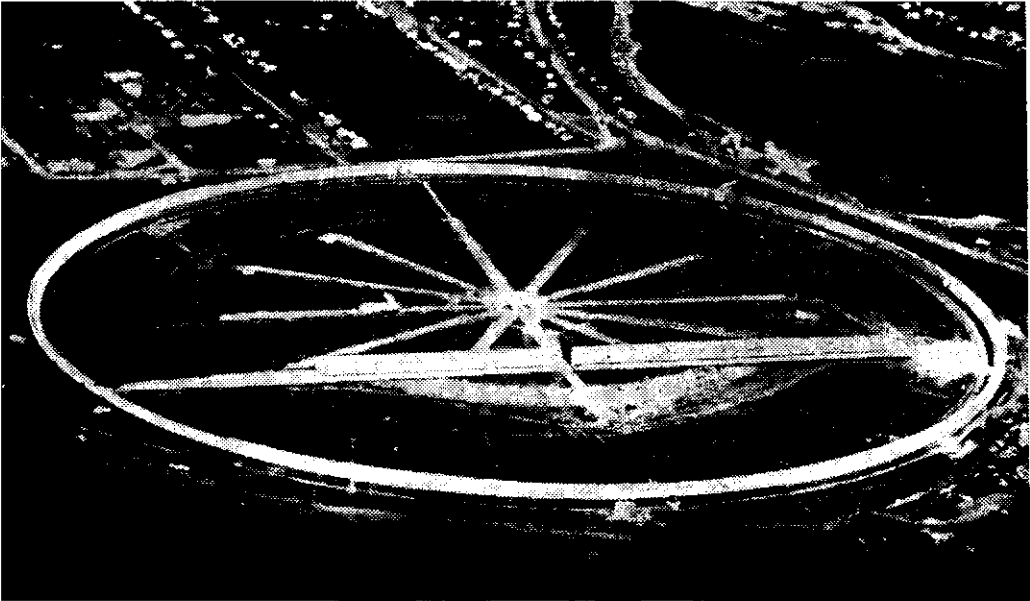
Jau veikti darbi, lai piemērotu milimetru viļņu uztveršanai unikālo PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas 600 m diametra mainīga profila radioteleskopu RATAN-600, kas atrodas Ziemeļkaukāzā (3. att.). Daļa sfēriskā atstarotāja pāreļu, apmēram 2000 m² kopplatībā,⁸ nomainīti ar jauniem, kuru virsmas izgatavošanas precizitāte sasniedz 0,082 mm, tas ir, instruments var efektīvi strādāt līdz pat apmēram 0,8 mm garam vilnim. Izšķirtspēja šajā gadījumā sasniegs apmēram $0'',3$.

Novērojumiem milimetru viļņu diapazonā (līdz 2,6 mm) tiek pārbūvēts arī pazīstamās Algonkinas radioobservatorijas 37 m diametra paraboliskais reflektors. Jaunā virsmas klājuma precizitāte sasniegs 160 μm , izšķirtspēja uz 2,6 mm vilni — apmēram $17''$.

Milimetru viļņu diapazonā darbojas arī vairāki radiointerferometri. Lielākais ir piecu antenu mainīgas bāzes radiointerferometrs Nobejamā. Tā parabolisko antenu diametrs — 10 m, virsmas izgatavošanas precizitāte — 0,07 mm. Bāzu garums austrumu—rietumu un ziemeļu—dienvidu virzienā ir attiecīgi 560 m un 520 m. Katrai bāzei ir paredzētas 30 antenu nostiprināšanas vietas. Instruments strādā 22 GHz un 115 GHz frekvencēs (attiecīgi 1,36 cm un 2,6 mm gari viļņi). Maksimālā izšķirtspēja ir attiecīgi apmēram $6''$ un $1''$.

Ouensvelijā (ASV) darbojas līdzīgs, tikai trīsantenu mainīgas bāzes radiointerferometrs.

⁸ Maksimālais RATAN-600 savācošās virsmas laukums, kas iegūstams, novērojot zenītā, ir apmēram 14 000 m².



3. att. PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas radioteleskops RATAN-600 Zeļeņčukā (Ziemeļkaukāzā).

Parabolisko antenu diametrs 10,4 m (sk. krāsu ielīkumu). Bāzu garums austrumu—rietumu un ziemeļu—dienvidu virzienā ir attiecīgi 200 m un 380 m. Instruments darbojas 3,4 mm un 2,6 mm garos viļņos. Maksimālā izšķirtspēja ir attiecīgi 2",2 un 1",7.

Nobeigumā pievērsīsimies vēl dažiem milimetru viļņu diapazona instrumentiem, kuri tiek pilnveidoti, konstruēti vai pagaidām eksistē tikai iecerēs.

1988. gadā jāstājas ierindā tā sauktajam Austrālijas teleskopam. Tas sastāvēs no sešām 22 m diametra paraboliskām pārvietojamām antenām ar sliežu ceļu aprīkotā 6 km garā austrumu—rietumu trasē, no vienas tādas pašas antenas, kas atradīsies 115 km attālumā dienvidu virzienā, un no pazīstamās Pārksas observatorijas 64 m diametra radioteleskopa, kurš atrodas 321 km attālumā dienvidu—dienvidaustrumu virzienā. Pēc projekta šā instrumenta jaunās antenas efektīvi strādās līdz 50 GHz (6 mm), bet šo antenu centrālās daļas (15,3 m diametrā) — līdz pat 115 GHz (2,6 mm).

Milimetru viļņu diapazonam (līdz 3,5 mm

garam viļņim) tiek piemērota arī ASV tā sauktā VLBA (Very Long Baseline Array) sistēma — ļoti garas bāzes radiointerferometriska sistēma, kura sastāv no desmit 25 m diametra paraboliskajām antenām, kas izvietotas pa visu ASV teritoriju no Havaju salām līdz Karību jūrai.

Havaju salās pazīstamajā Maunakea virsotnē 4100 m virs jūras līmeņa kopš 1986. gada pavasara iekārtojusies Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta (ASV) submilimetru viļņu observatorija ar savu 10,4 m diametra radioteleskopu, kas strādās 2—0,35 mm diapazonā. Virsmas precizitāte šim spogulim sasniegs 10 mikrometrus. Instruments līdzīgs Ouensvelijas teleskopiem, segts ar kupolu, kura aizvara spraugas platums ir 11 metru.

Pievienotajā tabulā dots īss pārskats par lielākajiem milimetru viļņu radioteleskopiem, kas stājušies ierindā līdz 1984. gadam (ieskaitot).

Maunakea savu kopējo milimetru viļņu instrumentu — 15 m diametra paraboloidu — uzstādīs arī Lielbritānijas un Nīderlandes radioastronomi. Ar šo instrumentu domāts novērot līdz pat 690 GHz (0,43 mm), jo reflektora

Pasaulē lielākie radioteleskopi milimetru vilņu diapazonam [stājušies ierindā līdz 1984. g. beigām]

Teleskopa īpašnieks, valsts	Teleskopa atrašanās vieta	Uzstādī- šanas gads	Augstums virš jūras līmeņa, m	Reflektora diametrs, m	Novirze no ideā- las virsmas, mm	Minimālais viļņa garums, mm	Eksplua- tācijas apstākļi
Aerokosmiskā korporācija, ASV	Losandželosa	1963	10	4,6	0,08	0,10	vajējs
PSRS ZA Krimas Astrofizikas observ.	Krima	1966	10	22,0	0,30	3,8	vajējs
Teksasas univ., ASV	Makdonalda observ.	1967	2030	4,9	0,08	1,0	segts ar kupolu
Berklija univ., ASV	Haikrīkas observ.	1968	1040	6,1	0,13	1,6	vajējs
NRAO, ASV	Kitpikas observ.	1969	1940	11,0	0,14	1,8	segts ar kupolu
Tokijas univ., Japāna	Hitaka	1970	59	6,0	0,14	2,5	vajējs
CRAAM, Brazīlija	Itapetinga	1972	800	13,7	0,34	4,3	segts ar kupolu
Čalmersa univ., Zviedrija	Onsala	1976	10	20,0	0,18	2,3	segts ar kupolu
CSIRO, Austrālija	Sidneja	1977	10	4,0	0,09	1,2	vajējs
Bella labor., ASV	Krofordhila	1977	115	7,0	0,10	1,3	vajējs
Masačūsetsas univ., ASV	Amhērsta	1978	300	13,7	0,15	1,9	segts ar kupolu
Kalifornijas Teh nol. inst., ASV	Ouensvelija	1979	1220	10,4	0,035	0,5	vajējs
Tokijas univ., Japāna	Nobejama	1982	1350	45,0	0,2	2,5	vajējs
Tokijas univ., Japāna	Nobejama	1983	1350	10,0	0,07	1,0	vajējs
MPIfR, VFR un IRAM, Francija	Veletas smaile (Spānija)	1984	2870	30,0	0,09	1,0	vajējs

(NRAO — National Radio Astronomy Observatory; CSIRO — Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation; MPIfR — Max Plank Institut für Radioastronomie; IRAM — Institute for Radio Astronomy in the Millimeterrange.)

virsmas precizitāte sasniedz 35 mikrometrus. Radioteleskops būs ievietots paviljonā, kas griezīsies kopā ar to (sk. krāsu ielikumu), un novērošanas laikā būs aizklāts ar speciālu membrānu, kura ļaus gan novērst vēja spie-

dienu, gan noteikt, ievērot un kontrolēt temperatūras režīmu teleskopa telpā un visā paviljonā. Membrānas caurlaidība ir ap 95 procenti 1 mm garam vilnim un ap 90 procentu 0,4 mm garam vilnim.

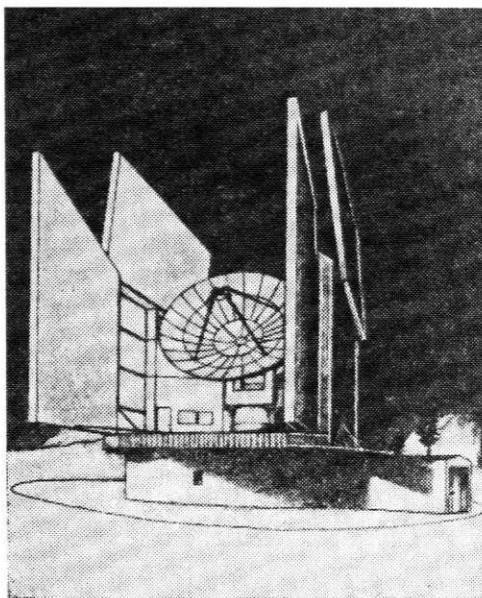
4. att. VFR-ASV 10 m radioteleskopa milimetru diapazonam un pagriežama paviljona projekts.

Rietumvācijas Maksa Planka radioastronomijas institūts kopā ar ASV Arizonas universitāti Greiama kalnā uzstādīs 10 m paraboliska reflektora radioteleskopu, kura virsmas precizitāte sasniegs 4 mikrometrus. Spogulis būs gatavots no kompozītmateriāla ar oglekļa šķiedras matrici. Arī šis teleskops būs ievietots paviljonā, kas grozīsies kopā ar teleskopu (4. att.).

Burē plato, 90 km uz dienvidiem no Grenoble (Francija), 2550 m virs jūras līmeņa top IRAM mainīgas bāzes radiointerferometrs. Tas sastāvēs vismaz no trim 15 m diametra paraboliskām antenām, kuru virsmas precizitāte sasniegs 50 mikrometrus. Interferometram ir T veida bāze. Tās garums ziemeļu—dienvidu virzienā ir 160 m, austrumu—rietumu virzienā — 288 metri. Instruments paredzēts darbam 70—350 GHz diapazonā (4,3—0,86 mm).

Padomju Savienībā milimetru viļņu diapazonam tiks piemērota ļoti garas bāzes radiointerferometriskā sistēma, kas sastāv no trim jaunām 70 m diametra paraboliskām antenām. Pirmā no tām (Eipatorijā) jau ir nodota ekspluatācijā, otrā (Usurijiskas tuvumā) atrodas izgatavošanas stadijā, bet trešo (Taškentas tuvumā) paredzēts nodot ekspluatācijā 1990. gadā. Pēdējā, modernākā, varēs darboties līdz apmēram 1,3 mm garam viļnim.

No pavisam vēl ieceru līmenī pastāvošiem milimetru viļņu diapazona instrumentiem kā



interesantāko var minēt Reaktīvās kustības laboratorijas (ASV) izstrādāto kosmosā izvērsamu 20 m diametra parabolisku reflektoru, kuru pacels orbītā ap Zemi. Šā instrumenta kopizmaksas lēš ap 700 miljoniem dolāru.

Nav šaubu, ka visi šie instrumenti nodos astronomu rīcībā pilnīgi jaunu informāciju, kas paplašinās un padziļinās mūsu izpratni par tiem sarežģītajiem matērijas aprites un pārvērtību procesiem, kuri risinās daudzveidīgajos kosmosa dziļēs slēptajos objektos.

SĀMSALAS MILZU METEORĪTA KRIŠANAS ATBALSOJUMS SOMU UN IGAUŅU FOLKLORĀ

TOIVO
JÄKOLA

Igaunijā, Sāmsalā (Sāremā), ap 20 km no Kingisepas, atrodas 110 m diametra krāteris, kura vidū ir nelielais Kāli ezers. Kā 1937. gadā pierādīja igauņu ģeologs I. Reinvalds, šo un sešus mazākus krāterus pirms dažiem gadu tūkstošiem radījusi milzīga dzelzs meteorīta nokrišana un eksplozija.* Vairāki pētnieki domā, ka grandiozā dabas parādība varētu būt atstājusi pēdas Eiropas reģiona tautu mitoloģijā un folklorā. Helsinku universitātes astronoms Toivo Jākola meklējis Sāmsalas notikuma atbalss somu un igauņu folklorā. Par dažādu Baltijas somu folkloras motīvu kosmisko interpretāciju viņš referēja 6. Padomju un somu astronomu sanāksmē Tallinā 1986. gada novembrī. Autors piekrita «Zvaigžņotās Debess» redakcijas kolēģijas ierosinājumam iepazīstināt ar viņa secinājumiem arī mūsu lasītājus.

* * *

Somu astronoms Toivo Jākola no savas specialitātes viedokļa kā Sāmsalas milzu meteorīta krišanas atbalsojumu skata vairākus motīvus «Kalevalā» un «Kalevipoegā». Autora secinājumi un vērojumi ir diezgan nedroši, tomēr dažu motīvu ģenēzes skaidrojumā var būt patiesības elementi un raksts var sniegt zināmas ierosmes latviešu astronomiem un folkloristiem analogisku jautājumu izpētē uz latviešu folkloras materiāla pamata.

Jāzeps Rudzītis

Vai lielāko senatnes meteorītu krišanai vispār var būt rodams atbalsojums folklorā? Baltijas somu reģions noder kā modelis, kur šo jautājumu var pētīt labāk nekā jebkur citur pasaulē. Pirmkārt, pēdējais milzu meteorīts nokritis šai rajonā tikai pirms 2500—3000 gadiem Sāmsalā. Otrkārt, šeit ir ārkārtīgi bagāts folkloras materiāls. Somu tautasdziesmu krājums — 33 sējumi — satur vairāk nekā 23 000 dažādu dziesmu variantu, kopumā ap 1,3 miljonu dziesmas rindu. Cits piemērs: Igaunijā Jākobs Hurts savācis folkloras materiālu, kas aizņem 124 000 lappušu.

No šā avota kā spoža dubultzvaigzne radās nacionālie eposi «Kalevala», ko izveidoja Eliass Lenrūts (Lenrots), un «Kalevipoegs», ko sastādīja Frīdrihs Reinholds Kreicvalds.

METODOLOĢISKAS PIEZĪMES

Lai gan labi zināms, ka «Kalevala» nav oriģināla folkloras, bet ir Lenrūta radīts darbs, tas tomēr, pēc šā raksta autora domām, ir diezgan drošs dažādu folkloras motīvu avots, vismaz šāda veida pētījumiem. Tikai trīs procenti no tā 22 795 rindām, turklāt ne pašas būtiskākās, ir Lenrūta sacerētas. Neizbēgami, ka desmitiem tautasdziesmu dziedātāju paaudžu laikā sākotnējie motīvi ir mainījušies, sazarojušies un daļēji izzuduši, bet jaunāki motīvi sajaukušies ar veciem. Šādā skatījumā un atbil-

* Par Kāli krāteriem sk.: Alksnis A. Meteorītu krāteri Sāremas salā. — Zvaigžņotā Debess, 1961. gada ziema, 4.—11. lpp.

stoši Lenrūta viedoklim eposa izveidošana bija tikai viena, jaunākā, pakāpe šajā procesā. Pats svarīgākais ir nevis tas, kādā episkā kontekstā motīvs parādās, jo tas atkarīgs no konstrukcijas, bet gan motīvu savstarpējā korelācija, kā arī to teritoriālā izplatība, kas ir korelācijā ar to vecumu.

«Kalevalas» motīvu aplūkošana attiecas ne tikvien uz somu, bet arī uz igauņu folkloru. Daži pētnieki uzskata, ka gandrīz puse «Kalevalas» poēmu ir kopīgas somu (ieskaitot karēļu un ingru) un igauņu folklorai vai pat radušās Igaunijā. Tādēļ es koncentrēšos uz tēmām, kas atrodamas «Kalevalā», lai gan aplūkošu visu Baltijas somu tradīcijas.

Milzu meteorīta (450—1000 t) krišana var izraisīt dažādas fizikālas parādības. Turpmāk aplūkošu tās, kuras, pēc manām domām, varētu būt bijušas par cēloni dažiem somu episkās folkloras motīviem.

«KALEVALA»

«Kalevala» šķiet būtiskā veidā saistīts ar Kāli katastrofu. Poēma par uguns dzimšanu tieši stāsta par meteorīta krišanu:

Uguns izslīdēja mulķei ..
Aizslīdēja uguns dzirkste ..
Alu ezerā iekš vilņiem.*

Tuli tuhmalta putosi ..
kirposi tulikipuna ..
keskelle Aluen järven ..

Bet šis pants vēsta par skaņas efektiem un zemestrīci, ko toreiz, neapšaubāmi, novēroja:

Līgojās tur sudrablīkstis,
Zelta sūpuls čikstināja,
Mākons kļiedza, debess brēca,
Zilais vāks uz zemi liecās ..

Hopeiset orret notkui,
kätkyt kultainen kulisi.
Pilvet liikkuu, taivut naukui,
taivon kannet kallistihe.

* «Kalevala» un «Kalevipoegs» citēti attiecīgi pēc L. Laicena un E. Zālītes tulkojumu izdevumiem (1938. g., 1929. g.).

Sagaidāma arī cunami parādība; un patiešām — ūdens

Trejas reizes vas'ras naktī,
Rudens naktī deviņ' reizes
Vārās tas līdz egļu galiem,
Izkrāc augšā tas no krastiem ..

Kolimasti kesäisnä yönä,
yhöksästi syksy-yönä,
kuohui kuusien tasalle,
ärjyi päälle äyrhien ..

Tursass, jūras nezvērs, simbolizē milzu vilņus.

Dažos pantos par Kullervo varētu būt ietvertas atmiņas par triecienvilni, kas izgāza mežus un, pēc arheologu ziņām, sagrāva divus cietokšņus — Asvu un Ridalu.

Bija jābūt lieliem ugunsgrēkiem, un par to atrodami norādījumi vairākās Kalevalas vietās (47., 48., 2., 29., 31. rūna), kā arī igauņu poēmā «Sāremas ugunsgrēks». Kā teikts «Kalevalas» 48. rūnā, uguns «..dedza pus' no Ziemeļzemes, /Svilināja Savo kaktu, / Abas puses Karēlijai».

«Kalevala» un tautas poēmas, šķiet, stāsta arī par savvaļas dzīvnieku un mājdzīvnieku reaģēšanu (Kullervo dziesma), par dīvainām, agrāk nepazītām cilvēku slimībām, par kaut ko, kas nācis no debesīm. (To pašu F. Hoils un N. C. Vikramasings apdzied mūsdienās!*) Varbūt nemaz nebija tik smieklīgi, kā izglītotiem ļaudīm likās, kad 1909. gadā kāda veca sieva Karēlijā, bēgdama no Haleja komētas, tvērās pagrabā un kāds vecs vīrs dzēra degvīnu, it kā būtu pienākusi pardiens. Tāda izturēšanās, iespējams, bija motivēta ar tautas kopīgajām atmiņām, kuru dēļ mums tagad ir šī jaukā tautas poēzija, ir «Kalevala» un «Kalevipoegs».

Milzu meteorīta krišana tādā samērā bieži apdzīvotā vietā, kāda tolaik bija Sāmsala, varēja radīt arī cilvēku upurus. Uguns dzirkste

* F. Hoils un N. C. Vikramasings uzskata, ka dažu mūsdienu epidēmiju izraisītāji vīrusi atnesti ar meteorītiem no starpplanētu telpas. Sk.: Elias M. Dzīvība — Zemes bērns vai iekarotāja? — Zvaigžņotā Debess, 1978./79. gada ziema, 23.—25. lpp.

Sašķaidīja meitām krūtis . .
Svilināja mazo bērnu,
Svilināja mātes krūti.

*Rikko rinnat neitosilta . .
poltti lapsen kätkyestä,
poltti parmahat emolta.*

«Apēsti tur simtiem vīru,/ Tūkstoš varoņi jau rīti..» — šis Lemminkeinena mātes brīdinājums dēlam izteikts sakarā ar ugunsbedri — Kāli krāteri? — patiešām zīmīgā sakarībā. Postījumi cunami dēļ gar Baltijas jūras un tās līču krastiem varēja būt milzīgi. Dramatisku informāciju, kas, iespējams, norāda uz to, dod arheologi, kuri parasti atzīst, ka visai reti ir atradumi, kas attiecas uz laiku no 500. gada pirms mūsu ēras līdz mūsu ēras 200. gadam. Pasiāv arī vēsturiska liecība, ko apraksta igauņu rakstnieks Lennarts Meri, — ka svešinieki jutuši bailes no Baltijas somu reģiona; tās varētu būt izraisījis postošais Kāli meteorīts.

«KALEVIPOEGS»

E. Lenrūts bija uzticīgs oriģinālajām tautsdziesmām un pats bija īsts tautas dziesminieks, bet F. Kreicvalds vairāk atgādināja radošu individuālu dzejnieku. Ar Kāli notikumu saistītie motīvi «Kalevipoegā» nav tik redzami kā «Kalevalā». Tomēr tāda saistība varētu būt pašā poēmas varoņa personā. Kalevipoegs, Kalevas dēls, bija tas pats, kas somu Kullervo, Kalervo dēls, un tas pats, kas Samsons Kolivonovičs krievu biļiņās. Šis traģiskais varonis sevišķi izcēlās ar pārcilvēcisku spēku. Pārvietodamies viņš varēja izmainīt Zemes topogrāfiju. Kalevipoegā personificētas spēcīgas dabas parādības, kas nav saistītas ar gadalaiku maiņu, — varbūt Kāli fenomenu ieskaitot.

Sā temata aspektā interesants ir burvju katls, kurā vecā ragana vāra kāpostgalvas (somu val. — *kaali*) ugunsaižā, iespējamas meteorītu krišanas skaņas un gaismas parādību atbalsis var atrast tekstā par varoņa mātes Lindas nolaupīšanu.

Ciņā pret somu burvjiem varonis kā ieroci lietoja ozolu:

Stiprā ozolnūja dejo,
Runga aši gaisā griežas,
Tā kā viesuls svilpodama,
Tā kā vētra aurodama . .

*Tamme tantsib tuhisedes,
vommel virka vihisedes,
malka marutuule mängil,
tuulispasa tuiskamisel . .*

Tas mūs noved pie nākamā temata.

MILZU TĒLI

Lielais ozols ir ļoti svarīgs motīvs Baltijas somu folklorā. Šis tēls bieži parādās saistībā ar lieliem ugunsgrēkiem un Mēness un Saules noķeršanu. Tas viss metaforiski var attēlot tos efektus, kādi sagaidāmi pēc milzu meteorīta krišanas. Tik liela meteorīta eksplozijā rodas vairākus kilometrus augsts sēnes veida mākonis — tāpat kā atombumbas sprādzienā. Visā pasaulē izplatītajā mītā par Pasaules koku es saskatu atspulgu no milzu meteorīta eksplozijas vai arī no vulkāna mākoņiem. Igaunu un somu tautas atceras tādu mākonī kā lielo ozolu, kas bija «Jaunais koks» un «auga divzarīgi», «sniedzās galotne pie debess».

Radniecīgi motīvi ir milzu vērsis un milzu cūka, kā arī Hīsi briedis. Atkarībā no dažādiem apstākļiem eksplozijas mākoņa stabs tikpat labi kā ozolu varēja atgādināt šos dzīvniekus. Vērsis iztēlots tik liels, ka «Bezdelīga dienu laidās/ Starp tiem vērsa ragu galiem» un «Vāverei bij jāskrien mēness/ Mugurā līdz astes galam». Lemminkeinena Hīsi brieža medības ir saistītas ar Saules un Mēness izzušanu un ar ugunīgo bērzu.

Līdzās šiem milzu dzīvniekiem, kas tātad ir eksplozijas mākoņa tēli, ar milzu ērgli, kas dažreiz ir ugunīgs, laikam gan atainota pati meteorīta krišana, bolīds un tā putekļu aste.

METEORĪTA NAKTS

Kad eksplozijas mākonis izpletās, tas radīja «meteorīta nakti», kas folklorā un «Kalevalā» aprakstīta kā Saules un Mēness nozagšana.

Pēc L. Meri domām, Kāli parādība devusi aizsākumu antīkajai leģendai par Saules dēlu Faetonu, kas savas vieglprātības un nepaklausības dēļ nokrita no debesīm uz Zemi (sk., piem., Ovidija «Metamorfozes» un Lukrēcija poēmu «Par lietu dabu»). Šai leģendā tumsa ilgst vienu dienu. Arī somu leģendā par Mēness un Saules nozagšanu debess gaismā atgriežas:

Mēness brīvs no akmens sprosta,
Jaukā Saule, tu no klinīfīm.

Kuu kulta, kivistā pääsit,
Päivä kaunis kallioista.

MĪTS PAR AKLO STRĒLNIĒKU

Aklais strēlnieks ir viens no dīvainākajiem folkloras motīviem. Viņš ir viens no trim Nelabā dēliem, kurš šauj bultas uz labu laimi, dažreiz nogalinādams cilvēkus un mājlopus, bet vienlaikus viņš ir saistīts arī ar Jumi — auglības dievību. Meža somiem Zviedrijā aklaiss strēlnieks tiek minēts sakarā ar tēmu par Velna nozagto Sauli. Strēlnieka bultas ir darinātas no lielā ozola vai cita liela koka skaidām.

Var secināt, ka mītu par aklo strēlnieku radījušas meteorītu parādības vispār (no meteoriem līdz milzu meteorītiem). Meteoru un bolīdu lidojums (līdzīgi bultai) un bezmērķīgā, «aklā» krišana labi iederas šādā interpretācijā. Tātad iepriekš iztirzātie mīti «Kalevalas» dzejījumā ir viena paša senā Kāli milzu meteorīta krišanas atbals, turpretī mīts par aklo strēlnieku atspoguļo biežāk novērojamo meteoru krišanu.

DZELZS METEORĪTS UN «DZELZS EPOSI»

«Kalevala» un «Kalevipoegs» ir «dzelzs eposi». Pirmajā viena no galvenajām personām ir kalējs Ilmarinens, bet otrajā būtiska nozīme ir varoņa liktenīgajam dzelzs zobenam.

Meteorīti var būt gan dzelzs, gan akmens, gan jaukti. Kāli nokrita dzelzs meteorīts. Pirmie

dzelzs darbarīki un ieroči bija darināti no meteorīta dzelzs. Par to ir liecības no eskimosu, malajiešu, kā arī inku, acteku un citu Ziemeļamerikas un Dienvidamerikas indiāņu dzīves. Ziemeļeiropā dzelzs laikmets sākās pirms apmēram 2500 gadiem. Šis laiks atbilst Kāli krātera mazākajam vecumam, kas noteikts ar radioaktīvā oglekļa datēšanas metodi, bet īsti nesakrīt ar lielāko vecumu — 3500 gadiem —, kas noteikts pēc kūdras pieauguma ātruma un ziedputekšņu analīzes. Liecības, ko dod «Kalevala» un pasaules literatūra, sniedz zināmu atbalstu vilinošai varbūtībai, ka dzelzs laikmetam ziemeļos sākumā impulsu ir devis tieši Kāli dzelzs meteorīts. No tūkstošiem tonnu dzelzs, kas nokritusi Sāmsalā, mūsdienu izrakumos izdevies atrast tikai dažus simtus gramu. Krātera malās ir senu izrakumu pēdas. Protams, lielākā daļa masas tika izkļiedēta, galvenajam meteorīta ķermenim eksplodējot. Kopējā masa varēja būt līdzīga tolaik visā pasaulē vienā gadā sarazotās dzelzs daudzumam, un salasītā dzelzs bija gatava lietošanai bez ietilpīgā rūdas bagātināšanas darba.

SAMPO MĪTS

Pamazām mēs no postošajām un šausminošajām meteorīta krišanas parādībām nonākam pie «medaļas otras puses», kura izkristalizējusies Sampo mītā. Sampo ir maģiska mašīna, kas «Ešanai maļ vienu dienu,/ Otru dienu pārdošanai,/ Trešo maļ priekš glabāšanas...».

Simt septiņdesmit gadus radītas jau 50 dažādas Sampo interpretācijas. Atbilstoši vienai, Sampo ir desmitiem vai simtiem tonnu dzelzs bagātība, kas atlasa uz lielā ozola (eksplodijas staba) saknēm. Metalurģijas attīstība, par ko liecina abi eposi, un tirdzniecība ar šo dzelzi nesusi labklājību. Plašie ugunsgrēki devuši impulsu līdumu līšanai lauksaimniecībā — praksi, kas diez vai citur pasaulē ir pazīstama. Šis process ir padarījis Sampo par laimīgas dzīves simbolu.

Visā pasaulē auglības mīti ietver arī posta motīvus. Postošās kosmiskās katastrofas pārvēršana par ražošanas attīstību, auglību un laimi veido somu episkās folkloras apslēpto dialektikas tēmu.

DISKUSIJA

Dažu šeit minēto folkloras motīvu astronomisko interpretāciju varētu saukt par meteorītisko vai katastrofisko pieeju. Pastāv arī cita astronomiskā versija, ko izvirza H. Ēlsalu (sk.: E e l s a l u H. Ajastult ajastule. Tallinn: Valgus, 1985) un kas pamatojas uz zvaigžņotās debess gadsimtu precesiju. Mani argumenti par labu iztirzātajai pieejai ir šādi:

1. Visi pieminētie motīvi ir savstarpēji saistīti. Citētās rindas nekādā ziņā nav patvaļīgi izvēlētas no plašā materiāla. Tai pašā laikā šie galvenie motīvi ir tieši tādi, kas labi skaidrojami ar galvenajām paredzamajām milzu meteorīta krišanas fizikālajām parādībām.

2. Meteorītiskā hipotēze atbilst visām (14) biežāk sastopamajām raksturīgajām Sampo — centrālā arhaiskās folkloras motīva — pazīmēm.

3. Vienu no galvenajām darbības vietām var identificēt ar Sāmsalu (Sāremā), kur atrodas Kāli krāteris. Sāri (sala), Pohjola (ziemeļzeme), Hītola, Manala un Tuonela (elle), Pimentola (tumšā vieta), Vuojola un Luotola nozīmē vienu un to pašu vietu. Sāmsala atrodas uz ziemeļiem no Veines upes (Vāinā — Daugava), varbūtējās Veinemeinena dzimtās vietas. Kad Sampo dēkaiņi airēja «Pirmo dienu tik pa upēm,/ Otro dienu jau pa purviem,/Trešu dienu ūdens krācēs» un tad «stūma stūri jūrā..», tas saskan ar Veines upi kā izbraukšanas vietu, un uz ziemeļiem no tās Sārema kā Pohjola, Ziemeļzeme. Atkārtotais vietvārds Sāri (kas nozīmē to pašu, ko Sāremā) ir pats par sevi šeit nozīmīgs.

4. Karēlijā atrastajos klinšu zīmējumos attēloti kosmiski motīvi, to vidū, domājams, arī meteorīta krišana. Būtu savādi, ja mūiskajās tradīcijās, kas radušās tajā pašā laikā vai vēlāk, tādu motīvu nebūtu.

5. Kā uzskata L. Meri, klasiskajā literatūrā dažus gadsimtus pirms mūsu ēras atrodama liecība par Kāli fenomenu. Tāpēc nav brīnums — drīzāk otrādi —, ka vietējā nerakstītā literatūra, tas ir, folklorā, vēsta par to pašu notikumu.

6. Daudz senāki notikumi, tādi, kā, piemēram, Arizonas krātera rašanās pirms 20—50 tūkstošiem gadu, ir saglabājušies vietējo ļaužu atmiņā līdz pat mūsdienām. Kāda indiāņu leģenda stāsta par dievu, kas nobraucis uz Zemi ar uguns ratiem, atstājot tai vietā krāteri. Austrālijas aborigēniem ir mīti (piem., par milzīgo varavīksnes čūsku), kas interpretējami ar Volfkrīkas milzu meteorīta krišanu pirms apmēram 30 000 gadiem.* Salīdzinājumā ar šiem gadījumiem Baltijas somu tautu atmiņai laika intervāls 2500—3000 gadi nav nekas neticams.

Šie argumenti paliek spēkā, kad vērtē par vai pret neastronomiskām interpretācijām, ar kurām parasti izskaidro iztirzātās tēmas. Neastronomisko interpretāciju piekritēji norāda uz arhaiskākiem mītiem vai uz aizgūtiem mītiem, uz šamaņu prāta darbības rezultātu vai arī izskaidro motīvus kā tīri fiktīvus vai poētiskus produktus.

Dažu mītu, tādu kā par Pasaules koku un milzu vērsi, čūsku, ērgli vai pūķi, izplatību visā pasaulē var izskaidrot vai nu ar viena sākotnēja mīta izplatīšanos kopā ar iedzīvotājiem, ar kultūru sakariem, vai arī kā neatkarīgi radītu. Astronomi varētu likt priekšā ceturto veidu, kosmisko sakarību, kuras viena forma ir meteorīta krišana. Tādas parādības visur ir līdzīgas un izraisa līdzīgus mītus.

Ja apvieno fragmentārās, bet iekšēji saskanīgās liecības, somu un igauņu folklorā šķiet dodam aculiecinieka ainu par milzu meteorīta krišanu. «Kalevala» un mazākā mērā arī «Kalevi-poegs» vīti ap motīviem, kas radušies no šā notikuma, un ir unikāli pasaules literatūrā arī šajā sakarībā. Kosmiskā katastrofa un tās dažādās sekas, kas simbolizētas Sampo mītā, daudz devušas senās Baltijas somu episkās poēmas dramatiskajam spēkam, dialektiskajam raksturam, cilvēku un dabas savstarpējo saišu spilgtumam poēmas attēlotajā dzīvē.

* Volfkrīkas meteorīta krāteris atrasts 1947. gadā Austrālijas ziemeļrietumos, Kimberlijas apgabalā. Tā diametrs ir 850 m, dziļums 50 m.

UNIVERSUM NEC TERRENT — VISUMS ĀRPUSZEMES DZĪVOTĀJIEM

JOZS
KRIKŠTOPAITIS

Problēma par kontaktiem ar ārpuszemes civilizācijām šobrīd netiek konstruktīvi risināta, jo šādi sakari vēl nav rasti. Nav izstrādāta arī stingri pamatota metodoloģija šīs problēmas tālākajai attīstībai, jo aptveramo jautājumu loks ir ļoti plašs.

Lietuviešu dabaszinātņu vēstures un filozofijas domas pētnieks Jozs Krikštopaitis sniedz jaunu metodoloģisko pamatojumu kontaktu problēmas risināšanai. Tas balstīts uz cilvēces vēsturisko pieredzi, uz cilvēces kultūras mantojumu visos laikmetos.

Jau vairāk nekā divdesmit gadu daudzu valstu zinātnieki, apzinādamies, ka ideja par cilvēka izcelsmes unikalitāti, vienreizīgumu nav pamatota, apspriež problēmu par kontaktiem ar ārpuszemes civilizācijām jeb tā saukto CETI problēmu (CETI — *Communication with Extraterrestrial Intelligence*).¹ Diemžēl, par daudz patvaļīga piedāvāto hipotēžu interpretācija un, pats galvenais, korektu datu trūkums par mākslīgajiem signāliem, kas varētu nākt no Visuma, novedusi kontakta problēmu sānis no stingri zinātniska pētniecības ceļa. Tāpēc radušās dažādas parazinātniskas² spekulācijas. Taču tās pavērsiens nav jānosoda, jo, sastopoties ar neikdienišķiem pētniecības objektiem, sākotnēji neveiksmes un šaubas rodas vienmēr.

Kontakta situācijā ar ārpuszemes civilizāciju pirmām kārtām var nākties pētīt nezināmas teksta zīmes un simbolus, kuri apzīmē noteiktus jēdzienus vai idejas. Ārpuszemes civilizācijas ziņojumā ietvertās informācijas atšifrēšana kļūš par sevišķi svarīgu uzdevumu, jo tur var slēpties kontakta problēmas atslēga. Jānoskaidro ne tikvien nezināmā teksta zīmes un to priekšmetiskais analogs, bet arī pašas sniegtās informācijas jēga. Turklāt jāzina, ka visa teksta izpratni nosaka ne jau atšifrējamo zīmju sumārāis kopums. Teksta jēga ir kvalitatīvi jauna

vienība, kas atklājas tikai vispārējā teksta nosūtītāju — saprātīgo būtņu sabiedrības — kultūras kontekstā.

Saprotams, ka vienkāršāk ir rast kontaktu tajā gadījumā, ja iepriekš jau ir kaut kas zināms par teksta autoriem, viņu valodu vai tradīcijām. Bet kā rīkoties tad, ja saņemti signāli no pilnīgi nezināmas civilizācijas? Kā noskaidrot zīmju jēgu, esot atrautam no nezināmā konteksta? Kā rast nojēguma atklāsmei viennozīmīgus saskares punktus? Atbildes uz šiem jautājumiem vēl nav dotas. Vienīgā cerība, ka varbūt izdosies izdalīt universālas pazīmes, kuras piemīt visai materiālajai pasaulei — Visumam. Tās tad varētu kļūt par derīgām norādēm kontakta problēmas risināšanai.

Un tomēr — ko gan izteiktu šādas norādes? Vispirms, izdalot kādas universālas pazīmes nezināmā tekstā, mēs tiekam tuvināti mērķim, lai atšifrētu saņemto informāciju. Šajā sakarībā izvirzās jautājums: kādas universālas pazīmes rodamas materiālās pasaules struktūrā, lai tās būtu derīgas kontakta problēmai? Pirms uz to atbildam, vēl kas jāpaskaidro. Pievērsīsimies cilvēku domāšanas pasaulei, kurā objektīvā īstenība atspoguļojas priekšstatos, jēdzienos un spriedumos.

Balstoties uz mitoloģijas un senāko literatūras pieminekļu pētījumiem, var rekonstruēt sākotnējo, vienkāršāko cilvēku domāšanas shēmu apkārtējās pasaules izpratnei. Domāšanai attīstoties, izzinot apkārtējās pasaules daudzveidību, cilvēki centās izdalīt atsevišķas lietas (priekšmetus),

¹ Sk.: Alksne Z. Ārpuszemes dzīvības meklējumi — pagātne un nākotne. — Zvaigžņotā Debess, 1987. gada vasara, 13.—19. lpp.

² Parazinātnisks (grieķu val. para — pie) — tuvu zinātnei stāvošs.

Istenības parādības, to norises. Sākumā tika izdalītas atšķirīgas jeb kontrastainas lietas un parādības, kurām bija skaidri izteiktas nesavienojamas — alternatīvas — pazīmes. Piemēram, tika ievēroti lieli un mazi akmeņi vai koki; konstatēts, ka to ir daudz vai maz. Cilvēkam pārrēdzamās telpas robeža — horizonts — sadalīja apkārtējo pasauli augšējā un apakšējā daļā, debesī un zemē. Saules apgaismotās dienas un tumšās nakts izteica pretmetus «gaišs» un «tumšs». Iespējams, ka tādā ceļā, atspoguļojoties objektīvajai Istenībai, cilvēku apziņā veidojās jēdziens «lieta» (priekšmets) un tie nojēgumi, kuri izcēla lietu savdabīgumu, to īpašības (liels — mazs, daudz — maz, gaišs — tumšs). Lietvārdu, īpašības vārdu un skaitļa vārdu centrālā vieta valodas struktūrā liecina, ka šāda domāšanas shēma ir pilnīgi pamatota.

Lietas, to īpašības un pazīmes nav nemainīgas. Pasaulē viss mainās un atrodas nepārtrauktā kustībā. Attīstoties apziņai un valodai, cilvēku domāšanā ienāk jauni jēdzieni, kas izteic darbību. Valodniecībā tie ir verbālie elementi un formas. Darbības nepārtrauktības izpratne, notikumu secība noved pie abstraktiem jēdzieniem «laiks» un «kustība», kurus tagad pieskaitām pie filozofijas pamatkategorijām. Visticšāk darbība izteikta ar jēdzieniem «pārveidoties», «pārvērsties», «mainīties», «attīstīties», «veidoties» u. c. Jāņem vērā, ka cilvēkam apkārtējās pasaules izziņas procesā noskaidrojas divas fundamentālas lietu un parādību īpatnības: nepārtrauktība jeb kontinuitāte un pārtrauktība (sadalāmība) jeb diskretums.

Tādējādi nav grūti saprast, ka apziņā un tās izteiksmes formā — valodā atspoguļojas un atmiņā saglabājas materiālās pasaules iezīmes un īpatnības, respektīvi, lietas, to īpašības un pazīmes.

Bet tagad aplūkosim iespēju, kā izteikt jēdzienus ar atbilstošiem simboliem, kas būtu saprotami citām saprātīgām būtnēm Visumā. Tāpēc vispirms ir jānoskaidro, kādām šīm zīmēm vai simboliem ir jābūt. Visabstraktākie simboli, kas spēj izteikt atbilstošas lietas (priekšmetus) un parādības, ir punkts un līnija. Punktu grupējot, jau uzskatāmi var izteikt lietu struktūru, bet ar līnijām (viļņveida, lauztu, spirālveida)

var attēlot kustības raksturu, parādības norisi jeb procesualitāti. Vēl vairāk, ar punktiem un līnijām var attēlot ne tikvien visvienkāršākā — ūdeņraža — atoma uzbūvi, bet arī sarežģītākas uzbūves ķīmiskos elementus no Mendeļejeva ķīmisko elementu periodiskās sistēmas. Līdzīgā veidā uzskatāmi var attēlot, piemēram, padomju fizikāļķīmiķa Nikolaja Semjonova atklātā ķīmiskā procesa veida — sazarotās ķēdes reakcijas — principiālo shēmu. Pēc šādiem simboliem jau iespējams novērtēt to veidotāju intelektu. Saprotams, te ievērots nosacījums, ka teksta lasītājiem ir tikpat augsts vai augstāks garīgās attīstības līmenis. Taču zīmju un simbolu jēdzieniskais saturs būs izprotams tikai tad, ja atšifrētāji sava izziņas procesa vēsturiskajā pieredzē atradīs šim tekstam atbilstošas analogijas.

Neraugoties uz iepriekš minētajām iespējām, tomēr paliek neskaidrs, kādā veidā attēlot lietu mijiedarbību un attieksmju dažādību. Tāpat grūtības rodas arī filozofiska rakstura abstraktu jēdzienu izteikšanai, piemēram, pasaules uzskata principu attēlošanai un tamlīdzīgi. Jāņem vērā, ka izziņas procesā, izziņot nezināmo, sastopamies gan ar barjeru, ko rada stereotipiskā domāšana un vispārpieņemtā metodoloģija, gan arī ar izziņas iespēju robežu, ko nosaka realizācijas līdzekļi. Pēdējie sevī ietver civilizācijas attīstības gaitā uzkrāto pieredzi.

Šajā sakarībā, dabiski, rodas nākamais jautājums: uz kādu pieredzi mēs varam balstīties netradicionālu problēmu atrisināšanā, sastopoties ar nezināmu zīmju sistēmu, ko radījuši sveša saprātīgu būtnu sabiedrība? Pastāvot šādai jautājuma nostādnei, visas cilvēces vēsturiskās attīstības rezultāts ir ietverts jēdzienā «cilvēces kultūra». No CETI problēmas viedokļa tas ir fundamentāls jēdziens, jo kļūst par izejas bāzi pētījumu tālākajai attīstībai. Lai varētu rekonstruēt kosmiskā vēstījuma autoru vērtības skalu, būtībā saņemtās zīmju sistēmas atšifrēšana, tās struktūras izziņošana ir mazāk svarīga nekā nepazīstamās sabiedrības garīgās kultūras galveno īpatnību noteikšana. Zīmju sistēmas jēdzieniskā satūra atšifrēšanai pats galvenais ir iegūt tādu informāciju, kas atspoguļotu sarežģītas kultūras sistēmas īpatnības. Tas pavērtu ceļu nezināmas kultūras, zinātnes, filozofijas,

morāles, psiholoģijas, sociālās struktūras u. c. izpratnei. Tādā veidā būtu iegūta galvenā informācija, kas nepieciešama darbības mērķu izstrādāšanai, lai nāktu ciešākos kontaktos ar jauno civilizāciju. Izzinot šos būtiskos momentus saņemtā teksta jēdzieniskajā saturā, varētu pieņemt lēmumus veiksmīgai «kosmiskā kontakta» norisei un tā seku prognozēšanai. Šie lēmumi droši vien būtu vienpusēji, jo atbildes iegūšana var kļūt par nereālu laika skalā, mērojot to ar cilvēka dzīves garumu.

Būtībā līdzīgā situācijā ir mūsu kontakti uz Zemes ar izzudušajām civilizācijām vai ar augsti organizētiem dzīvnieku pasaules pārstāvjiem, piemēram, delfīniem. Arheoloģiskajos izrakumos atrastie materiālie priekšmeti ar fiksētām antropogēnām zīmēm gan dod mums iespēju rekonstruēt hronoloģiju — priekšmetu izcelsmes laiku un noteikt izgatavošanas principus, bet tā nepietiek, lai veidotu priekšstatus par izzudušās cilvēku sabiedrības ideoloģiju, viņu morālo, estētisko un sabiedrisko uzskatu sistēmu. Tikai saglabājušies mākslas darbu fragmenti ietver informatīvas norādes par radošo garīgo spēku, jo mākslas valodai ir universālas sazināšanās jeb komunikatīvās pazīmes.

Tātad jāpieņem tēze, ka, pateicoties arheoloģijai un citiem izzinošās darbības virzieniem, kas saistīti ar materiālās kultūras pieminekļu izpēti, mēs būtībā atrodamies nepārtrauktā kontaktstāvoklī (diemžēl vienpusējā) ar tām Zemes civilizācijām, kuras no mums atdala laika parametri, lai gan relatīvie telpas parametri var palikt vieni un tie paši. Senie kultūras pieminekļi ir nezināmu vai mazpazīstamu zīmju sistēmas nesēji.

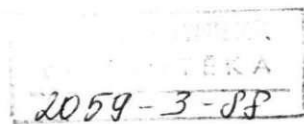
Sevišķu ievēribu pelna paleoastronomiskās zīmes. Paleoobjekti nav mēmi, tie nepārtraukti

vēršas pie mums. Bet kādā valodā? Ko tie stāsta? — Tā kā paleoobjektos slēpts «teksts», ko radījušas nepazīstamas vai maz pazīstamas Zemes cilvēku sabiedrības, mūsu pasākumi kontaktu rašanai ar senatnes intelektu kļūst par nepieciešamu iepriekšēju mācību CETI problēmas risināšanai. Pašlaik ir jāatzīst, ka mēs vēl jūtamies nedroši, piemēram, megalītisko pieminekļu priekšā: Ēģiptes faraonu kapenes un tempļi, Stounhendža, noslēpumainās Mohendžodaro drupas u. c. met tiešu izaicinājumu mūsu saprātam.

Izvirzītā tēze ir metodoloģiskais pamats CETI problēmas attīstībai. Tā rāda, ka atslēga kontaktiem ar ārpuszemes civilizācijām paslēpta tepat uz mūsu planētas, visos mūsu kultūras mantojuma slāņos, visas cilvēces intelektā. Būtībā nav cita zināšanu avota, no kā varētu smelties. Šis avots ir mūsu pieredze, kas mantoja cilvēku sabiedrības vēsturiskajā attīstībā. Pašā cilvēkā ietverta ģeoantropogēnā būtība un arī līdzekļi šīs nosacītības pārvarēšanai. Ceļš uz kosmokontaktu iet caur ģeokontaktu.

Lai gan dažbrīd šķiet, ka *Homo sapiens* nespēj atrisināt pat savas Zemes problēmas, tomēr viņa drosmīgie centieni, viņa skatieni ir vērsti izplatījumā, jo *Visums* nav tikai viņam — *Universum nec terrent*. Izplatījums, tur esošā bezgalība viņu nebaida. Pilnīgi iespējams, ka kodētā informācija par Zemes iedzīvotājiem, kura nosūtīta izplatījuma bezgalīgajās tālēs, kļūs par visdrošāko materiālo liecību sociālajai evolūcijai Saules planētu sistēmā.³

³ 1972. gada 3. martā tika palaists kosmiskais aparāts «Pioneer-10», kas nes plāksnīti ar vīrieša un sievietes attēlu, ūdeņraža atoma shēmu un shematisku Saules stāvokļa attēlojumu attiecībā pret dažiem pulsāriem.





Senu katastrofu liecinieki

Pēdējā laikā presē parādījušās ziņas, ka okeāna dibenā atrastas liecības par senām debess ķermeņu sadursmēm ar Zemi. Kā vēsta britu žurnāls «Nature», kanādiešu ģeologi Luhomirs Jensa un Džordžija Pīpaipera (Sv. Marijas universitāte Helifeksā) atklājuši lielu sadursmes izcelsmes krāteri Atlantijas okeāna dibenā 200 km no Jaunskotijas. Krāteris atrodas vietā, kur okeāna dziļums ir ap 113 m, zem bieziem nogulumu slāņiem. Krātera diametrs ir ap 45 km, dziļums ap 2,7 km ar 1,6 km augstu virsotni krātera centrā. Abi pētnieki lēš, ka šis veidojums varētu būt radies pirms apmēram 50 miljoniem gadu no sadursmes ar kosmisku ķermeni, kura diametrs varētu būt bijis 1,6—3,2 km. Iespējams, ka dinozauru un dažu citu dzīvnieku sugu izžušana uz Zemes ir saistīta ar šo katastrofu.

Savukārt amerikāņu ģeokīmiķi Frenks Kaits, Lejs Žou un Džons Vasons no Kalifornijas universitātes Losandželosā 1987. gada martā planētu pētnieku apspriedē Hjūstonā pastāstīja par savu atklājumu Klusā okeāna dienviddaļā, vietā, kuras koordinātas ir 90° rietumu garuma un 57° dienvidu platumā. 1981. gadā izdarot tur urbumus no kuģa, izurbtajā serdenī atrada sikus stiklveida iezu gabaliņus, kuros irīdija un zelta saturs krietni pārsniedza parasto šo elementu koncentrāciju Zemes iezos. Urbumos 120 km uz dienvidrietumiem no minētās urbumu vietas serdenī saturēja vēl daudz vairāk irīdija. Pētnieki domā, ka šie pirms 2,3 miljoniem gadu notikusi sadursme ar lielu asteroīdu. Sadursmes krāteri atklāt pagaidām nav izdevies. Okeāna dziļums šajā rajonā ir ap 4,5 kilometri. Katastrofā radušos ļoti siko

šķembu daudzums pētītajā slānī ir ap 10%, un domājams, ka tas sākotnēji ir bijis ap 1 cm biezs. Neliela daļa asteroīda vielas sadursmē nav izkususi un tagad atrodama sīku graudiņu veidā. Pētnieki vērtē, ka asteroīds devis vismaz 300 miljonu tonnu nogulumu, kas atbilst vismaz 550 m caurmēra ķermenim.

Citi ģeoloģiskie dati liecina, ka pirms 2,3—2,5 miljoniem gadu Zemes klimats strauji mainījies, lielāko daļu Ziemeļeiropas pārklājuši šļūdoņi. Šis izmaiņas varētu būt te minētās katastrofas sekas. Pētnieki turpina precizēt šā ar irīdiju pārbagātā Klusā okeāna rajona robežas.

Šis un citas liecības par kādreiz notikušām lielāku kosmisko ķermeņu sadursmēm ar Zemi un to sekām, iespējams, lasītājā vieš drūmas pārdomas par cilvēces nākotni. Un tomēr, ja izdotos apturēt bruņošanās drudzi, varētu apvienot valstu iespējas un daļu militāriem mērķiem paredzēto līdzekļu — arī ASV stratēģiskās aizsardzības iniciatīvas iestrādes — novirzīt, lai izveidotu sistēmu, kas nodrošinātu mūsu planētu pret sadursmēm ar prāvākiem kosmiskajiem ķermeņiem.

G. Ozoliņš

Meteorītu raža Antarktīdā

Antarktīdas ledāji ir bagātīga meteorītu krātuve. Ledājiem lēnām plūstot, tajos iesalušie meteorīti nonāk virspusē un ir viegli atrodamā. Pēdējā laikā Antarktīdā atrasts simtiem kilogramu dažāda lieluma meteorītu.

Amerikas Savienoto Valstu Flotes aviācijas attīstības centra (Vorminstera, Pensilvānijas štats) speciālists Endrū Ohadliks, jaunākais, ar kolēģiem Antarktīdas meteorītu meklēšanā veiksmīgi izmanto lidmašīnā uzstādītu radiolokācijas ierīci. Viņš ziņojis žurnāla «Sky and Telescope» redakcijai, ka lidmašīnas radars uz ledāja atstarojuma fona labi atšķir meteorītus, sākot ar apmēram 10 cm caurmēru, neatkarīgi no tā, vai tie ir dzelzs vai akmens meteorīti. Lai konstatētu mazākus meteorītus, pētāmajai vietai jāpārlido vairākkārt, dažādos azimutos. Radara signāls pārmeklē ledāju līdz vairāku metru dziļumam, un stundu ilgā lidojumā var izpētīt vismaz 2500 km² teritorijas. Ar tādu darba ražību varētu būt apmierināti pat visnepacietīgākie pētnieki.

G. Ozoliņš

Bredfīlda komēta un citas 1987. gada asteszvaigznes

1987. gada rudenī mūsu platuma grādos atkal bija novērojama samērā spoža komēta. Spožuma ziņā tā daudz neatpalika no Haleja komētas, kādu to pie mums varēja redzēt 1985. gada decembrī. To apliecina arī uzņēmums, kuru 1987. gada 10. novembra vakarā izdevās iegūt ar Baldones Šmita teleskopu (sk. attēlu vāku 2. lappusē, *augšā*). Šis uzņēmums eksponēts 8 min uz ORWO nesensibilizētās (t. i., zilo gaismu uztverošās) speciālās astronomiskās fotoplates ZU 21.

Diemžēl nelabvēlīgie laikapstākļi aizkavēja turpmāko fotografēšanu veselu mēnesi: komētu izdevās atkal novērot tikai 14. decembra vakarā (sk. vāku 2. lpp., *apakšā*).

Minēto komētu jau 1987. gada 11. augusta vakarā atklāja astronomijas amatieris Viljams Bredfīlds Dernankortā, Adelaidas pilsētas tuvumā, Austrālijā. Tad komēta bija redzama Hidras zvaigznājā kā 9. zvaigžņlieluma spīdekļis. Starptautiskās astronomijas savienības Astronomijas telegrammu birojs tai piešķīra apzīmējumu 1987s un nosaukumu «Bredfīlda komēta».

Ar šo atklājumu V. Bredfīlds kļuvis par 20. gadsimta rekordistu: viņa kontā ir jau 13 atklātas komētas. Turklāt viņš ir visu šo komētu vienīgais atklājējs, bez līdzatklājējiem. Nākamajās vietās ar 12 atklātām asteszvaigznēm ir Minoru Honda Japānā un Antonins Mrkošs Čehoslovākijā, pie tam Mrkošs komētas atklājis uz fotogrāfiskās debess patrulēšanas uzņēmumiem, kas paredzēti citu debess objektu pētīšanai.

Ja ņemam vērā visu laiku veiksmīgākos komētu «medniekus», Bredfīldu pārspēj tikai trīs personas: Zans Luijs Ponsa (1761—1831) ar 22 komētām, Viljams Roberts Bruks (1844—1921) ar 18 komētām un Eduards Emersons Bārnards (1857—1923) ar 14 komētām. Katrs no šiem trim atklājis vēl arī citas komētas, bet tajos gadījumos viņiem ir arī līdzatklājēji. Tāpēc Ponsa vārds ir pavisam 37, bet Bruksa vārds — 27 komētām.

Bredfīlda jaunā komēta perihēlijā (vistuvāk Saulei) atradās 1987. gada novembra sākumā, kad tā bija novērojama Čūskneša zvaigznājā kā 5. zvaigžņlieluma objekts.

1987. gads bija neparasti bagāts ar komētām, to apzīmēšanai pietrūka latīņu alfabēta mazo burtu, un 18. oktobrī atklātajai Millera komētai jau bija jādod apzīmējums 1987a. Daudzas 1987. gada komētas ir atkalatklātas, tas ir, jau zināmas periodiskās komētas, kas speciāli meklētas aprēķinātajās vietās un pirmoreiz novērotas šajā kārtējā atgriešanās reizē. Zināmo periodisko komētu skaits arvien pieaug, lielle teleskopi un modernie gaismas uztvērēji spēj reģistrēt arvien vājākus spīdekļus, tāpēc nav brīnums, ka ik gadus novēro arvien vairāk komētu.

No 1987. gada komētām Baldonē vēl fotografēta Nisikavas—Takamidzavas—Tago komēta 1987c un Rudenko komēta 1987u.

A. Alksnis

Zemestrīces un ģeofizikālie lauki

Cilvēces daudzgu gadsimtu laikā uzkrātā, bieži vien traģiskā pieredze liecina, ka zemestrīces ir viena no postošākajām dabas katastrofām.

trofām. Vidēji ik gadu notiek ap 20 ļoti spēcīgu un vairāk nekā 100 spēcīgu zemestrīču, kurās iet bojā ap 10 000 cilvēku. Tādēļ šīs dabas parādības fizikālā mehānisma un cēloņu izpēte vienmēr ir bijusi zinātnieku uzmanības centrā. Un, arvien vairāk apgūstot zemeslodes seismiski aktīvos apgabalus, kas izvietoti galvenokārt cilvēku eksistencei vislabvēlīgākajās zonās, jautājumu komplekss par zemestrīču cēloņiem un it sevišķi par to priekšvēstnesiem un prognozēšanu kļūst arvien aktuālāks.

Novērojot un analizējot parādības, kas ievada un pavada zemestrīces, zinātnieki izdalījuši vairākus desmitus tādu, kuru turpmākie pētījumi slēpj sevī zināmas perspektīvas no prognostikas viedokļa. To vidū īpašu vietu ieņem elektromagnētiskās parādības, kurām bijis veltīts raksts arī «Zvaigžņotajā Debesī»¹. Interesantākās no šā aspekta ir, pirmkārt, atmosfēras spīdēšana, kas saistīta ar elektrisko izlādi, kuru izraisa ļoti spēcīgu elektrisko lauku rašanās atmosfērā zemes virsmas tuvumā īsi pirms zemestrīces grūdiņa (šo lauku rašanās mehānisms pagaidām vēl ir visai neskaidrs²) un, otrkārt, zemestrīču ģenerētais radiostarojums, kas izpaužas kā specifisks troksnis plašā radiofrekvenču diapazonā un kam, izrādās, ir vērojamas raksturīgas parametru izmaiņas arī pirmszemestrīces periodā.

No intriģējošākām neelektromagnētiskās dabas parādībām jāmin dzīvnieku anomālā izturēšanās pirms zemestrīces, ko mēģina saistīt ar viņu spēju uztvert Zemes elektriskā un magnētiskā lauka izmaiņas, kas parādās zemestrīces nobriešanas jeb ģenerēšanās periodā.

Nesen par jauniem pētījumiem šajā jomā ziņojuši ASV ģeoloģiskā dienesta zinātnieki M. Džonstons un R. Millers.³ Analizējot rādi-

jumus, ko snieguši divi magnetometri, kas atradās tuvu 1986. gada 8. jūnija zemestrīces (5,9 balles pēc Rihtera 9 ballu skalas) epicentram Kalifornijā, viņi konstatēja zināmu ģeomagnētiskā lauka intensitātes samazināšanos zemestrīces laikā. Taču interesantākais ir tas, ka apmēram piecus mēnešus pirms zemestrīces magnetometri bija reģistrējuši pakāpenisku lēnu lokālā ģeomagnētiskā lauka intensitātes pieaugumu. Tas liecina, ka seismiskās aktivitātes izmaiņas izraisa arī lokālas ģeomagnētiskā lauka intensitātes variācijas. Diemžēl šīs variācijas ir ļoti mazas — ap 1 nanotesla⁴ —, tādēļ tās ir tikko pamanāmas uz ģeomagnētiskā lauka dabisko fluktuāciju fona, un līdz ar to šo izmaiņu konstatēšana un izmantošana zemestrīču paredzēšanai, neraugoties uz savu nenoliedzamo perspektivitāti, vismaz pagaidām vēl ir visai problemātiska gan jautājumos, kas saistīti ar aparatūras jutības palielināšanu, gan tīri metodiskā ziņā un prasa nopietnus tālākus pētījumus.

Ģeomagnētiskā lauka intensitātes izmaiņas zemestrīču laikā bija novērotas jau pagājušā gadsimta sākumā, taču variāciju nelielo vērtību dēļ mūsu gadsimta 50. gados tās atzina par vibrācijas izraisītām magnetometra rādītāja novirzēm. Tomēr 60. gados, kad tika radīti pret vibrācijām nejutīgi magnetometri, atkal parādījās publikācijas par ģeomagnētiskā lauka intensitātes izmaiņām pirmszemestrīču periodā. Šīs izmaiņas ieguva arī speciālu apzīmējumu — tektomagnētiskās parādības, bet to cēloņi vēl nav izprasti. Ģeomagnētiskā lauka intensitātes izmaiņas zemestrīču laikā — tā sauktās seismomagnētiskās parādības — parasti neizdodas konstatēt tāpēc, ka tās ir ļoti mazas un fiksējamas tikai tuvu epicentram.

M. Džonstona un R. Millera iegūtie dati, kas aptver gan pirmszemestrīces periodu, gan pašu zemestrīci, kā redzam, paver jaunas iespējas zemestrīču priekšvēstnešu pētīšanā, balstoties uz lokālā ģeomagnētiskā lauka intensitātes izmaiņu analizēm. Šie pētījumi perspektīvā var kalpot par pamatu tādas zemestrīču prognozēšanas metodikas izstrādāšanai, kas ļautu ģeofizikājiem no dažām dienām līdz

¹ Pohotelovs O., Pīlipenko V. Apakšzemes vētru elektromagnētiskie priekšvēstneši. — Zvaigžņotā Debess, 1984. gada vasara, 17.—21. lpp.

² Attiecīgi modeļpētījumi neapstiprina agrāk populārās hipotēzes, ka šo spēcīgo elektrisko lauku cēlonis ir pjezoelektriskais vai kāds cits elektromehāniskais efekts, kas rodas kristālisko iežu pirmszemestrīču mehānisko deformāciju rezultātā.

³ Sk.: Science News, 1987, vol. 132, № 11, p. 167.

⁴ 1 nanotesla = 10^{-9} tesla = 10^{-5} gaušu — magnētiskā lauka intensitātes mērvienības.

pat vairākiem mēnešiem iepriekš paredzēt šo dabas katastrofu sākuma momentus un līdz ar to attiecīgiem dienestiem pietiekami savlaicīgi veikt nepieciešamos pasākumus, lai mazinātu to postošās sekas. Nobeigumā jāteic, ka ASV ģeoloģiskais dienests šāda veida pētījumus jau paredzējis savos darba plānos.

A. B a k l a v s

Jaunas mazās planētas

1987. gada otrajā pusgadā Starptautiskais mazo planētu pētīšanas centrs (Masačūsetsā, ASV) apstiprinājis nosaukumus 84 mazajām planētām, 31 no tām ieguvusi astronomu vārdu — tās minēsim vispirms.

(2302) Florya — padomju astronoms Nikolajs Florja (1912—1941), maiņzvaigžņu pētnieks MVU P. Šternberga Valsts astronomijas institūta.

(2641) Lipschutz — Maikls Lipšucs, ķīmijas profesors ASV, speciālists kosmoķīmijā un meteoritikā.

(2751) Campbell — amerikāņu astronoms Viljams Voless Kempbels (1862—1938), speciālists spektroskopijā un radiālo ātrumu noteikšanā, Lika observatorijas direktors (1901—1930), Starptautiskās astronomijas savienības prezidents (1922—1925), ASV Nacionālās ZA prezidents (1931—1935).

(2753) Duncan — amerikāņu astronoms Džons Čārlzs Dankens (1882—1967), maiņzvaigžņu un galaktiku novērotājs un pētnieks.

(2902) Westerlund — zviedru astronoms Bengts Vesterlunds, Upsalas observatorijas direktors, zvaigžņu astronomijas speciālists; novērojis arī mazās planētas.

(3065) Sarahill — amerikāņu astronome Zāra Hilla, Veleslija koledžas astronomijas profesore un daļas vadītāja, izcila pedagoģe.

(3098) van Sprang — holandiešu astronomijas amatieris Berts van Sprangs, aktīvs astronomijas popularizētājs.

(3132) Landgraaf — vācu astronoms Verners Landgrāfs, mazo planētu orbītu aprēķinātājs un nenumurēto planētu pētnieks.

(3172) Hirst — Dienvidāfrikas astronoms

Viljams Hērsts, mazo planētu orbītu aprēķinātājs, debess mehānikas pasniedzējs un ZMP novērojumu organizētājs Keiptaunas universitātē.

(3173) McNaught — angļu astronoms Roberts Maknots, ZMP novērotājs Hērstmonsā (Griničas Astronomijas observatorijas arpilsētas bāzē) un Austrālijā, aktīvi novēro arī komētas, mazās planētas un citus objektus; 1987. gadā atklājis spožu komētu.

(3174) Alcock — angļu astronomijas amatieris Džordžs Alkoks, piecu komētu un četrus novu atklājējs.

(3176) Paolicchi — itāliešu astronoms Paolo Paoliki, astrofizikas profesors Pizas universitātē, planētu, arī Saules sistēmas mazo ķermeņu, pētnieks.

(3201) Sijthoff — holandiešu sabiedriskais darbinieks Alberts Georgs Seithofs, Hāgas planetārija vadītājs un astronomijas popularizētājs.

(3209) Buchwald — dāņu speciālists metalurģijā un meteoritikā Vagns Fabriciuss Buhvalds, Dānijas Tehniskās universitātes profesors, atradis un izpētījis vairākus meteoritus Grenlandē un Antarktidā.

(3210) Lupishko — padomju astronoms Dmitrijs Lupiško, Harkovas observatorijas direktora vietnieks, speciālists mazo planētu fotometrijā un fizikālo īpašību pētīšanā.

(3222) Liller — amerikāņu astronoms Viljams Lillers, Hāvarda universitātes profesors, mazo planētu, komētu, maiņzvaigžņu un citu objektu pētnieks, vairāku novu atklājējs.

(3275) Oberndorfer — vācu astronoms Hanss Oberndorfers, Bavārijas Tautas observatorijas (Minhenē) direktors, izcils organizators, speciālists astronomijas instrumentu konstrukcijās.

(3277) Aaronson — amerikāņu astronoms Marks Āronsons (1950—1987), Arizonas universitātes astronomijas profesors, speciālists galaktiku fizikā.

(3314) Beals — Kanādas astronoms Kārlails Smits Bilss (1899—1979), zvaigžņu fizikas, kā arī meteorītu pētnieks.

(3315) Chant — Kanādas astronoms Klarens Oģists Šāns (1865—1956), Toronto universitātes astronomijas nodaļas dibinātājs, Saules un Saules aptumsumu pētnieks.

(3316) Herzberg — Kanādas astronoms un ķīmiķis Gerhards Hercbergs, molekulu spektru pētnieks, izpētījis daudz komētu, planētu un starpzvaigžņu vielas spektrus.

(3327) Campins — amerikāņu astronoms Humberto Kempinss, Tūsonas Planētu pētīšanas institūta līdzstrādnieks, pētījis galvenokārt komētu kodolu fizikālās īpašības.

(3341) Hartmann — amerikāņu astronoms Viljams Hārtmens, Tūsonas Planētu pētīšanas institūta vecākais līdzstrādnieks, Mēness, komētu un trojiešu grupas mazo planētu pētnieks; arī pazīstams gleznotājs.

(3417) Tamblin — amerikāņu astronoms Pīters Temblins, Mazo planētu pētīšanas centra darbinieks.

(3420) Standish — amerikāņu astronoms Mailzs Stendišs, Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktivās kustības laboratorijas darbinieks, debess mehānikas speciālists, strādā galvenokārt dažādu efemerīdu sastādīšanā.

(3439) Lebofsky — amerikāņu astronoms Lerijs Lebofskis, Arizonas universitātes Mēness un planētu laboratorijas darbinieks, pēti galvenokārt Saules sistēmas mazo ķermeņu fizikālās īpašības.

(3467) Bernheim — amerikāņu astronoms Roberts Bārnems, Lovela observatorijas darbinieks, sešu komētu atklājējs, viens no Lovela observatorijas zvaigžņu īpatnējo kustību kataloga autoriem. (Senais dzimtas uzvārds, kad senči dzīvojuši Bohēmijā, bijis *Bernheim*; tagad *Burnham*.)

(3594) Scotti — amerikāņu astronoms Džeimss Skoti no Arizonas universitātes, nodarbojas galvenokārt ar komētu un mazo planētu novērojumu datu apstrādi, kas iegūti ar lādīnsaites matricām.

(3638) Davis — amerikāņu astronoms Donalds Deiviss, Tūsonas Planētu pētīšanas institūta vecākais līdzstrādnieks, mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(3639) Weidenschilling — amerikāņu astronoms Stjuarts Veidenšilingss, Tūsonas Planētu pētīšanas institūta līdzstrādnieks, mazo planētu fizikālo īpašību un Saules sistēmas kosmogonijas pētnieks.

(3683) Baumann — vācu astronomijas amatieris Pauls Baumanis (1901—1976), Maincas Tautas observatorijas dibinātājs, astronomijas

popularizētājs, arī sabiedriska darbinieks pilsetas padomē.

Astoņām planētām piešķirti citu nozaru zinātnieku vārdi: (2642) Vesale — ārsts Andre Vesāls (1514—1564); (2666) Gramme—Zenobs Gramms (1826—1901), svarīgu izgudrojumu autors elektrotehnikā; (2770) Tsvet — Mihails Cvets (1872—1919), fiziologs un hromatogrāfijas iedibinātājs; (3128) Obruchev — Vladimirs Obrucevs (1863—1956), padomju ģeogrāfs un ģeologs, arī populārzinātnisku un fantastisku grāmatu autors; (3208) Lunn — daņu inženieris, speciālists metalurģijā Borgs Lunns (1912—1986); (3234) Hergiani — padomju alpinists Mihails Hergiani (1932—1969); (3414) Champollion — franču egiptologs Žans Fransuā Šampolions (1790—1832); (3437) Kapitsa — pazīstamais padomju fiziķis Pjotrs Kapica (1894—1984), 1978. gada Nobela prēmijas laureāts fizikā.

Rakstniekiem un māksliniekiem veltītas planētas (2578) Saint-Exupery, (2819) Ensor, (2913) Horta; (3094) Čukokkala — Korneja Čukovska, istajā vārdā Nikolaja Korņeicukova (1882—1969), piemiņai; (3149) Okudzhava — par godu Bulatam Okudžavam; (3186) Manuilova — padomju tēlniece Olga Manuilova (1893—1984); (3280) Gretry, (3453) Dostojevsky, (3469) Bulgakov, (3479) Malaparte, (3508) Pasternak; (3516) Rusheva — jaunās agrī mirusās mākslinieces Nadjas Ruševas (1952—1969) piemiņai; (3534) Sax — saksofona izgudrotājs Ādolfs Sakss (1814—1894).

Sabiedriskajiem darbiniekiem veltītas planētas (2973) Paola, (3228) Pire, (3233) Krišbarons — latviešu folklorists, rakstnieks un sabiedriskais darbinieks Krišjānis Barons (1835—1923) un (3273) Drukar — par godu pirmajam grāmatu iespaidējam Krievijā un Ukrainā Ivanam Fjodorovam (ap 1510—1583). Astronomu ģimenes locekļi un draugi iemūzināti nosaukumos (3164) Prast, (3286) Anatoliya, (3403) Tammy, (3413) Andriana, (3459) Bodil, (3525) Paul, (3561) Devine, (3598) Saucier, (3631) Sigyn un (3680) Sasha. Mitoloģiski nosaukumi ir (2832) Lada — senslāvu ģimenes un laimes dievība; (3240) Laocoon, (3564) Talhybius un (3596) Meriones — Trojas kara varoņi — (atbilstošās planētas pieder pie t. s. trojiešu grupas, kuru

kustība visu laiku norit vienādmalu trijstūra virsotnes tuvumā; trijstūra abās pārējās virsotnēs atrodas Saule un Jupiters). Planēta (2653) Principia iezīmē Nūtona slavenā darba «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» 300. gadadienu kopš iznākšanas.

Beidzot, ģeogrāfiski nosaukumi piešķirti planētām (2564) Kayala, (2689) Bruxelles, (2713) Luxembourg, (3158) Anga, (3232) Brest, (3242) Bakhchisaraj, (3309) Brorfelde — Ko-

penhāgenas observatorijas vieta, (3533) Toyota, (3539) Weimar, (3565) Ojima — observatorijas vieta Japānā, (3583) Burdett un (3607) Naniwa. Vēl te var minēt (2869) Nepryadva — upe, kuras tuvumā notika Kuļikovas kauja 1380. gadā, kad Maskavas un Vladimiras lielkņaza Dmitrija Donskoja vadībā tika uzvarēti mongoļu-tatāru karapulki.

I. Rudzinska, M. Dirīķis

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Jaunākās paaudzes lielle teleskopi, kuriem galvenais spogulis (diametrs 3,5—4,2 m) ir izgatavots ārkārtīgi precīzi un temperatūras svārstību ietekmē praktiski nedeformējas, kombinācijā ar vismodernākajiem starojuma uztvērējiem — lādiņsaites matricām — tagad ļauj uzņemt 26. zvaigžņlieluma un pat vēl mazliet vājākus objektus.

★★ Amerikāņu firma «Tektronix» 1987. gadā sākusi ražot superlielu lādiņsaites matricu, kuras gaismjutīgā virsma ir ap 40 cm² un sastāv no vairāk nekā četriem miljoniem atsevišķu elementu, kas izkārtoti 2048 rindās pa 2048 elementiem katrā. Līdz šim pašai lielākajai astronomijā izmantojamai lādiņsaites matricai bija 25 reizes mazāka darbvirsma, ko veidoja 800 rindās pa 800 elementiem katrā; firma «Texas Instruments» to pirms vairākiem gadiem izstrādāja 2,4 m kosmiskajam teleskopam un vēlāk sāka ražot arī lietošanai uz Zemes.

★★ Pamatojoties uz novērojumiem ar apertūras sintēzes radioteleskopu VLA (27 antenas 25 m diametrā), Kalifornijas universitātes (Berklīja, ASV) zinātnieki secinājuši, ka mūsu Galaktikas patieso centru reprezentē objekts, kurš pazīstams kā radiostarojuma avots Sag-A*. Mērījumu precizitātes robežās tas ir nekustīgs, diametrs tam ir mazāks nekā Saturna orbitai, bet masa, pēc visām pazīmēm spriežot, vismaz dažus simtus reizu lielāka nekā Saulei. Divi pēdējie raksturlielumi un radiostarojuma spektrs vedina uzskatīt šo objektu par melno caurumu, kurš intensīvi uzsūc tā apkārtnē sastopamo vielu.



APKALPES MAIŅA ORBITĀLAIJĀ STACIJĀ «MIR»

Kā jau ziņojām,* otrā ekspedīcija uz padomju orbitālo staciju «Mir» sākās 1987. gada 6. februārī. Jūlija beigās, atgriežoties uz Zemi starptautiskajai padomju un sīriešu viesekspedīcijai, tika nomainīts pamatapkalpes bortinženieris Aleksandrs Laveikins, kuram medicīniskā kontrole bija atklājusi novirzes no normas sirds un asinsvadu sistēmas darbībā. Orbitālajā stacijā kopā ar komandieri Juriju Romaņenko darbu turpināja viesapkalpes bortinženieris Aleksandrs Aleksandrov.

Turpmākajos četros mēnešos kosmonauti izpildīja plašu eksperimentu, pētījumu, montāžas un profilakses darbu programmu. Ievērojama vieta tajā bija ierādīta astrofizikālajiem novērojumiem ar rentgenobservatoriju «Rentgens» un ultravioleto teleskopu «Glazar». Īpaši jāpiemin Lielajā Magelāna Mākonī nesen uzliesmojušās supernovas rentgenspektru iegūšana. Turpinājās zinātniskie un tehnoloģiskie eksperimenti, to vidū poliakrilamīda gēla sintēze ar iekārtu «Svetoblok-T», dažādu materiālu kušanas un kristalizācijas dinamikas pētījumi, izmantojot spoguļkrāsni, bioloģiski eksperimenti iekārtās «Fiton» un «Bioterm». Ar iekārtu «Elektrotopogrāfs» kosmonauti turpat orbitālajā stacijā veica atklātā kosmosā (stacijas slūžu kamerā) ekspanētu konstrukciju un siltumizolācijas materiālu īpašību pētījumus. Tika novērota un fotografēta arī Zemes virsma, kosmo-

nauti kontrolēja savu veselības stāvokli, veica orbitālā kompleksa iekārtu un sistēmu apkopi un remontu.

Šajā laikā staciju ar degvielu, ūdeni, pārtiku un citiem izlietojamiem materiāliem, ar papildu aparāturu, kā arī ar pastu apgādāja trīs automātiskie transportkuģi «Progress». Tie startēja, sakabinājās ar orbitālo staciju, tika atkabināti no tās un beidza lidojumu attiecīgi «Progress-31» 4. un 6. augustā un 22. un 23. septembrī, «Progress-32» — 24. un 26. septembrī un 17. un 19. novembrī, «Progress-33» — 21. un 23. novembrī un 17. un 19. decembrī. Jāpiebilst, ka 10. novembrī transportkuģis «Progress-32» tika uz 98 minūtēm atdalīts no stacijas, attālinājās līdz 2,5 km no tās, pēc tam atkal tuvojās un sakabinājās ar staciju. Šā manevra mērķis bija noslīpēt jaunu transportkuģa un orbitālā kompleksa satuvināšanās tehnoloģiju un tās vadības algoritmus, kuri ļautu ievērojami samazināt degvielas patēriņu. Transportkuģa «Progress-33» tuvināšanās un sakabināšanās notika jau atbilstoši jaunajai tehnoloģijai, degvielas patēriņš šajā procesā bija samazinājies no 190 kg līdz 90 kilogramiem. Ar transportkuģu dzinējiekārtām tika veiktas pa vienai kompleksa orbītas korekcijai.

1987. gada 21. decembrī ar kosmosa kuģi «Sojuz TM-4» uz orbitālo staciju «Mir» devās tās nākamā apkalpe — kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts Vladimirs Titovs un bortinženieris Musa Manarovs, kā arī kosmonauts pētnieks Anatolijs Ļevčenko.

Kuģa komandierim ir pārdzīvojumiem bagāta

* Sk. «Zvaigžņotā Debess»: 1987./88. gada ziema, 32.—34. lpp.; 1988. gada pavasaris, 19., 20. lpp.

kosmisko lidojumu pieredze — viņa pirmajā lidojumā 1983. gada pavasarī kuģim «Sojuz T-8» neizvērsās tuvošanās sistēmas antena, mēģinājums sakabināties ar staciju «Salūts-7», lietojot tikai rokas vadības sistēmu, neizdevās. Pirms nākamā lidojuma, tā paša gada septembrī, starta kompleksā izcēlās ugunsgrēks un avārijas glābšanas sistēma katapultēja nolaižamo aparātu no nesējraķetes.

Pārējiem diviem apkalpes locekļiem šis bija pirmais kosmiskais reiss. Kosmonautam pētniekam A. Ļevčenko pieder visai reti sastopams tituls — viņš ir PSRS Nopelniem bagātais lido-tājs izmēģinātājs. Bija paredzēts, ka A. Ļevčenko jāatgriežas uz Zemi jau pēc nedēļas — kopā ar nomaināmo stacijas apkalpi. Viens no galvenajiem viņa uzdevumiem bija iegūt kosmiskā lidojuma pieredzi un pārbaudīt cilvēka spēju vadīt lidmašīnu tūlīt pēc atgriešanās no kosmosa. Tas nepieciešams, lai gatavotos lidojumam ar perspektīvajiem daudzkārt izmantojamiem kosmosa kuģiem, kuri uz Zemi atgriezīsies kā lidmašīna.

Atšķirībā no iepriekšējām viessekspedīcijām šoreiz galvenais kosmonautu kopīgā darba

saturs bija orbitālās stacijas saimniecības nodošana jaunas apkalpes pārziņā. Ar eksperimentu programmu nodarbojās galvenokārt no šā pieņēmuma brīvais kosmonauts pētnieks.

29. decembrī J. Romaņenko, A. Laveikins un A. Ļevčenko ar kosmosa kuģi «Sojuz TM-3» atgriezās uz Zemes. J. Romaņenko kosmosā bija pavadījis 326 dienas (līdz tam visilgākā — 237 dienas — bija trešā ekspedīcija uz «Salūtu-7»), A. Laveikina lidojuma ilgums — 160 dienas. Pirmo reizi orbitālās stacijas «Mir» apkalpe tika nomainīta, nepārtraucot stacijas darbību pilotējamā režīmā. «Mir» komandieris tagad bija V. Titovs, bortinženieris — M. Manarovs.

30. decembrī abi kosmonauti pārvietoja pie moduļa «Kvants» sakabināšanās mezgla atsiāto kuģi «Sojuz TM-4» uz pārejas nodalījuma sakabināšanās mezglu. Kārtējais automātiskais transportkuģis «Progress-34» startēja 1988. gada 21. janvārī un sakabinājās ar orbitālo kompleksu 23. janvārī.

(Pēc padomju preses materiāliem)

ORBITĀLĀS GAMMA OBSERVATORIJAS

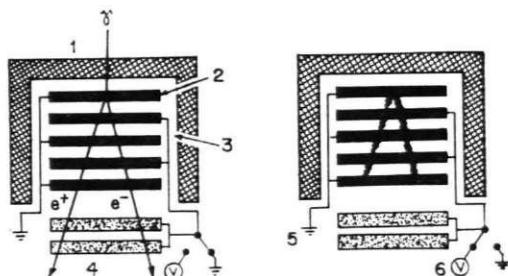
No visām jaunajām astronomisko novērojumu nozarēm, kuru attīstībai ceļu pavēra iespēja pacelt novērošanas instrumentus virs Zemes atmosfēras, visneparastāko informāciju principā varētu sniegt gamma astronomija. Patiesi, tāds elektromagnētiskais starojums, kuram katra atsevišķā kvanta enerģija mērāma simtos tūkstošu, miljonus un pat miljardos elektronvoltu, var rasties tikai vai nu miljards un vairāk grādu karstā plazmā, vai arī ļoti enerģisku procesu un mijiedarbību gaitā. Gamma kvantus izstaro

atomu kodoli, kad tie stājas sintēzes reakcijās, sabrūk dalīšanās reakciju gaitā vai kad no ierosināta stāvokļa, kurā tie nonākuši neitronu, protonu vai citu kodolu trāpījumu dēļ, atgriežas normālā stāvoklī. Šāds starojums rodas arī, ļoti ātriem (relatīvistiskiem) elektroniem kustoties spēcīgā magnētiskajā laukā, sastopoties ar atomu kodoliem vai saduroties ar redzamā, infrasarkanā un radio diapazona kvantiem; anihilējot vielas un anti vielas daļiņām (piemēram, elektroniem un pozitroniem) utt.

Diemžēl astronomiskie novērojumi gamma staros ir arī tehniski grūtāk realizējami nekā jebkurā citā elektromagnētiskā starojuma diapazonā. No Visuma dziļēm pienākošo gamma kvantu skaits ir ļoti pieticīgs (visā astronomijas vēsturē to uztverts tikai ap 200 000), un tie izraisa uztvērējos daudz mazāk impulsu nekā Zemes radiācijas joslu un kosmisko staru elektriski lādētās sīkdaļiņas. Gamma kvantu spēja iespieties jebkurā materiālā ir tik liela, ka grūti pat tikai aizēnot no sāniem pienākošo starojumu (ar kolimatoriem kādus lieto cieto rentgenstaru diapazonā), nemaz nerunājot par vajadzīgā starojuma koncentrēšanu uz uztvērēja (ar slīdošās atstarošanas spoguļiem, kādus nereti izmanto mīkstā rentgenstarojuma diapazonā).

Mīksto gamma staru (atsevišķa kvanta enerģija līdz 10 MeV) diapazonā visbiežāk lieto tā dēvētos scintilācijas teleskopus, kuri pēc virziendarbības panākšanas metodes ir līdzīgi rentgenastronomijā izmantojamiem kolimatoru uztvērējiem. Atšķirībā no tiem gamma starojumam domātā instrumenta kolimators parasti ir nevis pasīvs, bet gan aktīvs: tas reģistrē no sāniem pienākošos kvantus (kā arī elektriski lādētās sīkdaļiņas) un tādējādi ļauj apstrādes gaitā tos atsijāt no galvenā uztvērēja reģistrētajiem signāliem. Par starojuma uztvērēju šādos instrumentos, kā izriet no to nosaukuma, tiek izmantots scintilators — viela, kas gamma kvantu ietekmē spīd. Scintilācijas teleskopu leņķiskā izšķirtspēja ir tāda pati kā to redzes lauks, kurš apmierinošas jutības nodrošināšanai nedrīkst būt pārāk mazs, un labākajā gadījumā sasniedz apmēram 10 grādus.

Cieto rentgenstaru diapazonā parasti lieto tā dēvētos dzirksteļkameras teleskopus, kuros starojuma pienākšanas virzienu nosaka, liekot tā kvantiem sadursmē ar kāda materiāla slāni pārvērsties elektronu un pozitronu pāros un padarot redzamus šo sīkdaļiņu ceļus ar retinātu gāzi pildītā kamerā (1. att.). Šādu instrumentu redzes lauks parasti ir daži desmiti grādu, leņķiskā izšķirtspēja — daži grādi, resp., vairumā gadījumu pārāk zema, lai reģistrēto gamma starojuma avotu varētu, pamatojoties uz tā koordinātām, identificēt ar citos staros novērojamo spīdekli. Tiesa, leņķiskās izšķirtspējas



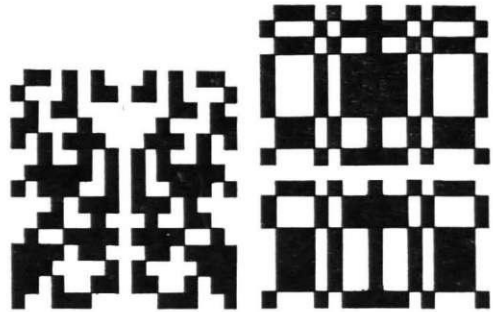
1. att. Uz dzirksteļkameras bāzes veidots cietā gamma starojuma teleskops: 1 — aizsargēkrāns pret elektriski lādētajām sīkdaļiņām, 2 — dzirksteļkameras elektrodi (metāla plāksnes), 3 — inerta gāze, 4 — elektriski lādēto sīkdaļiņu detektors, 5 — elektriskais savienojums ar iekārtas korpusu, 6 — augstsprieguma avots. Tikko elektriski lādēto sīkdaļiņu detektors reģistrē gamma kvanta radīto elektrona (e^-) un pozitrona (e^+) pāri, uz katru otro elektrodu tiek padots augstspriegums. Spēcīgais elektriskais lauks starp plāksnēm izraisa dzirksteļizlādes tajās vietās, kur kamerā iepildīto gāzi jonizējuši lielā ātrumā lidojošais elektrons un pozitrons. Tajā pašā mirklī tiek iedarbinātas ierīces, kuras optiski, elektriski vai akustiski reģistrē visu dzirksteļu atrašanās vietu un tādējādi ļauj noteikt elektrona un pozitrona ceļu kamerā. Pēc šo daļiņu kustības virziena, savukārt, var viegli noteikt gamma kvanta pienākšanas virzienu.

paaugstināšanai līdz grāda daļām iespējams izmantot, tāpat kā rentgenastronomijā, kodētās maskas (2. att.).* Nevienu orbītā ievadītājā gamma teleskopā šī nesens izgudrotā ierīce pagaidām tomēr vēl nav ietverta.

Lai gan jau 1961. gadā ar pavadoņa «Explorer-11» (ASV) aparāturu tika atklāts pirmais kosmiskā gamma starojuma avots (Galaktikas centra rajonā), gamma astronomijas sasniegumu saraksts iepriekš izklāstīto grūtību dēļ joprojām ir visai pieticīgs. Ar dzirksteļkameras teleskopiem, kas bija uzstādīti pirmajās orbītālajās gamma observatorijās — pavadoņos «Explorer-48» jeb SAS-2 (ASV) un COS-B (Rietumeiropa), aplūkota cietajos gamma staros apmēram puse debess sfēras, tajā skaitā — visa Piena Ceļa josla. Rezultātā, pirmkārt, reģis-

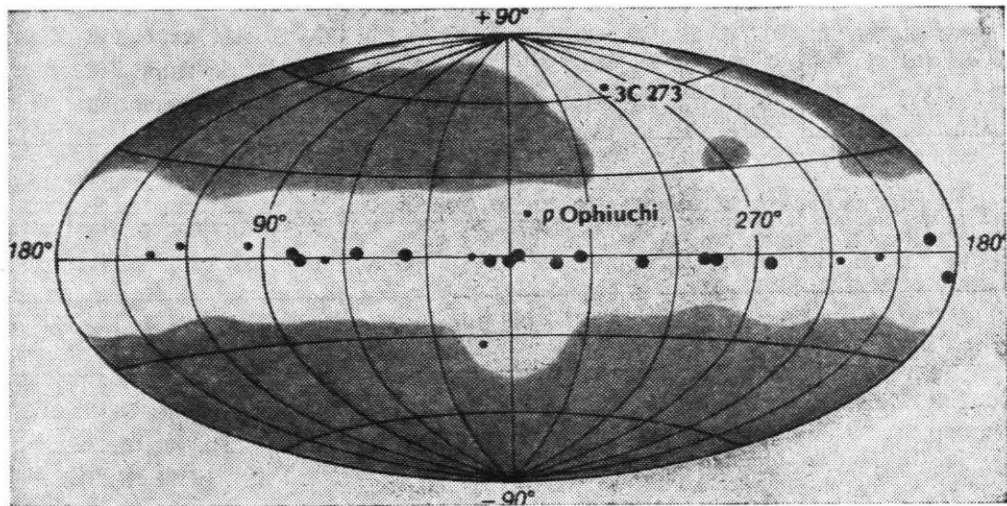
* Sk. Mūkins E. Jaunas orbītālās rentgen-observatorijas. — Zvaigžņotā Debess, 1988. gada pavasaris, 20.—24. lpp.

trēti nepilni trīsdesmit diskreti starojuma avoti (3. att.), taču tikai dažus no tiem bijis iespējams droši identificēt ar konkrētiem citos diapazonos iepazītiem objektiem: vienu — ar kvazāru 3C 273, divus — ar pulsāriem Krabja miglājā un Buru zvaigznājā, divus — ar blīviem starpzvaigžņu vielas mākoņiem Čūskeņa un Oriona zvaigznājos (sk. krāsu ielikumu). (Vēl daži mīkstāka gamma starojuma avoti pamanīti ar citu pavadoņu un aerostatu aparāturu un identificēti lielākoties ar aktīvajām galaktikām.) Otrkārt, šim debess apgabalam kartēts gamma starojuma difūzais fons, taču nav izdevies noskaidrot, kādu daļu no tā rada kosmiskā korpuskulārā starojuma mijiedarbība ar starpzvaigžņu vidi un kādu — daudzi vāji, ar līdzšinējiem instrumentiem atsevišķi nesaskatāmi diskretie avoti. Ar pavadoņi HEAO-3 (ASV) uzstādīto gamma spektrometru diezgan sīki iepazīts difūzā fona un Galaktikas centra spektrs (4. att.), taču šiem novērojumiem ir maza leņķiskā detalizētība. Ar pavadoņiem OSO-7 (ASV) un «Prognose-2» (PSRS) 1972. gadā pirmoreiz reģistrēts un vēlāk ar pavadoņiem HEAO-1 un SMM (abi ASV) samērā smalki spektrometrēts Saules gamma starojums, kas novērojams

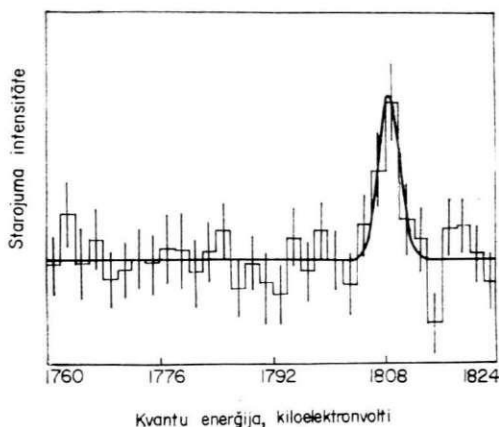


2. att. Kodētās maskas cietā rentgenstarojuma un gamma starojuma uztvērēju leņķiskās izšķirtspējas paaugstināšanai, kuras izstrādājuši angļu speciālisti. (Pēc «Journal of the British Interplanetary Society».)

vienīgi šā spīdekļa uzliesmojumu laikā. Ar pilnīgi citam nolūkam domātajiem pavadoņiem «Vela» (ASV) jau 1967. gadā pamanīti kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumi, kuri notiek pilnīgi negaidīti dažādās debesspusēs, ilgst dažas sekundes un šajos mirkļos pēc intensitātes pārspēj visus pastāvīgos avotus kopā ņemtus. Kopš 1978. gada ar speciāliem uztvērējiem, kas



3. att. Diskrēto gamma starojuma avotu karte (galaktiskajā koordinātu sistēmā, kuras ekvators sakrīt ar Piena Ceļa joslu un nullpunkts — ar virzienu uz Galaktikas centru), sastādīta pēc Rietumeiropas pavadoņa COS-B pārraidītajiem datiem (pelēkie apgabali — ar šo pavadoņi neaplūkotā debess daļa). (Pēc «Наука и человекство 1982».)



4. att. Difūzā gamma starojuma fona spektrogramma ar alumīnija izotopa ^{26}Al spektra līniju, aprēķināta pēc amerikāņu pavadoņa HEAO-3 pārraidītajiem datiem. (Pēc «Astrophysical Journal».)

Lielākie orbitālie gamma teleskopi (palaistie un būvējamie)

(Pēc grāmatas «Методы внеатмосферной астрономии» datiem)

A. Scintilācijas teleskopi darbam mīkstajos gamma staros (minēti instrumenti, kam starojuma uztvērēju efektīvais laukums ir vismaz 100 cm^2)

Kosmiskais aparāts, valsts	Starta gads	Starojuma diapazons, MeV	Efektīvais laukums, cm^2	Redzes lauks, grādi	Novērošanas objekts
HEAO-1 (ASV)	1978	0,1 — 5 0,2 — 10	4×45 125	20 40	Debess kopumā Debess kopumā
SMM (ASV)	1979	0,3 — 9	7×45	180	Saule u. c. objekti
Gamma (PSRS)	1988?	0,05—5			Konkrēti apgabali
GRO (ASV)	1990?	0,1 — 10	4×440	9	Konkrēti apgabali

B. Dzirstekļkameras teleskopi darbam cietajos gamma staros (minēti instrumenti, kam starojuma uztvērēja efektīvais laukums ir vismaz 500 cm^2).

Kosmiskais aparāts, valsts	Starta gads	Starojuma diapazons, MeV	Efektīvais laukums, cm^2	Redzes lauks, grādi	Leņķiskā izšķirtspēja, °	Novērošanas objekts
SAS-2 (ASV)	1972	25—1000	540	30	2	Piena Ceļš u. c.
COS-B (ESA)	1975	50—10000	575	20	3	Piena Ceļš u. c.
Gamma (PSRS)	1988?	50—5000	2500	30	$1\frac{1}{2}^*$	Konkrēti objekti
GRO (ASV)	1990?	20—30000	6400	45	1^*	Konkrēti objekti

* Izmantojot dzirstekļkameras priekšā novietotu kodēto masku, 15—20 loka minūtes (Gamma) vai pat augstāka (GRO).

bija uzstādīti automātiskajās starpplanētu stacijās «Venēra-11» — «Venēra-14» (PSRS), «Pioneer-Venus-1» (ASV), ICE (ASV) un «Helios-2» (VFR), kā arī Zemes mākslīgajos pavadoņos «Prognose» (PSRS), HEAO (ASV) u. c., vairāku uzliesmojumu avoti nopeilēti ar dažu loka minūšu vai pat vēl lielāku precizitāti, tomēr nevienu no tiem nav izdevies daudz maz droši identificēt ar kādu pazīstamu objektu.

Tādējādi līdzšinējie panākumi pastāvīgo gamma starojuma avotu izpētē gūti lielākoties ar diviem tikai pārsimt kilogramus smagiem, tolies speciāli šim mērķim domātiem pavadoņiem: ar 1972. gadā palaisto SAS-2 un sevišķi — ar 1975. gadā palaisto un savu plānoto darbmūžu daudzkārt pārsniegušo COS-B. Taču, kad 1982. gadā šī Rietumeiropas valstu kopīgi radītā orbitālā observatorija beidzot pārstāja funkcionēt, astronomu rīcībā vairs nepalika neviens kosmiskais aparāts, kas būtu domāts dažādu debess apgabalu novērošanai gamma staros. Situācija ir tikpat bēdīga arī pašlaik (par spīti tai, 1987. gada februārī uzliesmojušās supernovas gamma starojumu tomēr izdevās uztvert — ar Saules pētīšanai domātā pavadoņa SMM aparāturu), taču paredzams, ka jau tuvākajā laikā tā sāks strauji uzlaboties.

Padomju Savienībā tiek gatavota drīzām startam automātiskā orbitālā observatorija «Gamma» (dažkārt dēvēta arī par OKO) ar zinātnisko ekipējumu 2 t kopsvarā, kura izstrādē piedalījusies Francija. Pavadoņa galvenais instruments ir dzirksteļkameras teleskops ar kodēto masku, kuram jutībā un leņķiskajā izšķirtspējā vairākkārt jāpārsniedz jebkurš līdzšinējais orbitāli ievadītais cietā gamma starojuma uztveršanas instruments (sk. tab.). Bez tam pavadoņi uzstādīts scintilācijas teleskops novērojumiem mīkstajos gamma staros, kā arī rentgenspektrometrs «Pulsārs X-2». Attēlus un spektrus reģistrējoši cietā rentgenstarojuma instrumenti, kuru darbības diapazons iesniedzas mīkstajos gamma staros, būs arī orbitālajā observatorijā «Granāts». Pavadoņi «Gamma» paredzēts palaist ar nesējraķeti «Sojuz» šā gada beigās, pavadoņi «Granāts» — apmēram tajā pašā laikā

ar lielaudas nesējraķeti «Protons», jo tam jāsasniedz stipri augsta orbīta.

Amerikas Savienotajās Valstīs, savukārt, tiek gatavota automātiskā orbitālā observatorija GRO (Gamma Ray Observatory) ar zinātnisko ekipējumu vairāk nekā 6 t kopsvarā, kura izstrādē piedalījusies VFR. Pēc tehniskās koncepcijas, plānotā ekspluatācijas režīma un darbmūža ilguma, astronomiskās aparatūras parametriem GRO ir viena no amerikāņu «lielajām kosmiskajām observatorijām» (great space observatories), kuru saimes pirmais pārstāvis būs pavadoņi HST ar 2,4 m optisko teleskopu. Pirmkārt, GRO paredzēts laiku pa laikam tehniski apkopt un remontēt turpat orbītā, bet lielu kļūmju novēršanai vai aparatūras modernizēšanai atgādāt atpakaļ uz Zemi — visu ar «Space Shuttle» tipa kosmoplāniem; šādā veidā iecerēts nodrošināt observatorijai daudzus gadus ilgu un maksimāli raženu darbmūžu. Otrkārt, GRO zinātniskais ekipējums ir visai daudzveidīgs un pēc svarīgākajiem raksturlielumiem unikāls: veseli četri dažāda veida instrumenti, kuriem ir daudzas reizes augstāka jutība un leņķiskā vai spektrālā izšķirtspēja nekā to orbītā agrāk ievadītajiem priekštečiem (ja tādi vispār ir). Šo instrumentu vidū ir ļoti liels scintilācijas teleskops mīkstā gamma starojuma uztveršanai, milzīgs dzirksteļkameras teleskops novērojumiem cietajos gamma staros, tā dēvētais dubultā komptonefektā teleskops attēlu iegūšanai mīkstajos gamma staros (orbitālajā observatorijā tāds uzstādīts pirmoreiz) un citi.

Ciešā saistība ar transportsistēmu «Space Shuttle», lai arī pavērs šai orbitālajai observatorijai principiāli jaunas ekspluatācijas iespējas, pašreizējā situācijā stipri kavē tās darbības sākumu: pirms «Challenger» katastrofas GRO starts bija paredzēts 1988. gadā, turpretī tagad atbūvēts labākajā gadījumā uz 1990. gadu.

Tā vai citādi, gamma astronomija, kura uz vairākiem gadiem bija palikusi bez nevienas orbitālās observatorijas, visā drīzumā pacelsies daudz augstākā tehniskā līmenī nekā pirms šā apskūma perioda.

E. M ū k i n s

JAUNA AUTOMĀTISKO STACIJU PAAUDZE

Kopš kosmosa ēras sākuma līdz šā gadu desmita vidum Padomju Savienībā bija izstrādātas un liktas lietā divas automātisko starpplanētu stacijas paaudzes, kuras savā starpā atšķīrās gan pēc kosmisko aparātu masas un gabarītiem, gan pēc veicamo manevru un pētījumu sarežģītības.

Pirmās paaudzes automātisko staciju uzdevums bija vai nu palidot cieši garām Venērai vai Marsam, lai optiski novērotu planētu no maza attāluma un tiešā veidā zondētu tās apkārtējo telpu, vai arī nogādāt Venēras atmosfērā nolaižamo aparātu tās raksturlielumu tiešai mērīšanai. Šo kosmisko aparātu masa parasti bija ap 1 t, un to ievadīšanai starpplanētu trajektorijā kalpoja nesējraķetes «Sojuz» četrpakāpju variants, ko dažkārt dēvē par «Molņija». (Automātiskajai stacijai «Venēra-1» un tās pāriniecei, kura palika orbītā ap Zemi, masa bija pusotras reizes mazāka, jo to sūtīšanai izplatījumā tika izmantots mazāk spēcīgais nesējraķetes «Vostok» četrpakāpju variants.) Pie šīs paaudzes pieskaitāmas no 1961. gada līdz 1972. gadam palaistās automātiskās stacijas «Venēra-1» — «Venēra-8» (pirmā ierobežotās masas dēļ gan bija konstrukcijā un zinātniskajā ekipējumā krietni vienkāršāka nekā vēlākās), «Marss-1» un «Zonde-1» — «Zonde-3».

Otrās paaudzes automātiskajām starpplanētu stacijām bija vai nu jāklūst par Marsa vai Venēras mākslīgajiem pavadoņiem, lai varētu pētīt planētu un tās apkārtni ilgstoši un sistemātiski, vai jāaizgādā līdz tai liels nolaižamais aparāts atmosfēras un virsmas kompleksai pētīšanai tieši uz vietas, vai arī jāisteno uzreiz abi pasākumi. Šo kosmisko aparātu pilnā masa (ar raķešdegvielas krājumu, kas jāiztērē, lai ielietu orbītā ap planētu) bija līdz nepilnām 5 t, un tie tika ievadīti starpplanētu trajektorijā ar lieljaudas nesējraķetes «Protons» četrpakāpju variantu. Pie šīs paaudzes pieskaitāmas no 1971. gada līdz 1974. gadam palaistās automātiskās stacijas «Marss-2» — «Marss-7», no 1975. gada līdz 1983. gadam izplatījumā sūtītās «Venēra-9» — «Venēra-16» un, visbeidzot, 1985.

gadā ceļu sākušās «Vega-1» un «Vega-2», ar kurām tika pētīta ne vien Venēra, bet arī Haleja komēta.

Tagad Padomju Savienībā radīta automātisko starpplanētu staciju trešā paaudze. Jaunā parauga kosmiskie aparāti veidoti tā, lai ievadīšanai starpplanētu trajektorijā joprojām pietiktu ar nesējraķeti «Protons», tādēļ pēc masas un gabarītiem nav lielāki par iepriekšējās paaudzes padomju automātiskajām stacijām. Taču pēc konstrukcijas tie ir daudz modernāki, spēj veikt daudz sarežģītākus manevrus un nodrošināt daudz vērienīgākus zinātniskos pētījumus nekā tiešie priekšteči.

Jaunās starpplanētu lidaparātu paaudzes pirmie pārstāvji ir automātiskās stacijas «Foboss-1» un «Foboss-2», kuru uzdevums ir kļūt par Marsa mākslīgajiem pavadoņiem un lēni aizlidot gar dabisko pavadoņi Fobosu tikai dažu desmitu metru attālumā, kā arī nomest uz tā virsmas nolaižamos aparātus.

AUTOMĀTISKO STACIJU KONSTRUKCIJA

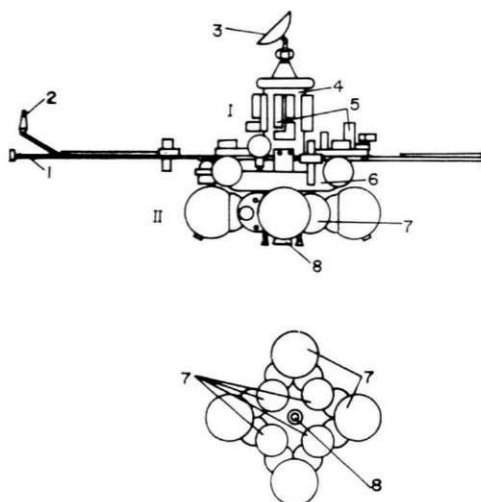
Jaunā parauga automātiskās stacijas korpusu veido divi savā starpā sastiprināti aparātūras nodalījumi — viens cilindrveida, otrs gredzenveida (1. att.), kuros izvietots lidaparāta vadības komplekss, radiotelemetrijas sistēma, daži energoapgādes sistēmas elementi un daudzi zinātniskās aparātūras elektronikas bloki. Tāpat kā visās iepriekšējās padomju automātiskajās stacijās, šie nodalījumi ir hermētiski un aprīkoti ar aktīvo termoregulēšanas sistēmu: ventilatori dzen tajos iepildīto gāzi vai nu caur dzesējošo, vai arī caur sildošo radiatoru. Bortsisistēmu un zinātniskās aparātūras blokiem, kuri atrodas ārpusē, turpretī ir tikai pasīvie termoregulēšanas līdzekļi — siltumizolācijas slāņi un tādi ārējie pārklājumi, kuriem ir atbilstoši izraudzīts gaismas atstarošanas koeficients.

Galveno bortsisistēmu vadības ierīces, kas iepriekšējās padomju automātiskajās stacijās

bija visumā cita no citas neatkarīgas, jaunās paaudzes kosmiskajos aparātos ietilpinātas vienotā vadības kompleksā, kura centrālais elements ir universāls elektroniskais skaitļotājs. Automātiskajām stacijām «Foboss» šis komplekss, pirmkārt, nodrošina kosmiskā aparāta orientāciju un stabilizāciju, otrkārt, izstrādā komandas galvenās sakaru antenas notēmēšanai uz Zemi, treškārt, pēc dažādu sensoru datiem nosaka Fobosa stāvokli attiecībā pret aparātu. Ceturtkārt, tas vada starpplanētu trajektorijas koreģēšanu, ieiešanu Marsa pavadoņa orbītā un šīs orbītas mainīšanu, tuvošanos Fobosam, lidojumu mazā augstumā virs šī objekta un attālināšanos no tā. (Sava ESM bija arī dažām iepriekšējām padomju automātiskajām stacijām, proti, otrās paaudzes «Marsiem», taču tai bija daudz šaurākas funkcijas — aprēķināt un īstenot pēdējo starpplanētu trajektorijas korekciju, kas nepieciešama nolaižamā aparāta virzīšanai uz izraudzīto Marsa vietu.)

Energoapgādes sistēma, kā parasti, ietver gan atvāzamus Saules bateriju paneļus, gan akumulatoru baterijas, kuras tiek izmantotas brīžos, kad kosmiskais aparāts ir nonācis planētas ēnā vai arī kad elektroenerģijas patēriņš pārsniedz Saules bateriju jaudu. Laikposmam, kad tas būs sevišķi liels, proti, galvenajam Fobosa izpētes seansam, automātiskajās stacijās «Foboss» līdztekus akumulatoru baterijām ir arī vienreizējai lietošanai paredzētas ķīmiskās baterijas.

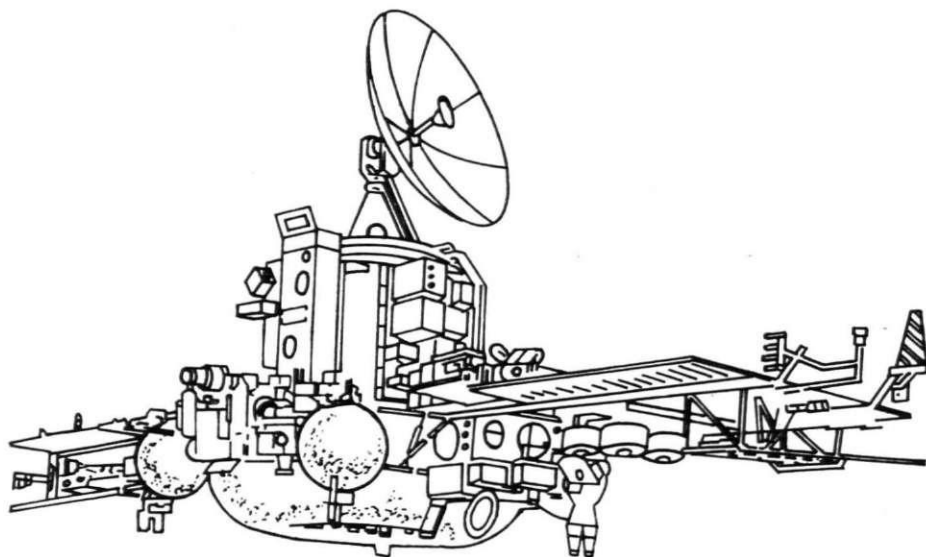
Automātiskajām stacijām «Foboss» pirmo reizi mūsu valsts starpplanētu lidojumu praksē radiotelemetrijas sistēmas galvenā antena ir grozāma attiecībā pret automātiskās stacijas korpusu un tādējādi var palikt vērsta uz Zemi neatkarīgi no kosmiskā aparāta orientācijas. Līdz ar to visās lidojuma fāzēs — arī pašos sarežģītākajos manevros Fobosa tiešā tuvumā — iespējams pilnībā izmantot stacijas sakaru sistēmas potenciālu, kurš nodrošina datu pārraides tempu 4000 biti sekundē no 400 miljonu kilometru attāluma. Tā kā attālu un citas apjomīgas informācijas raidīšanai to iegūšanas ātrumā šāds temps ir daudz par mazu, automātiskajā stacijā «Foboss» iebūvēta datu uzkrāšanas ierīce, kuras ietilpība ir 30 miljoni bitu.



1. att. Automātiskā starpplanētu stacija «Foboss»: I — orbitālais aparāts, II — autonomā dzinējiekārta; 1 — Saules bateriju panelis, 2 — vājas virziendarbības antena, 3 — stipras virziendarbības antena (grozāma), 4 — cilindruveidīgais aparātūras nodalījums, 5 — zinātniskā aparātūra, 6 — gredzenveidīgais aparātūras nodalījums, 7 — raķešdegvielas tvertnes, 8 — trajektorijas koreģēšanas un bremzēšanas raķešdzinējs. (Pēc «Astronomiĉeskij vestņnk».)

Lai varētu kontrolēt un vadīt tuvošanos galvenajam ceļamērķim un lidojumu mazā augstumā virs tā, katrā automātiskajā stacijā «Foboss» uzstādīti triju veidu lokatori. Doplerlokators pēc atstarotā radiosignāla frekvences izmaiņas nosaka ātrumu, ar kādu lidaparāts tuvojas Fobosam vai attālinās no tā, radioaltimetrs pēc signālu izplatīšanās laika mēri attālumu līdz šim ķermeņim un, uztverdam vienlaikus ar divām antenām, arī mērīšanas virziena slīpumu pret tā virsmu. Mazo augstumu altimetrs un inklinometrs pilda tās pašas funkcijas kā parastais radioaltimetrs, tikai citā attālumu diapazonā no dabiskā pavadoņa virsmas.

Atšķirībā no visiem līdz šim palaistajiem starpplanētu lidaparātiem (gan padomju, gan ārzemju) jaunās paaudzes automātiskajām stacijām galvenā trajektorijas koreģēšanas un bremzēšanas dzinējiekārta izveidota kā autonomš bloks, kurš pēc sava uzdevuma izpildes tiek



2. att. Automātiskās starpplanētu stacijas «Foboss» orbitālais aparāts pēc autonomās dzinējiekārtas atdalīšanās. (Pēc «Kosmonautika, astronomija».)

atdalīts no orbitālā aparāta. Tādējādi pēc lielāko manevru pabeigšanas krasi samazinās automātiskās stacijas konstrukcijas masa un līdz ar to — degvielas patēriņš šā objekta orientēšanai, stabilizēšanai un turpmākajai manevrēšanai, kuru nodrošina orbitālajā aparātā uzstādīto mikrodzinēju komplekts. Autonomās dzinējiekārtas atdalīšana arī atbrīvo redzes lauku automātiskās stacijas apakšdaļā izvietotajiem navigācijas un pētniecības instrumentiem, kuriem jānodrošina pietuvošanās Fobosam, tā novērošana ciešā tuvplānā un aktīvā zondēšana (2. att.). Lai autonomā dzinējiekārta būtu viegli pielāgojama citiem perspektīvā paredzamiem starpplanētu lidojumiem, tās degvielas krājumi izvietoti vairākās divējāda lieluma tvertnēs, kuru skaitu var mainīt atbilstoši nepieciešamo manevru apjomam.

ORBITĀLO APARĀTU EKIPĒJUMS

Automātiskās stacijas «Foboss» orbitālajā aparātā izvietots daudzveidīgs zinātniskais ekipējums Fobosa, Marsa un tā apkārtnes, kā

arī Saules, starpplanētu vides un kosmisko gamma starojuma uzliesmojumu pētīšanai.*

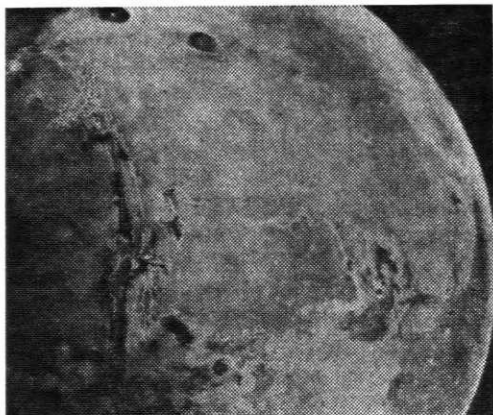
Optiskās aparatūras kompleksā, kas paredzēts Fobosa un Marsa virsmas izpētei, ietilpst četri instrumenti:

- 1) triju identisku, taču ar dažādiem filtriem aprīkoto telekameru komplekts krāsainu virsmas attēlu iegūšanai (izšķirtspēja, uzņemot no 50 m attāluma, daži centimetri);
- 2) daudzkanālu fotometrs (jeb spektrofotometrs) precīzai virsmas spožuma mērīšanai veselās desmit 0,4—1,1 μm diapazona joslās;
- 3) infrasarkanais spektrometrs virsmas reflektētā starojuma mēreni detalizētai spektrometrēšanai 0,8—3,5 μm diapazonā;
- 4) infrasarkanais radiometrs virsmas siltuma starojuma mērīšanai sešās 5—67 μm diapazona joslās.

Visi šie instrumenti nekustīgi piestiprināti pie orbitālā aparāta korpusa, taču dažiem no tiem

* Zinātniskā ekipējuma sastāvs izklāstīts atbilstoši 1988. gada sākumā publicētajiem materiāliem un līdz starta brīdim principā var nedaudz mainīties.

3. att. Automātisko starplanētu staciju «Foboss» galvenie izpētes objekti iepriekšējo kosmisko aparātu pārraidītajos attēlos: *augšā* — Marss automātiskās stacijas «Viking-1» iegūtu uzņēmumu montāžā, *vidū* — Foboss automātiskās stacijas «Viking-1» iegūtā uzņēmumā, *apakšā* — Saules korona ar pavaidoņa SMM koronogrāfu iegūtā uzņēmumā. (NASA attēli.)



novērošanas virzienu var diezgan plašās robežās mainīt, grozot objektīva priekšā novietotu spoguļi. Bez tam, lai pēc Marsa atmosfēras ietekmes uz tai cauri spīdošo Saules starojumu vērtētu gaisa spiedienu un temperatūru dažādā augstumā, noteiktu ūdens tvaika, skābekļa, ozona koncentrāciju un ūdeņraža izotopisko sastāvu, automātiskajā stacijā ir arī daudzkanālu ultravioletais fotometrs.

Marsa un Fobosa iegu sastāva vērtēšanai no attāluma pēc to dabiskās (pašiem piemītošās vai kosmisko staru inducētās) radioaktivitātes automātiskās stacijas «Foboss» orbitālā aparāta zinātniskajā ekipāžā ietverts gamma starojuma spektrometrs. Turpat uzstādīta ierīce, kurai jāreģistrē neitroni, kas radušies kosmiskās radiācijas ietekmē no gruntī sastopamo ūdeņraža atomu kodoliem, un tādējādi jāsniedz priekšstats par šā ķīmiskā elementa savienojumu izplatību uz Fobosa.

Lai varētu, nenolaižoties uz Fobosa virsmas, analizēt šā debess ķermeņa vielas sastāvu arī ar tiešākiem paņēmieniem, automātiskās stacijas orbitālajā aparātā ir divas iekārtas aktīviem tālzondevšanas eksperimentiem. Protī, paredzēts raidīt pret Fobosa virsmu koncentrētu starojuma kūli, kas liktu sīkām virsmas materiāla daļiņām uzlidot līdz tuvumā esošajam kosmiskajam aparātam. Vienā eksperimentā iecerēts ar precīzi fokusētu lāzera staru spēji iztvaicēt nelielas grunts devas, otrā — ar ātru kriptonu jonu kūli izsist no virsmas tur sastopamo vielu jonus.

Fobosa reljefa uzmērīšanai gar lidojuma trasi, tā virsējo slāņu iekšējās struktūras un elektrofizikālo īpašību novērtēšanai automātiskās stacijas «Foboss» orbitālajā aparātā uzstādīts radiolokators; lai varētu zondēt dažādā dziļumā, tas darbojas trijās stipri atšķirīgās frekvencēs (500, 130 un 5 MHz). Daudzfrekvenču radarzondē-



šanu paredzēts izmantot arī Marsa jonosfēras vertikālās uzbūves detalizētai iepazīšanai.

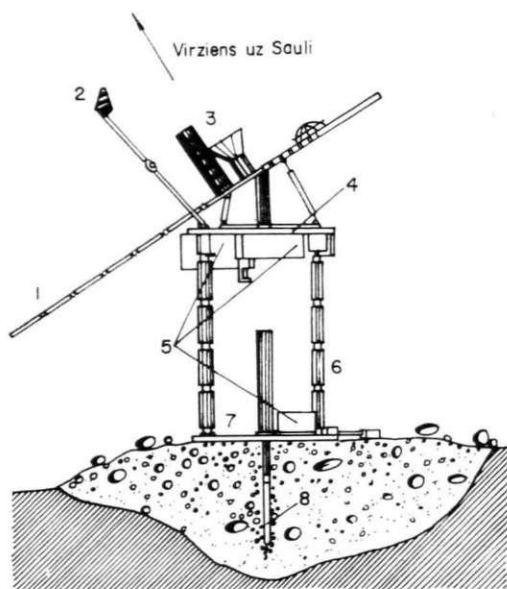
Lai tiešā veidā pētītu Marsa apkārtējo telpu, kur norisinās šīs planētas mijiedarbība ar Saules vēju, automātiskās stacijas «Foboss» zinātniskajā ekipējumā ietverts magnētisko un plazmas mērījumu komplekss. Šo instrumentu kopu veido, pirmkārt, plazmā ietilpstošo elektriski lādēto sīkdaļiņu masas, lādiņa un enerģijas analizators, otrkārt, starpplanētu vidē izplatītos elektriskā lauka svārstību (plazmas viļņu) analizators, treškārt, divi identiski magnetometri. Ceļā uz Marsu šos instrumentus var izmantot Saules vēja un starpplanētu vides raksturlielumu mērīšanai.

Saules koronas un hromosfēras uzņemšanai tādā rakursā, kāds nav pieejams ne no Zemes, ne no tai tuvā kosmosa, automātiskajā stacijā «Foboss» uzstādīts redzamās gaismas koronogrāfs, attēlus reģistrējoši mīkstā un ultramīkstā rentgenstarojuma teleskopi (visi vienā blokā). Lai ļoti precīzi — bez Zemes atmosfēras radītajiem traucējumiem — mērītu Saules diska kopējo spožumu vairākās šaurās spektra joslās un tādējādi konstatētu šā spīdeklja pulsācijas, automātisko staciju ekipējumā ietverts triju redzamās gaismas fotometru bloks.

Saules uzliesmojumu ģenerētā cietā rentgenstarojuma un mīkstā gamma starojuma reģistrēšanai, tā spektra un intensitātes izmaiņu novērošanai domāti divi detektori, kuru jutības diapazons ir 3—1000 keV (cietāku gamma starojumu var uztvert un analizēt ar jau iepriekš minēto gamma spektrometru). Tikpat labi ar šiem defektoriem var pētīt arī tālajā kosmosā radušos gamma uzliesmojumus — noteikt to spektrus un precīzi fiksēt starojuma pienākšanas momentus, kuri jāzina šīs parādības avotu peilēšanai pēc novērojumiem no vairākiem savstarpēji tāliem kosmiskajiem aparātiem.

NOLAIŽAMIE APARĀTI UN TO EKIPĒJUMS

Lai atsevišķos punktos pētītu Fobosa virsmu ar tiešiem paņēmieniem un novērotu to visciešākajā tuvplānā, katra automātiskā stacija «Foboss» aprīkota ar nelielu, toties veselu gadu



4. att. Automātiskās starpplanētu stacijas «Foboss» nolaižamais aparāts pēc nosēšanās uz Fobosa: 1 — Saules bateriju panelis, 2 — vājas virziendarbības antena, 3 — Saules sensors, 4 — aparātūras platforma, 5 — bortsistēmu un zinātniskās aparātūras bloki, 6 — izbīdāmi balsteņi, 7 — pamatne, 8 — harpūnveida enkurs ar zinātniskās aparātūras sensoriem. (Pēc «Kosmonavtika, astronomija».) Sk. arī zīmējumu krāsu lielukumā.

funkcionējošu nolaižamo aparātu (jeb, kā tas saukts projekta oficiālajā aprakstā, ilgdarbīgu autonomo staciju).

Nolaižamā aparāta konstrukcijas centrālais elements ir aparātūras platforma, kuras augšpusē uzstādīti Saules bateriju paneļi, sakaru antena un Saules sensors, bet apakšpusē piestiprināti bortsistēmu un zinātniskā ekipējuma bloki un — ar triju izbīdāmu balsteņu starpniecību — aparāta pamatne (4. att.). Tā kā smaguma spēks uz Fobosa ir ļoti vājš, pat pilnīgi brīvs kritiens no dažu desmitu metru augstuma, kurā nolaižamo aparātu atdalīšanās brīdī atradīsies automātiskās stacijas, ir pietiekami lēns, lai nebūtu vajadzīgs nekāds bremzēšanas dzinējs. Ja lejupceļš ir tik īss,

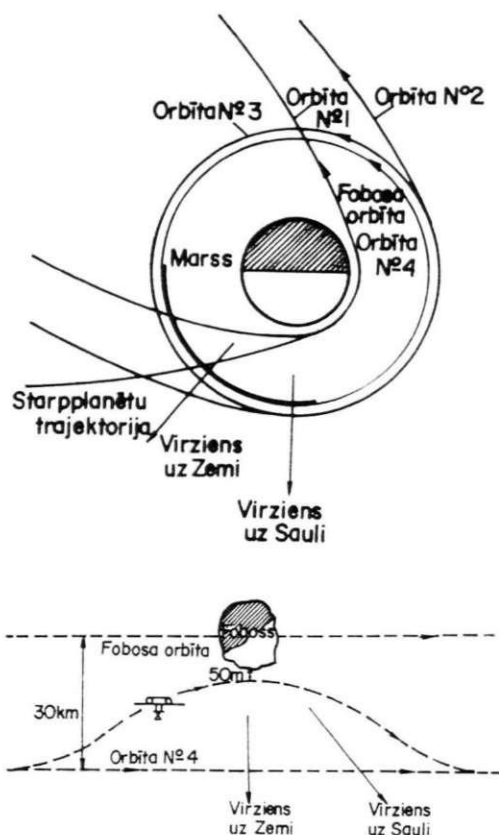
aparāta pareizā stāvokļa saglabāšanai pilnīgi pietiek atdalīšanas brīdī to iegriezt ap vertikālo asi, tādēļ iespējams atteikties arī no orientācijas un stabilizācijas sensoriem un mikrodzinējiem. Toties, lai tik vājas gravitācijas apstākļos aparāts paliktu stingri piesaistīts pie sasniegtā ceļamērķa virsmas, tas bija jāaprīko ar speciālu harpūnveida enkuru.

Ilgdarbīgā nolaižamā aparāta zinātniskajā ekipāžā ietilpst ar enkuru apvienots penetrometrs grunts mehānisko īpašību novērtēšanai pēc pretestības, ko tā izrāda šādas ierīces kustībai, rentgenfluorescences spektrometrs grunts elementsastāva noteikšanai pēc tās reakcijas uz apstarošanu ar protoniem, telekamera un seismometrs. Zinātnisko instrumentu funkcijas jāpilda arī optiskajam Saules sensoram un radiotelemetrijas sistēmai, jo pēc ziņām par Saules leņķisko stāvokli attiecībā pret aparātu un pēc radiosekošanas datiem par tā atrašanās vietu un kustību var pētīt gan Fobosa rotāciju ap asi, gan riņķojumu pa orbītu.

Lai Fobosa grunti varētu pētīt ar tiešiem paņēmieniem daudzās vietās, programmas «Foboss» ietvaros izstrādāts arī kustīgs nolaižamais aparāts, kurš ar mehāniskām ierīcēm spēj izdarīt apmēram 20 m tālus lēcienus pa debess ķermeņa virsmu.

LIDOJUMA PLĀNOTĀ NORISE

Kad automātiskā stacija «Foboss» būs sasniegusi Marsa apkaimi, tai vispirms jānonāk sākotnējā eliptiskā orbītā, kura ne pēc viena parametra nav līdzīga Fobosa orbītai (tab.; 5. att., augšā). Pēc tam kosmiskajam aparātam divos paņēmienos jāpāriet uz riņķveida orbītu, kura atrodas tajā pašā plaknē kā Fobosa orbīta un ir tikai par 350 km augstāka nekā tā, un jāatdala savu uzdevumu izpildījis autonomā dzinējiekārta. Lidodams pa šādu orbītu, Marsa mākslīgais pavadonis ik pēc sešām diennaktīm tuvosies dabiskajam pavadonim līdz minētajam attālumam un veiks optiskos novērojumus, pēc kuriem uz Zemes varēs ievērojami precizēt šā debess ķermeņa kustī-



5. att. Automātiskās starpplanētu stacijas «Foboss» lidojuma trajektorija Marsa un Fobosa apkārtne (orbītu numuri — tie paši, kas tabulā). (Pēc «Kosmonautika, astronomija».)

bas parametrus. Kad tas būs izdarīts, automātiskajai stacijai jāpāriet uz gandrīz tādu pašu orbītu kā Fobosam un pēc vēl dažiem novērojumu seansiem jāsāk patstāvīgi īstenot visa pasākuma kulminācijas posmu (5. att., apakšā) — tuvošanos galvenajam ceļamērķim līdz dažu desmitu metru attālumam. Paredzams, ka tik mazā augstumā virs Fobosa lidojuma relatīvais ātrums būs daži metri sekundē un tas ilgs apmēram 15 minūtes; šajā laikposmā arī tiks atdalīts no automātiskās stacijas tās nolaižamais aparāts. Pēc šā pasākuma īstenošanas automātiskajai stacijai atkal jānonāk no Fobosa attālākā orbītā un jāturpina pētīt Marsu.

Marsa mākslīgo pavadoņu «Foboss» orbītas

Nr. p. k.	Pericentra augstums, km	Apocentra augstums, km	Apriņķošanas periods, h	Slīpums, grādi	Lidojuma ilgums, d
1	<1000	76000	72	~ 25	~ 10
2	6350	76000	79	1	~ 50
3	6350	6350	8	1	~ 30
4	6000	6000	7,65	1	~ 90

Abu automātisko staciju «Foboss» lidojumam jānorit pēc šāda grafika: starts — 1988. gada jūlija pirmajā pusē, ieiešana Marsa pavadoņu orbītās — 1989. gada janvāra beigās, cieša pietuvošanās Fobosam — tā paša gada pavasarī.

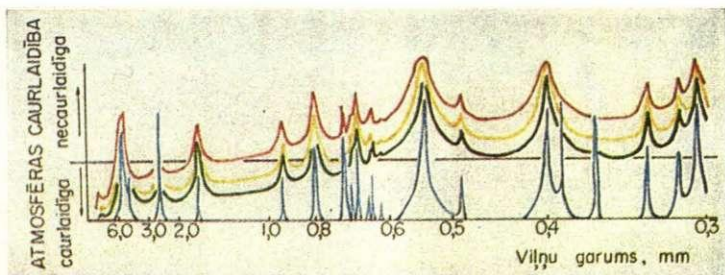
Pēdējā brīdī. Automātiskās stacijas «Foboss-1» un «Foboss-2» palaistas un ievadītas paredzētajās starpplanētu trajektorijās 7. un 12. jūlijā. Lai automātisko staciju masa nepārsniegtu nesējraķetes celtspēju, kura šādā lidojumā ir 6,2 t, to zinātniskais ekipējums nedaudz sašaurināts: «Fobosam-1» nav kustīgā jeb «lūkājošā» nolaižamā aparāta, «Fobosam-2» — triju tālzonlēšanas instrumentu.

E. Mūkins

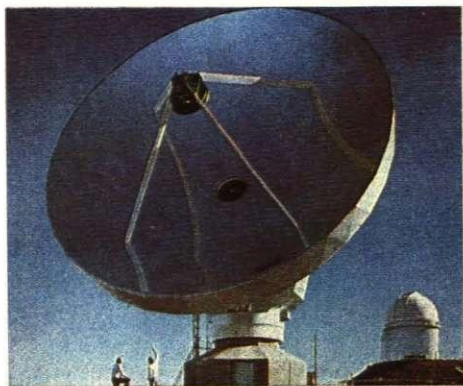
JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Pirms pagaidām spēcīgākās orbitālās rentgenobservatorijas — pavadoņa HEAO-2 «Einstein» (ASV, 1978) — darbības sākuma burtiski tikai dažas parastās zvaigznes bija pazīstamas arī kā rentgenavoti. Apstrādājot vienu vienīgu Orionas miglāja un tā tuvākās apkārtnes uzņēmumu, kas iegūts mikstajos rentgenstāros ar šā pavadoņa slidošās atstarošanas spoguļteleskopu, tur atrasti 56 parastajā gaismā redzamu zvaigžņu rentgenattēli! Tādējādi mēreni intensīvs rentgenstārojums drīzāk ir tipiska zvaigžņu īpašība, nevis rets izņēmums.

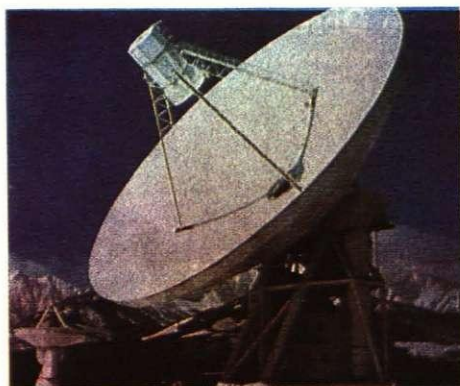
★★ Jau 70. un 80. gadu mijā ar pavadoņa HEAO-2 «Einstein» (ASV) rentgenteleskopu izdevās uzņemt arī kādu šim starojuma diapazonam ļoti neraksturīgu objektu — Saules sistēmas planētu, konkrēti, Jupiteru. Tomēr pēc attēla, kas bija iegūts zemākās leņķiskās izšķirtspējas režīmā (30''), nebija iespējams noskaidrot precīzu izstārojošā apgabala atrašanās vietu un līdz ar to — arī starojuma rašanās cēloni. Toties augstas izšķirtspējas (2'') attēls, kas tika iegūts nedaudz vēlāk, taču publicēts tikai samērā nesen, nepārprotami rāda, ka rentgenstārojums nāk no Jupitera polu apkāmes (sk. krāsu ielikumu) — no vietām, kur ar planētas atmosfēru mijiedarbojas radiācijas joslas.



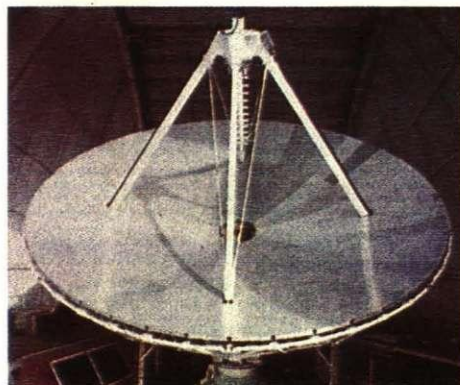
Atmosfēras caurlaidība milimetru un submilimetru viļņu diapazona radiostarojumam. Ar sarkano krāsu iezīmētā likne atbilst radiostarojuma absorbcijai apmēram jūras līmeņi, ar dzelteni — ap 1800 m, ar zaļo — ap 4300 m un ar zilo — ap 13 000 m virs jūras līmeņa.



Zviedrijas 15 m radioteleskops submilimetru viļņu diapazonam augstkalnu bāzē Lasiljā (Čile).



Japānas 45 m radioteleskops milimetru viļņu diapazonam Nobejamā. Attālāk redzama viena no 10 m antenām, kas kopā ar 45 m radioteleskopu veido apertūras sintēzes radiointerferometru.



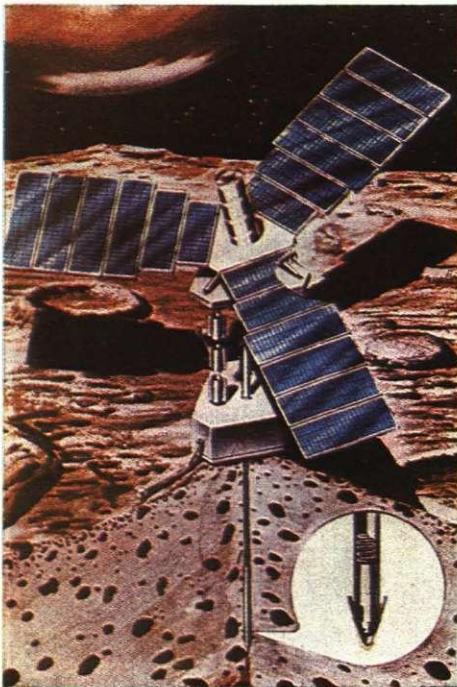
ASV 12 m radioteleskops milimetru viļņu diapazonam Kitpikas observatorijā.



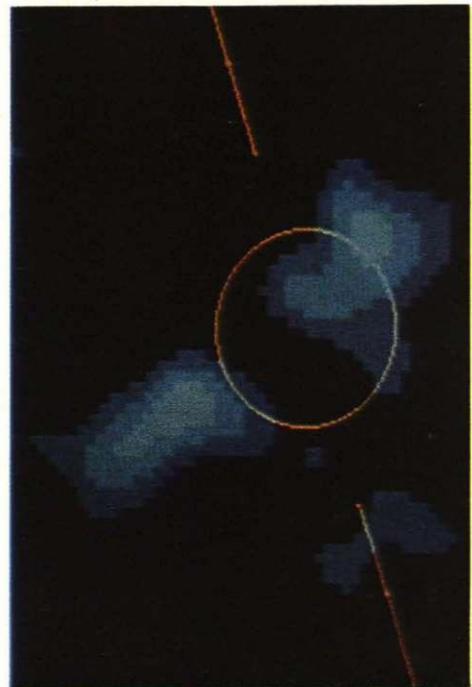
ASV mainīgas bāzes radiointerferometrs Ouensvelijā sastāv no trim 10,4 m antenām, kuras piemērotas arī milimetru viļņu radiostarojuma uztveršanai.



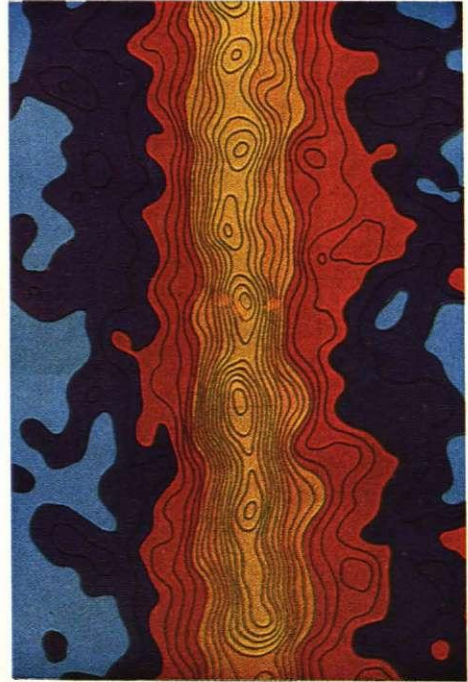
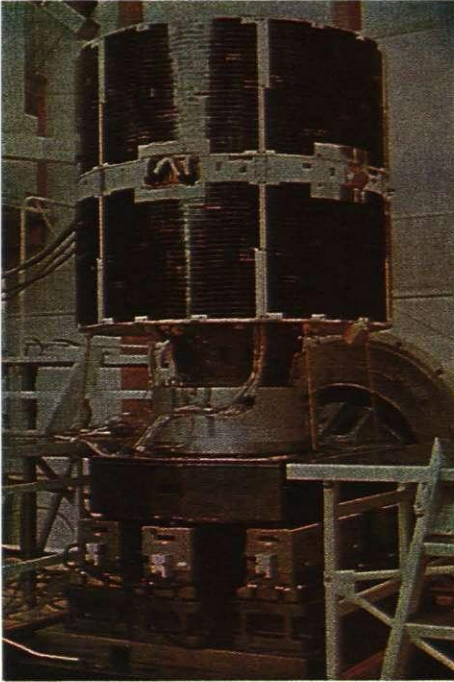
Lielbritānijas-Nīderlandes 15 m radioteleskops milimetru viļņu diapazonam Maunakea. Paviljons un radioteleskops tiek pagriezti sinhroni.



Automātiskās starplanētu stacijas «Foboss» (PSRS) nolaižamais aparāts uz Marsa dabiskā pavadoņa Fobosa virsmas. (Zīmējums pēc «Nauka v SSSR».) Sk. E. Mūkina rakstu «Jauna automātisko staciju paaudze».



Jupitera rentgenstarojums ar pavadoņa HEAO-2 (ASV) teleskopu iegūtā attēla (gaišās līnijas iezīmē planētas redzamā diska malu un ekvatora plakni). (Pēc «The Modern Astronomy».) Sk. «Jaunumi īsumā» 36. lpp.



Pagaidām raženākā gamma staru observatorija — Rietumeiropas pavadoņš COS-B (*pa kreisi*) un ar tā aparāturu cietajos gamma staros kartēts Piena Ceļa fragments (*pa labi*). (Pēc «Наука и человекство 1982».)



Intensīva gamma starojuma apgabali Čūsksneša ρ apkārtnē (*pa kreisi*, zem centra) un Oriona zvaigznājā (*pa labi*, vidū), kā arī izcili spožais punktveida avots Geminga (*pa labi*, augšējā labajā stūrī) atbilstoši pavadoņa COS-B novērojumiem. (Pēc «Sky and Telescope».)



1987. gada 23. septembra rītausma.



Uzlēkusi aptumšota saule. Fotografējis V. Baumanis ar Zenitu-19, objektīvs Jupiters 37A-MC, filma Orwochrom UT 21. Bez gaismas filtriem, tāpēc Mēness ēna redzama vāji. 1987. gada 23. septembra gredzenveida Saules aptumsums bija redzams Āzijā, Austrālijā, Jaungvinejā, Indijas un Klusajā okeānā. Latvijā nebija redzams.



JAKOVŠ ZEĻDOVIČS (1914 – 1987)

1987. gada 2. decembrī miris izcilais fiziķis akadēmiķis Jakovs Zeļdovičs. Šodien nav gandrīz nevienas nozares fizikā un ar to saskarīgajās zinātnēs, kur nebūtu jūtams J. Zeļdoviča un viņa daudzo skolnieku darbu ieguldījums. Pēdējos 20 dzīves gadus viņš veltījis teorētiskajai astrofizikai un kosmoloģijai.

J. Zeļdovičs dzimis Minskā 1914. gada 8. martā. Piecpadsmit gadu vecumā viņš beidza skolu Ļeņingradā un iestājās laborantu kursus. Kādā ekskursijā Ļeņingradas Fizikāli tehniskajā institūtā jaunā cilvēka nopietnie jautājumi piesaistīja profesora S. Roginska uzmanību. Pēc pārrunām viņi vienojās, ka J. Zeļdovičs, nepātraucot nodarbības kursus, vienlaikus sāks strādāt profesora laboratorijā. Drīz vien institūta Ķīmiskās fizikas nodaļas vadītājs N. Semjonovs, seminārā noklausījies J. Zeļdoviča referātu, nolēma panākt, lai spējīgais jauniešs strādātu pie viņa. Sākot ar 1931. gada 15. maiju, J. Zeļdovičs ir Ķīmiskās fizikas institūta līdzstrādnieks (šajā laikā nodaļa bija pārtapusi par atsevišķu institūtu).

Pirmie J. Zeļdoviča teorētiskie un eksperimentālie darbi attiecās uz adsorbcijas un katalīzes procesiem. Viņa idejas un iegūtie rezultāti ir aktuāli vēl šodien, viņš atzīstams par klasiķi šajā nozarē. Trīsdesmito gadu pirmajā pusē N. Semjonovs iesaistīja J. Zeļdoviču plašā kolektīvā darbā par slāpekļa oksidēšanas degšanas rezultātā. Tad sekoja degšanas, detonācijas un triecienviļņu vispārīgās teorijas izstrādāšana. Iegūtajiem rezultātiem bija ne tikai teorētiska, bet arī praktiska nozīme valsts aizsardzības nostiprināšanā. Lielajam Tēvijai karam

sākoties, J. Zeļdovičs pilnībā pievērsās ar valsts aizsardzību saistītiem pētījumiem. Nozīmīgi ir J. Zeļdoviča un viņa vadītā kolektīva darbi par šaujampulvera degšanu legendārajās «katjušās».

J. Zeļdovičam piemita spēja ātri pārslēgties darbam pavisam jaunā virzienā. Slavenais fiziķis Ļ. Landaus vairākkārt izteicies, ka viņš nezina nevienu citu fiziķi, izņemot E. Fermi, kam būtu tik daudz jaunu ideju dažādās zinātņu nozarēs kā J. Zeļdovičam. Kad tika atklāta urāna dalīšanās, J. Zeļdovičs kopā ar J. Haritonu attīstīja šā procesa ķēdes reakcijas teoriju. J. Zeļdoviču kā vienu no pirmajiem I. Kurčatovs iesaistīja darbos, kas saistīti ar pirmā padomju urāna katla parametru aprēķiniem. Vēlāk viņš bija to vidū, kuri veidoja atomieročus. J. Zeļdoviča talants, zināšanas un pieredze guvuši augstu novērtējumu — zinātnieks saņēmis vairākus valdības apbalvojumus.

Piecdesmitajos gados J. Zeļdovičs pievērsās elementārdaļiņu fizikai, atklāj vairākus tās likumus, bet sešdesmito gadu sākumā sāk darboties astrofizikā un kosmoloģijā. Pirmie viņa darbi šajās nozarēs bija saistīti ar vispārīgās relativitātes teorijas lietošanu astrofizikālo procesu pētījumos. J. Zeļdoviča izveidotā teorētiskās astrofizikas skola drīz vien iekaroja starptautisku atzinību. Viņa uzmanība tika pievērsta tādām problēmām kā zvaigžņu evolūcijas katastrofālās beigustadijas, kvazāri, Visuma izplešanās sākumstadijas, galaktiku rašanās. Ārkārtīgi dziļi izprotot eksperimenta lomu, viņš parādīja, kā jaunās novērošanas metodes optiskajā, rentgena un radioastronomijā var dot

iespēju pārbaudīt dažādas hipotēzes un novest pie negaidītiem atklājumiem. Pēc viņa iniciatīvas speciālisti veikuši daudzus eksperimentus, izmantojot pavadoņus, raķetes un kosmiskos kuģus. Lielāko optisko teleskopu un radioteleskopu, kā arī orbitālo rentgenobservatoriju programmās ietverti J. Zeļdoviča paredzētu efektu pētījumi. Viņa darbu vidū svarīgs ir pierādījums tam, ka var veidoties arī mazas masas melnie caurumi, pētījums par vielas akreciju (krišanu) uz melnajiem caurumiem un neitronzvaigznēm. Izpētīti procesi, kas var palīdzēt atklāt melnos caurumus. J. Zeļdovičs līcis priekšā meklēt tos kā dubultzvaigžņu neredzamos komponentus. Krītot melnā cauruma gravitācijas laukā, gāze — pirms tā sasniedz melnā cauruma virsmu — sasilst un sāk intensīvi starot rentgenstaru diapazonā — tādējādi ir vieglāk atklāt melnos caurumus. Tātad melnie caurumi meklējami kā rentgenavoti dubultzvaigžņu sistēmās.

Vēl viens J. Zeļdoviča pētījumu virziens astrofizikā ir saistīts ar kosmoloģiju. Sešdesmito gadu sākumā jautājums par Visuma izplešanos bija tīri teorētisks un ar novērojumiem grūti pārbaudāms. Tolaik J. Zeļdovičs piederēja pie tā sauktā izplešanās sākuma «aukstā» varianta piekritējiem. Bet, būdams ārkārtīgi objektīvs, viņš stimulēja arī «karstā» varianta pētījumus; viņa līdzstrādnieki aprēķināja, kā mūsdienās var izpausies šādas pagātnē «karstās» vielas starojums. Tūlīt pēc reliktā starojuma atklāšanas J. Zeļdovičs atzina, ka novērojumi pierāda «karstā» varianta pareizību, un aktīvi sāka izstrādāt karstā Visuma teoriju. Tika izveidota teorija, kas raksturo šāda Visuma karstās plazmas un plazmas starojuma mijiedarbību un maza mēroga starojuma intensitātes fluktuācijas. Šie jautājumi ir svarīgi, risinot problēmu par galaktiku rašanos.

Viena no visnoslēpumainākajām astrofizikas problēmām ir jautājums par Visuma singularitāti pagātnē. Visuma izplešanās ir sākusies pirms apmēram $10 \cdot 10^9$ gadiem. Bet rodas jautājums: kas ir bijis pirms singularitātes un kāpēc, ja ne pašā sākumā, tad ļoti ātri izplešanās ir kļuvusi izotropiska, kādu mēs tagad novērojam? Kaut gan šie jautājumi līdz galam vēl nav noskaidroti, liels ir J. Zeļdoviča ieguldījums to pētīšanā.

J. Zeļdoviča un viņa skolnieku darbi kosmoloģijā un pekulāro debess ķermeņu pētīšanā ir aizsākums jaunam astrofizikas virzienam — relativistiskajai astrofizikai. Tie apkopoti trijās monogrāfijās (kopā ar I. Novikovu): «Релятивистская астрофизика» (M., «Наука», 1967), «Теория тяготения и эволюция звезд» (M., «Наука», 1971), «Строение и эволюция Вселенной» (M., «Наука», 1975). 1970. gadā Starptautiskās astronomijas savienības 14. ģenerālajā asamblejā J. Zeļdovičs tika ievēlēts par šīs savienības Kosmoloģijas komisijas pirmo prezidentu.

J. Zeļdovičs ir vairāk nekā 20 monogrāfiju autors. Viņa darbi daudz devuši ne tikvien fizikas, bet arī citu zinātņu nozaru attīstībai. Piemēram, daži viņa sasniegumi faktiski ir atklājumi matemātikā. Vairāki daudzi jaunieši pievērsušies dabaszinātnēm, tieši pateicoties J. Zeļdoviča visai populārajai grāmatai «Высшая математика для начинающих физиков и техников».

J. Zeļdoviča darbi pazīstami visā pasaulē. Viņš ir bijis Londonas Karaliskās biedrības, ASV Nacionālās akadēmijas, Ungārijas Zinātņu akadēmijas un daudzu citu akadēmiju loceklis, vairāku slavenu universitāšu goda doktors. Pēdējā laikā J. Zeļdovičs vadīja PSRS ZA S. Vavilova Fizikālo problēmu institūta teorētisko daļu un vienlaikus arī P. Šternberga Valsts Astronomijas institūta relativistiskās astrofizikas nodaļu, viņš ir bijis PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta direkcijas zinātniskais konsultants, M. Lomonosova Maskavas Valsts universitātes Fizikas fakultātes profesors. Jābrīnās, kā tik aizņemtam cilvēkam vēl atlika laiks vienmēr sekot līdzi kultūras dzīves jaunumiem.

J. Zeļdovičs ir trīskārtējs Sociālistiskā Darba Varonis, Ļeņina prēmijas laureāts, viņam četras reizes piešķirta Valsts prēmija, viņš apbalvots ar daudziem ordeņiem un medaļām.

Visi, kas pazina J. Zeļdoviču, vienmēr atcerēsies viņu kā talantīgu fiziķi, zinātniskās jaunatnes vairāku paaudžu skolotāju un audzinātāju, lielisku propagandistu un zinātnes popularizētāju, ārkārtīgi temperamentīgu, asprātīgu un dzīvespriecīgu cilvēku.

J. Francmanis

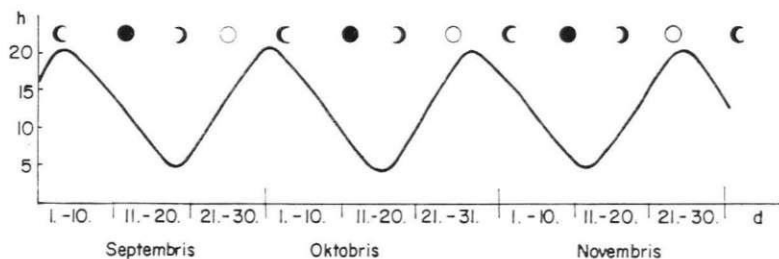


MĒNESS REDZAMĪBAS INTERVĀLS UN RAŽAS SAGLABĀŠANA

Tautas ticējumos vērojamā daudzo dzīves praktisko pasākumu saistība ar Mēness fāzēm ir labi izprotama, ja darbojamies ar augiem. Tie aug ciešā tuvībā ar apkārtējo vidi, brīvi pieejami daudziem kosmiskajiem un ģeofizikālajiem faktoriem, tāpēc arī Mēness ietekme tajos diezgan viegli atšifrējama. Izmantojot datus par Mēness redzamības intervālu un ņemot vērā augos saistītā ūdens daudzuma

nas turpina dzīvot. Gan stipri reducētā un izmainītā veidā, tomēr tajās turpinās dažādi fizioloģiskie un bioķīmiskie procesi, un to norise ir atkarīga no saistītā ūdens krājumiem, kādi bijuši augam ražas novākšanas brīdī.

Šī atkarība ir mazāk izteikta, piemēram, graudiem, ja tie paspējuši uz lauka pilnīgi nogatavoties. Tad tie arī labi saglabājas. Turpretī bieži vien gadās nepatikšanas, kaltējot



Mēness redzamības intervāli 1988. gada rudenim.

lunāro ritmiku, var noteikt agrotehnisko pasākumu optimālos termiņus (sk. rakstus nodaļā «Tīci vai netīci» «Zvaigžņotās Debess» šā gada pavasara un vasaras numuros).

Turpreti iegūtajai ražai, kas vairs nav saistīta ar augšanas faktoriem, šķiet, vairs nav arī nekādas atkarības no astronomiskajām kārtulām. Tomēr jāņem vērā, ka graudi, bumbuļi un citas auga daļas arī pēc to novākša-

ziemai, piemēram, pupas. Ja novākšanas laikā tajās bijis daudz saistītā ūdens (ilgajā Mēness redzamības intervālā), tad tās ļoti grūti izžāvēt. Novācot pupas un citu pākšaugu sēklas isajā Mēness redzamības intervālā, tās gan labi žūst, bet ir grūti saglabājamās, jo pastiprināti uzņem ūdeni no apkārtējās telpas, pelē. Optimālais variants ir «zelta vidusceļš» — pākšaugi novācami vecā Mēnesī, kam

rudeni atbilst vidēja garuma redzamības intervāls.

Ļoti jutīgi pret vākšanas apstākļiem ir sipoli, jo tiem ir stipri izteikts lunārais ritms. Ievākti vecajā Mēnesī, kad Mēness redzamības intervālam ir tendence samazināties, sipoli ātri vien izaug, jo tajos saglabājas viņu pašu ritmiskā tendence — šajā laikā aktivizēt vielmaiņu. Tāpēc sipoli vācami jaunā Mēnesī, kad sipolu dzīvības ritms palēninās. Jāpiebilst, ka šāda tendence raksturīga visiem augiem: isajā Mēness redzamības intervālā tie daudz aktīvāk mijiedarbojas ar apkārtējo vidi nekā garajā intervālā, kad tajos ir pietiekami daudz saistītā ūdens.

Kad skābēt kāpostus? Šajā procedūrā galvenais ir panākt, lai aktīvi darbotos vajadzīgās pienskābes baktērijas, lai kāposti ieskābst un tos var nolikt aukstā vietā, pirms attīstījušās pūšanas, rūgšanas un citas nevajadzīgas baktērijas. Acimredzot, tāpat kā augi, arī pienskābes baktērijas aktīvāk darbojas isajā Mēness redzamības intervālā, kas rudenī sakrīt ar augošu Mēnesi. Tieši tad kāposti jāskābē.

Mūsu mēģinājums atšifrēt senču gudribu fizikāli ķīmisko pamatu, protams, nepretendē uz absolūtas atklāsmes nozīmi. Būtu ļoti noderīgi, ja šai jomā tiktu veikti speciāli zinātniski eksperimenti.

B. Biedriņš

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Kad kosmiskais aparāts «Giotto» (Rietumeiropa) lidoja cauri Haleja komētas komai, ar tā masspektrometru izdevies reģistrēt ne vien tos H_3O^+ jonus, kuri sastāv no ūdeņraža un skābekļa galvenajiem izotopiem — 1H un ^{16}O , bet arī nesalīdzināmi retāk sastopamos jonus, kuri satur šo ķīmisko elementu «smagos» izotopus 2H jeb D (deiteriju) un ^{18}O . Rezultātā abiem komētās visizplatītākajiem ķīmiskajiem elementiem pirmo reizi noteikts izotopiskais sastāvs. ^{18}O un ^{16}O attiecība ir $0,0023 \pm 0,0006$ — tieši tāda pati kā vidēji visā Saules sistēmā. D un H attiecība ir $0,0006—0,0048$ — vismaz trīs reizes lielāka nekā uz Jupitera un Saturna, kur tās vērtība acimredzot atspoguļo ūdeņraža izotopisko sastāvu uz pirmatnējās Saules un tās tuvākajā apkārtņē, un apmēram tāda pati kā uz Zemes. Tādējādi šis rezultāts liecina par labu hipotēzei, ka ūdeni un citas viegli gaistošas vielas Zeme saņēmusi lielākoties nevis no sava veidošanās apvidus, bet gan no tālienes — kritot daudziem komētu tipa ķermeņiem.



INFORMĀTIKA, MATEMĀTISKĀ MODEĻĒŠANA, SKAITĻOŠANAS MATEMĀTIKA

Pēdējā laikā daudz tiek runāts un rakstīts par informātiku. Šai zinātni dod visdažādākās definīcijas, uz to attiecina atšķirīgus izpētes objektus. Atbilstoši pēdējiem vairāk vai mazāk nostabilizējušies uzskatiem, informātika sastāv no trim lielām, nesaraujami saistītām sadaļām. Pirmo veido zinātniskās un inženiertehniskās problēmas, kuras saistītas ar elektronisko skaitļošanas mašīnu (ESM) izveidi un ekspluatāciju. (Aizrobežu literatūrā šīs informātikas sadaļas apzīmēšanai lieto terminu «*hardware*», kuru pēc tā nozīmes varētu tulkot — smagā (metāliskā) prece.) Otrā sadaļa saistīta ar ESM programmu nodrošinājumu izveidi un ekspluatāciju ar informācijas apstrādi un glabāšanu («*software*» — vieglā (papīra) prece). Trešā sadaļa — zinātniski tehnisko un ekonomisko uzdevumu risināšanas algoritmu izstrāde («*brainware*» — smadzeņu prece). Šī pēdējā informātikas sadaļa izmanto gandrīz visu matemātiku, ieskaitot matemātisko fiziku un skaitļošanas matemātiku, kā arī daudz ko citu.

Matemātiskā fizika ir zinātne, kura veidojusies matemātikas un teorētiskās fizikas saskarē. Šī zinātne, izmantojot fizikas likumus un atbilstošo matemātikas aparātu, ļauj aprakstīt ļoti sarežģītas fizikālas parādības ar dažādiem vienādojumiem (piemēram, algebriskajiem vienādojumiem, diferenciālvienādojumiem, integrālvienādojumiem u. c.). Tos sauc par matemātiskās fizikas vienādojumiem, un tie mēdz būt ārkārtīgi komplicēti. Efektīvus matemātiskās fizikas vienādojumu risināšanas algoritmus izstrādā skaitļošanas matemātika.

Skaitļošanas matemātika pastāvēja jau

Arhimēda laikos, bet sakarā ar ESM rašanos īpaši vētrāini attīstās mūsdienās. Skaitļošanas matemātikas risinātās problēmas veicina visas matemātikas, tātad arī tās teorētiskās nodaļas (fundamentālo virzienu), progresu. Savukārt skaitļošanas matemātikas attīstību ietekmē matemātiskā fizika, kurā nepārtraukti rodas jauni uzdevumi, jauni sarežģītāki un grūtāk risināmi vienādojumi.

Matemātiskās fizikas uzdevumu risināšana ar skaitļošanas matemātikas metodēm aizstāj reālos eksperimentus (izmēģinājumus) un dod lielu ekonomisko efektu. Šie skaitliskie eksperimenti ir pamatā svarīgi informātikas nozarei — matemātiskajai modelēšanai un attiecas uz informātikas trešo sadaļu. Kā piemēru minēsim skaitlisko eksperimentu, kurš jāveic pirms kāda debess ķermeņa mākslīgā pavadņa palaišanas. Iepriekšēju aprēķinu rezultātā tiek noteikta pavadņa orbīta un kustības laiks pa to. Panākumi pētījumos, kuri attiecas uz trešo informātikas sadaļu, kļuvuši iespējami matemātikas attīstības vēsturē uzkrāto zināšanu rezultātā, kā arī pateicoties pirmajām divām informātikas sadaļām, kas paver jaunas perspektīvas pašas matemātikas attīstībai.

Skaitliskā eksperimenta un matemātiskās modelēšanas neatsveramo nozīmi īpaši uzsvēris akademiķis A. Samarskis.*

* Самарский А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. — Вестник АН СССР, 1979, № 5, с. 38—49; Самарский А. А. Вычислительный эксперимент в задачах технологии. — Вестник АН СССР, 1984, № 3, с. 77—88.

Par pirmajām divām informātikas sadaļām («hardware» un «software») presē un populārzinātniskajā literatūrā rakstīts daudz, turpretī trešajai sadaļai — it īpaši matemātiskajai fizikai, skaitļošanas matemātikai un skaitlisko algoritmu izstrādei — nav veltīta pietiekama uzmanība, lai gan algoritmu un skaitlisko metožu izstrāde un pilnveidošana ir sevišķi svarīgs mūsdienu matemātikas uzdevums.

Visos laikos matemātiķi meklējuši dažādu uzdevumu risināšanas formulas (algoritmus). Tā, piemēram, riņķa līnijas garuma (L) un riņķa laukuma (S) aprēķināšanai, ja rādiuss ir R , tika atrastas formulas $L=2\pi R$ un $S=\pi R^2$. Ja S_n ir naturālo skaitļu rindas pirmo locekļu summa, tad

$$1+2+\dots+n=\frac{n(n+1)}{2}.$$

Ja S_n atrod, pakāpeniski saskaitot skaitļus (kreisās puses formula), tad nepieciešamas $n-1$ saskaitīšanas darbības, bet, izmantojot labās puses formulu, jāizdara tikai trīs aritmētiskās darbības. Ja $n=10^9$, tad pirmais algoritms patērētu 15 min mašīnlaika, lietojot ESM, kuras ātrdarbība ir ar kārtu 10^6 operāciju sekundē, bet otrajam algoritmam būtu vajadzīgas tikai trīs miljonās daļas sekundes. Tātad otrā algoritma efektivitāte ir neapšaubāma. Tomēr jāteic, ka uzdevuma risināšana, izmantojot formulu, ne vienmēr ir labākais risināšanas algoritms. Par to mūs pārliecināšs šāds piemērs.

Ir labi zināmas Krāmera formulas lineāras algebrisku vienādojumu sistēmas atrisinājuma iegūšanai. Tā, risinot sistēmu

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2, \end{cases}$$

vispirms atrodam sistēmas galveno determinantu

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}.$$

Ja tas ir atšķirīgs no nulles, tad sistēmas atrisinājums izsakāms šādi:

$$x_1 = \Delta_2^{-1}D_1, \quad x_2 = \Delta_2^{-1}D_2,$$

kur D_1 un D_2 aprēķināmi pēc formulām

$$D_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix} = b_1a_{22} - b_2a_{12},$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix} = b_2a_{11} - b_1a_{21}.$$

Šādas formulas pastāv arī n lineāru algebrisku vienādojumu sistēmas atrisinājumu iegūšanai. Tās publicējis pazīstamais šveiciešu matemātiķis G. Krāmers 1750. gadā. Lai lietotu Krāmera formulas, vispārīgā gadījumā jāprot izskaitļot n kārtas determinantus. Otrās kārtas determinants satur divus saskaitāmos, trešās kārtas determinants — jau sešus, bet saskaitāmo skaits n kārtas determinantā vienāds ar $n!$, un katrs no šiem saskaitāmajiem ir n skaitļu reizinājums. Tātad viena n kārtas determinanta aprēķināšanai jāizpilda $n!-1$ saskaitīšanas darbības un $(n-1)n!$ reizināšanas darbības, kopā pavisam $n \cdot n! - 1$ aritmētiskās darbības.

Pieņemsim, ka jāatrisina lineāru algebrisku vienādojumu sistēma, ja $n=100$. Mūsdienu uzdevumos nepieciešamība risināt šādu sistēmu rodas ļoti bieži. Saskaņā ar Dž. Stīrlinga formulu (1730. g.),

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

kur $\pi=3,14\dots$ — riņķa līnijas garuma un diametra attiecība, bet $e=2,71\dots$ — naturālogaritma bāze. Lietojot šo formulu, var noskaidrot, ka simtās kārtas determinanta aprēķināšanai nepieciešamas $100(100!) \approx 10^{60}$ aritmētiskās darbības. Lai gūtu ieskatu, cik liels ir šis skaitlis, novērtēsim nepieciešamo nākotnes ESM ātrdarbību, izdarot šādus spriedumus.

Pieņemsim, ka mūsu iedomātajai ESM radiodetaļu izmērs ir a centimetru. Tad laiks vienas darbības izpildei nevar būt mazāks kā $\frac{a}{c}$ s, kur $c=3 \cdot 10^{10}$ cm/s (gaismas ātrums vakuumā) ir maksimālais zināmais informācijas pārraides ātrums. Ja $a=1$ cm, tad šādas ESM ātrdarbība ir $3 \cdot 10^{10}$ darbību sekundē. Tagad pieņemsim, ka radiotehnikas miniaturizācijas rezultātā šī detaļa ir samazinājusies līdz atoma izmēram, tātad $a=10^{-8}$ centimetru. Tad ESM ātrdarbība sasniedz $3 \cdot 10^{18}$ darbību

sekundē. Tas ir vairāk, nekā sekundē spēj veikt visas šobrīd esošās ESM kopumā.

Kaut arī radiodetaļas izmērs ir mazs, pati ESM var būt samērā liela. Pieņemsim, ka tā ievietojas kubā, kura šķautnes garums ir h centimetru. Tā kā zinātniskās izstrādes ļauj samazināt arī pašu ESM izmērus, tad uzskatīsim, ka miniaturizācijas rezultātā konstruēta ESM, kurai $h=10^{-8}$ cm, un šādu skaitļošanas mašīnu ir tik daudz, cik iespējams izvietot Zemes tilpumā. Aprēķinām, ka tādu ESM skaits būs $V=1,08 \cdot 10^{51}$ (skaitlis V ir lielāks nekā zemeslodī veidojošo atomu skaits). Uzskatīsim, ka šie skaitļotāji strādā paralēlā režīmā un to ātrdarbība summējas. Tādu ESM sistēmu nosauksim par «unikālo ESM». Tā kā katra no tās sastāvā ietilpstošajām ESM spēj veikt $3 \cdot 10^{18}$ darbības sekundē, tad «unikālās ESM» ātrdarbība būs $3,245 \cdot 10^{69}$ operācijas sekundē. «Unikālā ESM», darbojoties vienu gadu bez pārtraukuma, izpildīs 10^{77} darbības. Ja ar šo ESM mēģināsim risināt mūsu simtās kārtas sistēmu (kuru risinot ar Krāmera formulu palīdzību, viena determinanta aprēķināšanai jāveic 10^{160} darbību), tad šim darbam būs nepieciešami 10^{160} ; $10^{77}=10^{83}$ gadi. Šajā laikā nodzisis Saule, iespējams, izzudis pat mūsu Galaktika (saduroties ar citām galaktikām), bet «unikālā ESM» vēl joprojām turpinās risināt vienādojumu sistēmu pēc Krāmera formulām. Pats bēdīgākais, ka rezultātā tiks iegūta pilnīgi nepareiza atbilde, jo daudzo aritmētisko darbību izpildes gaitā uzkrāsies noapaļošanas kļūdas.

Tajā pašā laikā n lineāru algebrisku vienādojumu sistēmu var risināt arī ar Gausa izslēgšanas metodi. Tas prasa tikai aptuveni n^3 aritmētisko darbību. Mūsdienu VS tipa skaitļotājam šādas sistēmas atrisināšana, ja $n=100$, prasa 2—3 minūtes laika. Lūk, kādas priekšrocības dod labs uzdevuma risināšanas algoritms. Jāpiebilst, ka tad, ja sistēmā ir ļoti daudz vienādojumu un tai ir speciāls izskats (struktūra), Gausa algoritmu var aizstāt ar citiem, krietni efektīvākiem algoritmiem.

Uz lineāru algebrisku vienādojumu sistēmu risināšanu reducējas daudz svarīgu lietišķo uzdevumu. Augstas kārtas sistēmu risināšana ir sarežģīts un grūts uzdevums gan teorētiskā aspektā, gan no skaitļošanas matemātikas vie-

dokļa. Ir zināms, ka ar panākumiem tiek risinātas sistēmas, kuru kārtā 10^4 un kuru vienādojumi satur simt miljonu koeficientu. Mēs parādījām Krāmera formulu neefektivitāti, bet pastāv liels skaits citu uzdevumu, kuru risināšana pēc formulām tāpat ir bezcerīga.

Skaitļotāju attīstības sākumā radās iespaids, ka to ātrdarbība eksponenciāli strauji augs. Diemžēl šīs cerības neattaisnojās, bet lietišķo uzdevumu sarežģītība aug ārkārtīgi strauji. Pēc izcilāko matemātiķu viedokļa, atstarpe starp ESM ātrdarbību un uzdevumu sarežģītību gadu gaitā aug un tās samazināšanai nepieciešams gan palielināt ESM ātrdarbību, gan izstrādāt efektīvas skaitliskas metodes.

Algoritmu pilnveidošanas iespējas ir ļoti lielas, bet grūti realizējamas. Te var minēt analogiju ar zeltu, kas jūras ūdenī ir miljoniem tonnu, bet ko ir ārkārtīgi sarežģīti no turienes iegūt. Tātad algoritmus gan iespējams pilnveidot, bet tikai līdz zināmai robežai. Eksistē zināms darbību minimums, kurš nepieciešams, lai uzdevumu atrisinātu.

Piemēra pēc aplūkosim n pakāpes polinoma

$$P_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

aprēķināšanu. Ja dotajam x polinoma vērtību izskaitļo tā, kā uzrakstīts, tad jāizpilda n saskaitīšanas darbības un $2n-1$ reizināšanas darbības. Ja polinomu rēķina pēc Hornera shēmas, tad nepieciešamas tikai n saskaitīšanas un n reizināšanas darbības (reizināšanas darbības samazinājušās gandrīz divkārt). Ja $n=4$, tad Hornera shēma izskatās šādi:

$$P_4(x) = a_0 + x[a_1 + x[a_2 + x[a_3 + a_4x]]].$$

Vai iespējams vēl vairāk samazināt darbību skaitu?

1958. gadā Maskavas Valsts universitātes students E. Belaga stingri pierādīja, ka nav iespējams konstruēt polinoma aprēķināšanas shēmu, kura ļautu izpildīt mazāk nekā

$\left[\frac{n+1}{2} \right] + 1$ reizināšanas un n saskaitīšanas darbību ($[n]$ apzīmē skaitļa veselo daļu). Pēc tam viņa biedrs V. Pans uzrādīja shēmas, kas polinoma P_n aprēķināšanai prasīja aritmētisko darbību skaitu, kurš tuvs E. Belagas uz-

rādītajam (ja $n \geq 5$, nepieciešamas $\left[\frac{n}{2} \right] + 2$ reizināšanas un $n+1$ saskaitīšanas darbības).

Risinot kādu uzdevumu, var izmantot samērā vienkāršus paņēmienus un pārveidojumus, kuri ļauj nedaudz samazināt izpildāmo darbību skaitu. Tajā pašā laikā būtiska algoritma pilnveidošana iespējama, tikai pamatojoties uz dziļiem teorētiskās un skaitļošanas matemātikas fundamentālo problēmu pētījumiem.

J. KLOKOVŠ

PIECPADSMITĀ SKOLENU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

Rīgas pilsētas atklātās skolēnu astronomijas olimpiādes aizsākās 1973. gadā, kad notika pirmā olimpiāde, kas bija veltīta izcilā poļu tautas dēla Nikolaja Kopernika 500. dzimšanas dienai. Šoreiz olimpiāde risinājās gadā, kad astronomijas priekšmeta nav latviešu skolas programmā, jo, sākot ar 1987./88. mācību gadu, astronomiju paredzēts mācīt tikai 11. klasē.

Piecpadsmīto skolēnu astronomijas olimpiādi, tāpat kā visas iepriekšējās, organizēja republikāniskais Zinību nams, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un Rīgas pilsētas skolu metodiskais kabinets. Saskaņā ar nolikumu, olimpiāde noritēja divās kārtās.

Uz olimpiādes pirmo kārtu ieradās pārstāvji no Rīgas 12., 13., 17., 20., 21., 41., 46., 52., 60., 64., 68., 69., 73., 75., 79. un 87. vidusskolas. Rajonu skolas pārstāvēja Olaines 1. vidusskola un Jelgavas 4. vidusskola. Pirmajā kārtā skolēniem bija rakstiski jāatrisina pieci uzdevumi un jāatbild (arī rakstiski) uz vienu jautājumu.

Sniedzam vienu no pirmās kārtas variantiem:

1. Nenorietošas zvaigznes augšējā kulminācija ir $50^{\circ}43'$, bet apakšējā kulminācija $20^{\circ}55'$ augstumā. Aprēķināt zvaigznes deklināciju un novērojuma vietas ģeogrāfisko platumu.

2. Aprēķināt pirmo un otro kosmisko ātrumu

Mēnesim, ja tā masa ir 81 reizi, bet rādiuss — 3,5 reizes mazāks par attiecīgajiem Zemes lielumiem.

3. Telegramma, kas nodota Vladivostokā ($\lambda = 130^{\circ}$) 23. aprīlī pl. $0^{\text{h}}30^{\text{m}}$ pēc attiecīgās joslas dekrēta laika, saņemta Ļeņingradā ($\lambda = 30^{\circ}$) 22. aprīlī pl. $20^{\text{h}}45^{\text{m}}$. Cik ilgi telegramma bija ceļā?

4. Pieņemot, ka planētas kustas ap Sauli par riņķveida orbitām vienā plaknē, enerģētiski visizdevīgākā pārlidojuma trajektorija no vienas planētas uz otru ir puse no elipses, kura perihēlijā pieskaras Saulei tuvākās planētas orbitai, afēlijā — tālākās planētas orbitai. Aprēķināt lidojuma ilgumu no Zemes līdz Jupiteram (ar precizitāti līdz gada desmitdaļai), ja Jupitera attālums no Saules ir 5,2 astronomiskās vienības.

5. Varnemindes jūrmalā (VDR) iekārtots Saules sistēmas modelis mērogā $1:10^9$. Kur šajā modelī atrastos tuvākās zvaigznes?

6. S. Koroļovs.

Darbu rezultātus vērtēja pēc punktiem — par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai pareizu atbildi skolēns saņēma noteiktu punktu skaitu. Maksimālais kopējais punktu skaits bija 45. Saskaņā ar olimpiādes nolikumu, tiesības piedalīties otrajā kārtā ieguva tie dalībnieki, kuri pirmajā kārtā bija saņēmuši vismaz pusi iespējamo punktu.

Otrajā kārtā dalībniekiem Zinību nama planetārija zālē komisijas priekšā bija mutiski jāatbild uz astronomijas un kosmonautikas jautājumiem.

Lūk, daži no otrās kārtas jautājumiem:

— Pulkovas observatorija. V. Struve. Liekās mūsu valsts observatorijas.

— Jēdziens par Visumu un tā attīstību.

— Radioteleskopi. Astrofizikālie pētījumi ar kosmisko aparātu palīdzību.

— I. Ņūtons. Viņa darbu nozīme astronomijas attīstībā.

— Pulsāri. Rentģenzvaigznes.

— Projekts «Vega» un tā īstenošana.

— N. Kopernika un G. Galileja uzskati un zinātniskā darbība.

— Aptumsuma maiņzvaigznes. Cefeīdas.

— Fizikālie apstākļi uz Venēras (pēc kosmisko aparātu izpētes rezultātiem).

— Saules laiks. Joslas un dekrēta laiks.

— Ārpuszemes civilizāciju meklējumi. Programma SETI.

— Glābšanas ZMP sistēma KOSPAS-SARSAT.

Vērtējot olimpiādes galīgos rezultātus, žūrijas komisija ņēma vērā arī skolēnu patstāvīgos darbus. Interesantākie un labākie no tiem bija: «Teleskops uz MTO-1000 bāzes», tabula, debess ķermeņu fotogrāfijas (A. Rudzītis, Rīgas 41. vidusskola), referāti «Marsa izpēte ar kosmiskajiem aparātiem» (V. Balcers, Rīgas 20. vidusskola), «Ciešās dubultzvaigžņu sistēmas» (A. Ekers, Rīgas 69. vidusskola), «Vai ir bijis Faetons?» (Ģ. Barinovs, Rīgas 73. vidusskola).

Rezumējot 15. skolēnu astronomijas olimpiādes rezultātus, jāatzīst, ka latviešu plūsmā tie ir labāki, kaut dalībnieku bija mazāk. Rezultāti bija blīvi. Par uzvarētājiem latviešu plūsmā kļuva trīs vidusskolas klašu pārstāvji (9., 10. un 11. klase). Tomēr arī uzvarētāju atbildes varētu vēlēties dziļākas, izsmelošākas. Šogad, kad olimpiāde nebija savā ziņā obligāta, tajā negadījās neieinteresēti dalībnieki, taču dalībnieku vidū neredzējām arī «dailā dzimuma» pārstāves, kuras iepriekšējos gados parādīja labas zināšanas astronomijā un kosmonautikā.

Lai popularizētu astronomiju skolēnu vidū, jādomā par tādām darba formām, kas padziļinātu zināšanas un praktiskās iemaņas astronomijā, ieinteresētu skolēnus nopietni apgūt priekšmetu mācību stundās, lasīt papildliteratūru, apmeklēt planetārija lekcijas, praktiski novērot zvaigžņoto debesi.

Par 15. skolēnu astronomijas olimpiādes uzvarētājiem kļuva Juris Senņikovs (Jelgavas 4. vidusskola) — 69 punkti, Agnis Rudzītis (Rīgas 41. vidusskola) — 69 punkti un Valdis Balcers (Rīgas 20. vidusskola) — 68,5 punkti. Krievu plūsmā pirmo vietu izcīnīja Mihails Orlovs (Rīgas 87. vidusskola) — 54,75 punkti un Sergejs Jakovļevs (Rīgas 68. vidusskola) — 53 punkti.

Dalībnieku zināšanas vērtēja olimpiādes žūrijas komisija, kurā ietilpa Juris Zagars, Ilgonis Vilks, Kalvis Salmiņš (visi — LĻU Astronomiskā observatorija), Lilija Kondrašova, Jānis Miezis (abi — Zinību nams), Aina Asare

(VAĢB Latvijas nodaļa), Ella Detlava (Rīgas 1. vidusskola), Guntis Svabadnieks (Rīgas 84. vidusskola) un Nikolajs Baborikins (Rīgas 87. vidusskola).

Rīgas un republikas rajonu vidusskolēni! 1989. gada aprīlī gaidām jūs uz kārtējo astronomijas olimpiādi!

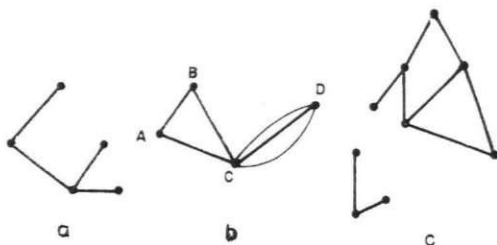
G. Svabadnieks

GRACIOZI KOKI

1963. gadā vācu matemātiķis, grafu teorijas speciālists G. Ringels grafu teorijas konferencē Smoļenicē (CSSR) formulēja kādu uzdevumu, kas toreiz nešķita pārāk sarežģīts, bet izrādās, ka līdz pat šai dienai tas vēl nav atrisināts un ir kļuvis par vienu no intriģējošākajām neatrisinātajām problēmām grafu teorijā.

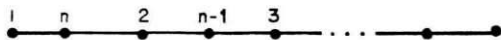
Laī saprastu šo problēmu, vispirms aplūkosim dažus grafu teorijas pamatjēdzienus.

Pieņemsim, ka doti n punkti un daži no tiem savienoti savā starpā ar līnijām. Šādu konfigurāciju sauc par grafu, punktus — par tā virsotnēm, bet līnijas, kas savieno virsotnes, — par šķautnēm (1. att.). Grafos a un b no katras virsotnes var aiziet uz katru citu virsotni, ejot tikai pa grafa šķautnēm, — tādus grafus sauc par sakarīgiem; grafam c šāda īpašība nepiemīt. Turpmāk mēs aplūkosim tikai sakarīgus grafus. Grafā b eksistē noslēgti ceļi, kas iet pa grafa šķautnēm, turklāt pa katru savu šķautni tieši vienu reizi. Tādi, piemēram, ir ceļi ABCA, CDC. Grafam a



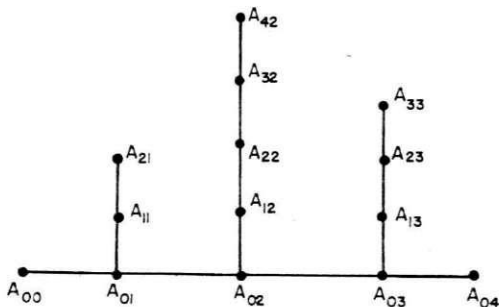
1. att.

šādu ceļu nav. Grafus, kuros nav šādu noslēgtu ceļu, sauc par kokiem. Par stumbru saucim tādu sakarīgu koku ar n virsotnēm, kāds parādīts 2. attēlā, un teiksim, ka visas



2. att.

stumbra virsotnes atrodas 0 līmenī. No stumbra var atzartoties dažāda garuma zari (sk., piem., 3. att.). Šādu zaru virsotnēm arī

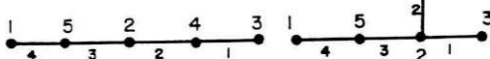
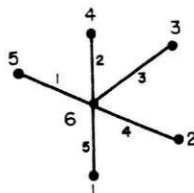


3. att.

ieviesīsim jēdzienu «līmenis»; virsotnes līmenis norāda tās «attālumu» līdz stumbram pa grafa šķautnēm, ja par mērvienību pieņem 1 šķautni. Piemēram, 3. attēlā grafa stumbra virsotnes A_{00} , A_{01} , A_{02} , A_{03} un A_{04} atrodas 0 līmenī, virsotnes A_{11} , A_{12} un A_{13} — 1. līmenī, A_{21} , A_{22} un A_{23} — 2. līmenī, A_{32} un A_{33} — 3. līmenī, A_{42} — 4. līmenī.

Tagad varam formulēt Ringela hipotēzi: katram kokam ar n virsotnēm tā virsotnes var sanumurēt ar naturāliem skaitļiem no 1 līdz n tā, ka katras šķautnes galapunktu numuru starpības absolūtā vērtība ir citāda. Grafu, kuram iespējama šāda numerācija, sauc par graciozu. Ringela hipotēze apgalvo, ka visi koki ir graciozi.

Viegli pārliecināties, ka 4. attēlā visi ir graciozi grafi.



4. att.

Ringela hipotēze šķiet samērā vienkārša, bet līdz pat šai dienai nav nojausmas par to, kādā virzienā būtu jāmeklē tās vispārējais pierādījums. Ir iegūti tikai atsevišķi rezultāti, kas pierāda, ka noteiktas koku klases ir graciozas. Turpmāk aplūkosim dažas šādas graciozu koku klases.

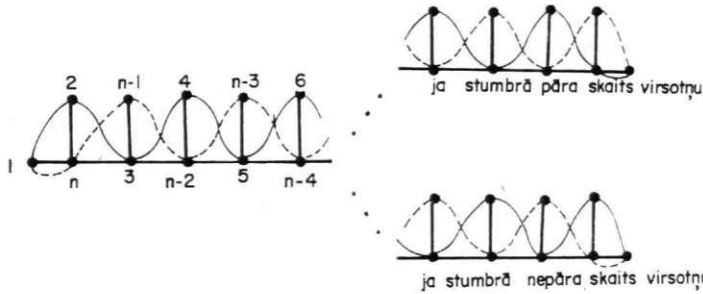
Nākamajos attēlos smalkās linijas un svītrlinijas nav grafa šķautnes. Tās uzzīmētas, lai palīdzētu lasītājam izsekot virsotņu numerācijas algoritmam. Numuri pēc kārtas no 1 līdz n izvietoti gar smalko liniju un svītrliniju. Isuma dēļ visu nākamo apgalvojumu pierādījumos mēs tikai uzrādīsim koku virsotņu numerācijas. To, ka attiecīgajā veidā sanumurētais koks iznāk graciozs, lasītājam jāpierāda patstāvīgi.

Numerācija, kāda parādīta 2. attēlā, ļauj secināt, ka katrs stumbrs ir graciozs. Arī koks, kuram stumbra katrā virsotnē (izņemot pirmo un pēdējo virsotni, — tā būs arī visos turpmākajos gadījumos) ir vienu vienību garš zars, noteikti ir graciozs (5. att.). Aplūkosim sarežģītāka koka piemēru, kur no katras stumbra virsotnes atzarojas divu vienību garš zars (6. att.). Vispārinot šo konstrukciju, iegūstam šādu vispārīgu rezultātu.

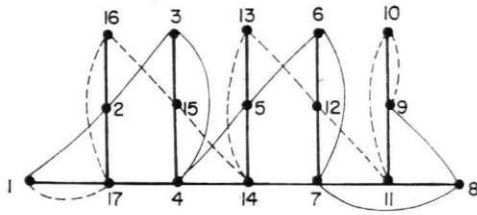
1. teorēma.

Koks, kuram no stumbra katras virsotnes iziet pa vienam fiksēta garuma zaram, ir graciozs.

Teorēmu pierāda, aplūkojot četrus apakšgadījumus atkarībā no tā, vai stumbra virsotņu skaits n un zaru garums jeb zara virsotņu skaits k ir pārskaitlis vai nepārskaitlis.



5. att.



6. att.

Aplūkosim pirmo gadījumu — koka stumbra virsotņu skaits n ir pārskaitlis $l+2$, zara virsotņu skaits k ir pārskaitlis $2m$. Šāds koks ir graciozs (numerācija parādīta 7. att.).

Otrajā gadījumā $n=l+2$ (pārskaitlis) un

$k=2m+1$ (nepārskaitlis); numerācija parādīta 8. attēlā.

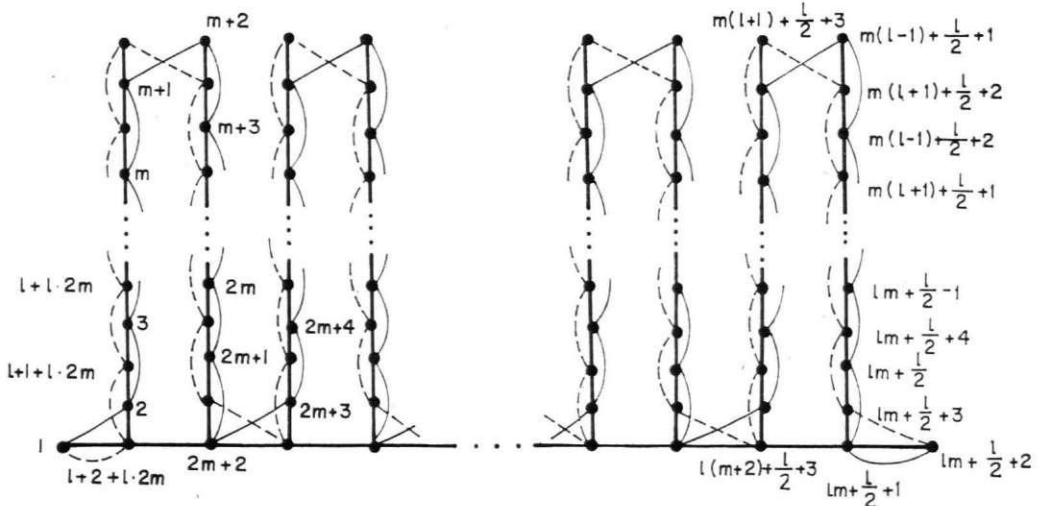
Trešajā gadījumā $n=l+2$, $l=2r+1$ (nepārskaitlis) un $k=2m$ (pārskaitlis); numerācija parādīta 9. attēlā.

Ceturtajā gadījumā $n=l+2$, $l=2r+1$ (nepārskaitlis) un $k=2m+1$ (nepārskaitlis); numerācija parādīta 10. attēlā.

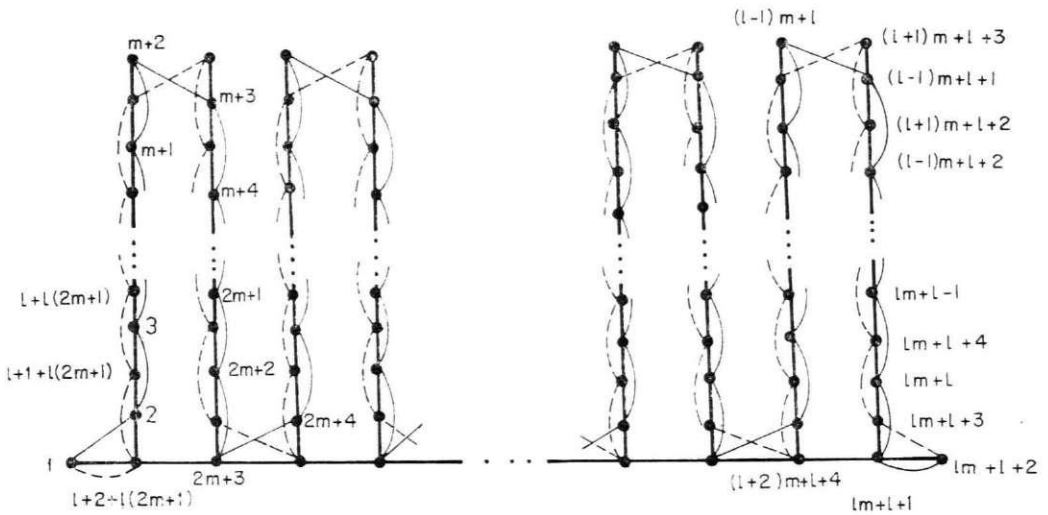
Teorēma pierādīta.

Aplūkosim vēl vienu gracioza koka piemēru (11. att.).

Izrādās, ka visi tie koki, kuriem no stumbra virsotnēm iziet dažāds skaits vienu vienību garu zaru, ir graciozi. Šādu grafu numerāci-



7. att.



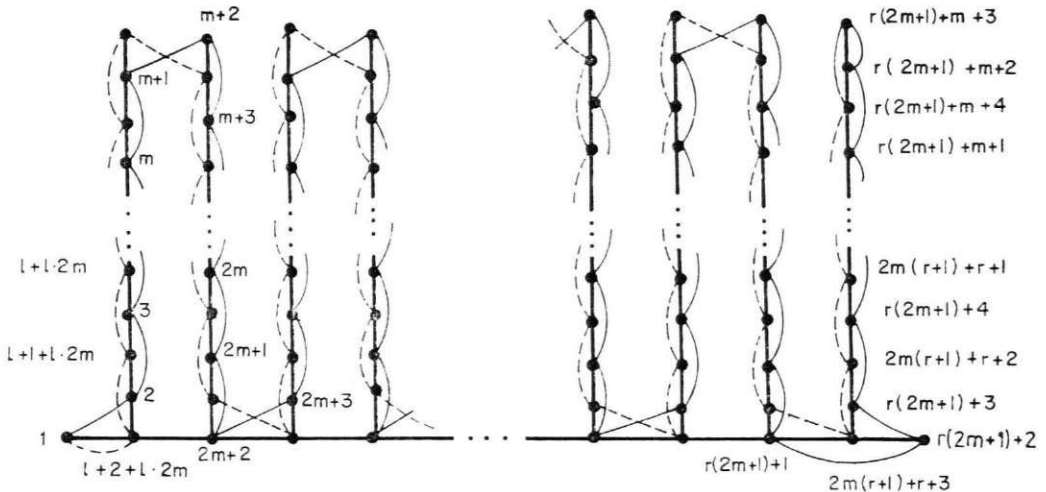
8. att.

jas algoritms ir līdzīgs 1. teorēmas pierādījumā lietotajam; iesakām lasītājam to izstrādāt patstāvīgi. Tai pašā laikā patvaļīgam kokam, kuram no stumbra dažām virsotnēm iziet divu vienību gari zari, bet no citām — vienu vienību gari zari, nav izdevies atrast vispārīgu numerācijas algoritmu, kas pierādītu, ka

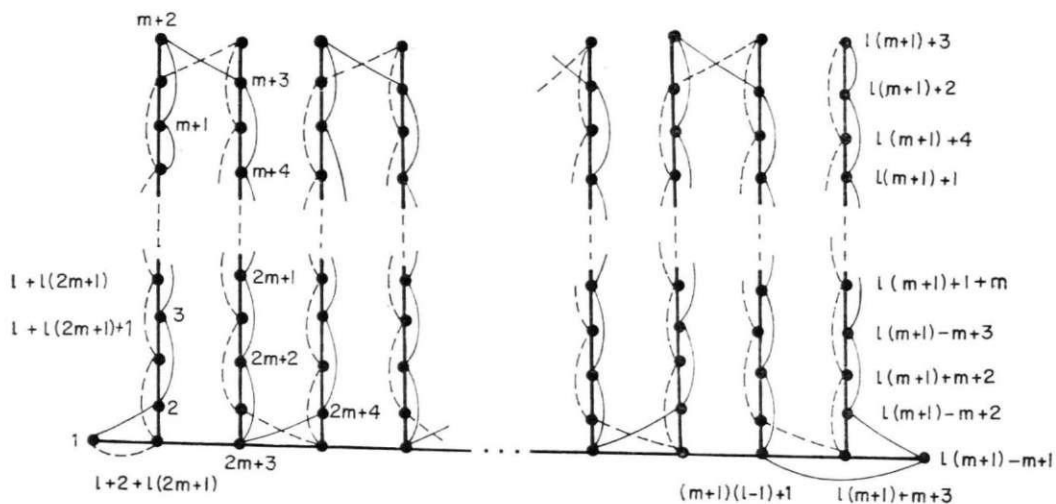
grafs ir graciозs. Ir tikai dažādi atsevišķi rezultāti. Viens no tiem formulējams kā

2. teorēma.

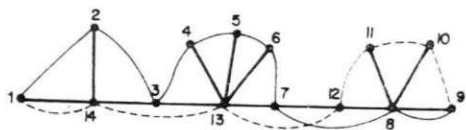
Koks, kura stumburā ir nepāra skaits virsotņu, no kurām iziet zari — no otrās, ceturtais, sestās, ... divu vienību gari, no pārējām vienu vienību gari —, ir graciозs (12. att.).



9. att.



10. att.



11. att.

Saturā līdzīga ir

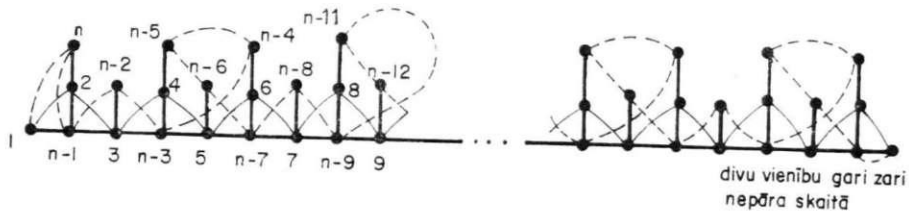
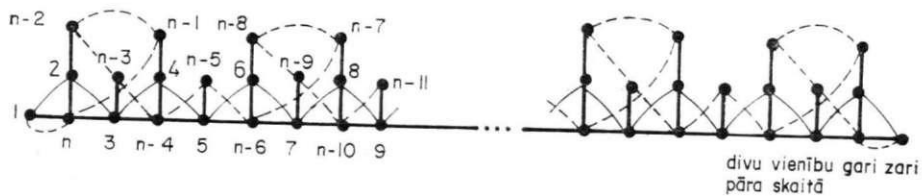
3. teorēma.

Koks, kura stumburā ir $4k+3$ ($k \in \mathbb{N}$) virsotnes, no kurām iziet zari — no otrās, ceturtās, sestās, ... vienu vienību gari, no pārējām divu vienību gari —, ir graciозs (13. att.).

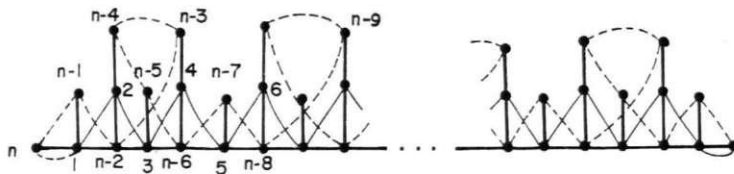
Var pārliecināties, ka 14. attēlā redzamais koks ir graciозs. Formulēsim šādu

4. teorēmu.

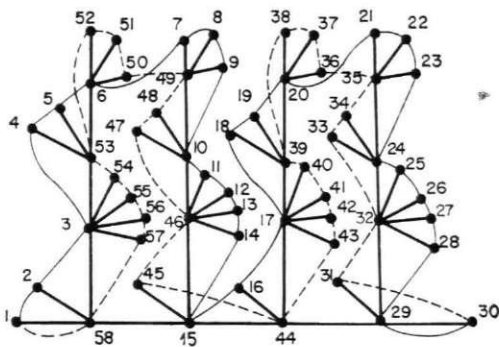
Ja koka stumbram ir pāra skaits virsotņu



12. att.



13. att.



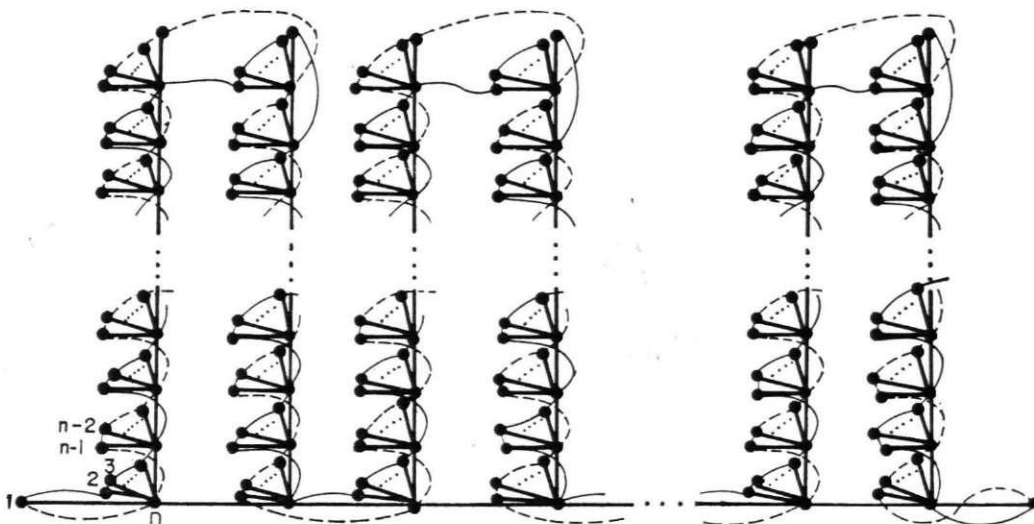
14. att.

un no katras iziet vienāda garuma zari, bet no šiem zariem savukārt vienāda līmeņa virsotnēs iziet vienāds skaits vienu vienību garu «zariņu», tad šis koks ir graciozs.

Numerācijas algoritms, kad zari, kas iziet no stumbra, ir pāra vienību garu, parādīts 15. attēlā. Ja zari ir nepāra vienību garu, algoritmā ir nelielas izmaiņas, līdzīgas atšķirībām starp 1. teorēmas 1. un 2. gadījumu.

16. attēlā doti vēl divi graciozu grafu piemēri.

Vispārīgā gadījumā koki, kuriem stumburā ir trīs virsotnes un no vidējās iziet trīs vienāda garuma zari, ir graciozi (17. att.).



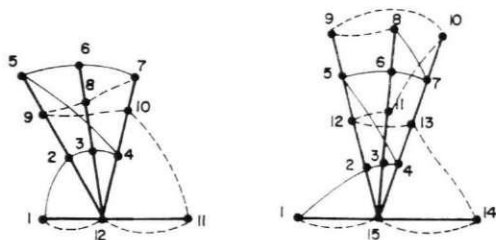
15. att.

Un vēl pēdējā noskaidrotā graciozo grafu klase.

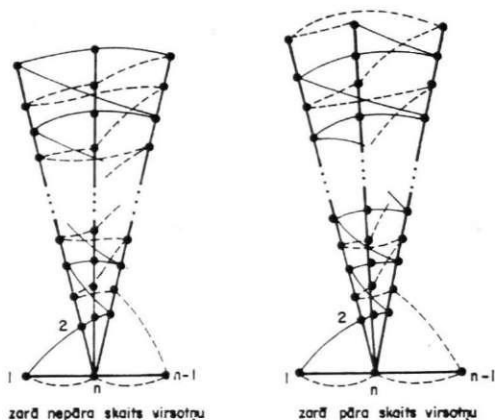
5. teorēma.

Koks, kuram katrā stumbra virsotnē ir k zari ar divām virsotnēm, ir graciozs, ja stumbra virsotņu skaits ir pārskaitlis (sk. 18. att., kur $k=4$; vispārīgo gadījumu atstājam lasītājam izstrādāt patstāvīgi).

Taču kādā veidā sanumurēt grafa virsotnes,

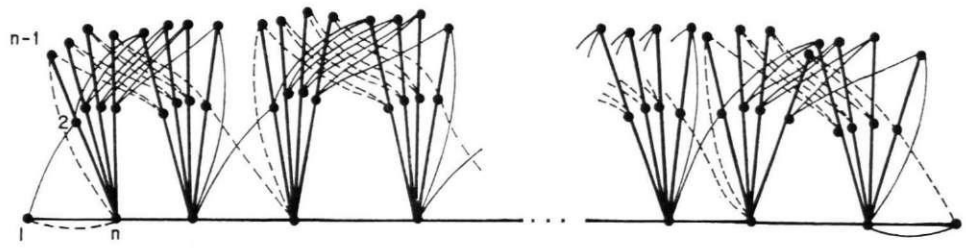


16. att.



17. att.

Kā redzams, šajā rakstā atrastie numerācijas algoritmi piemērojami tādiem kokiem, kuriem no stumbra izejošie atzarojumi periodiski atkārtojas, pie tam periods ir neliels



18. att.

ja no stumbra iziet dažāda garuma zari, kuriem savukārt ir dažāda garuma «zariņi»? Šāds vispārīgs numerācijas algoritms joprojām nav atrasts, un atliek tikai minēt, eksperimentēt vēl un vēl, veidot hipotēzes un mēģināt tās pierādīt.

(aplūkotojos gadījumos — 1 un 2). Tātad vispirms vajadzētu to palielināt. Bet varbūt vispār turpināt meklējumus citā virzienā? Iesaku par to domāt visiem interesentiem.

I. Galiņa



TALDIKURGĀNĀ NOVĒROTS SAULES APTUMSUMS

Mēs, grupa ūdenstūristu, kas regulāri ik gadu dodamies pārgājienos, arī pagājušajā, 1987. gadā, kravājām somas, lai dotos kārtējā nobraucienā pa kalnu upēm, šoreiz pa Koksū un Karatalu Džungārijas Alatau kalnos, Kazahijas PSR Taldikurgānas apgabalā.

Gan pēc rakstura, gan dzīves uzskatiem dažādi cilvēki no dažādām Latvijas vietām (Rīga, Rīgas rajons, Olaine, Liepāja, Grobiņa) trīs nedēļas aizvadījām praktiski neapdzīvotos kalnos. Mērojāmies spēkiem ar straujo kalnu upi, kļaiņojām pa kalniem, vērojām ugunscura liesmas, saullēktus un saulrietus. Pierastā ikdienas steiga, drūzma, sikās nepatīkšanas —

viss palicis kaut kur tālu. Esam cieši saistīti ar dabu, kas mūsu pēdējā nometnes vietā pie Karatalas sagādā vislielāko pārsteigumu.

23. septembra ritā ap pusastojiem čaklākie grupas biedri jau pametuši iesildītos guļammaisus. Kā ik ritu, skan putnu balsis, sienāži un cikādes sniedz savu rīta koncertu. Virs upes vējiņš dzenā rīta miglu. Caur kustīgiem miglas vāliem kā pasaku raganu mežā melnē izgāztu koku un sakņu sanesumi. Kalni atkāpušies no upes, vairs nav saredzami. Cītus rītus bija interesanti vērot, kā Saule, strauji pakāpusies virs kalnu kores, ienes dzīvību un siltumu šaurajā upes ielejā. Sorit ausma ceļas



Braucienā pa Koksū.

no krūmainās pamales lēni un prātīgi. Saule, dūmakā kautrīgi paslēpusies, redzama virs krūmāja kā maza oranža bumbiņa ar izplūdušām kontūrām (sk. attēlus krāsu ielikuma 4. lpp.). Driz atskan sauciens, ka parādījusies vēl otra — mazāka — saule.* Istā Saule lēnām uzsāk dienas gaitu, bet neistā viņai neatlaidīgi seko un pat tuvojas. Nu apjaušam, ka mums uzsmaidījusi laime redzēt ko neparastu. Būdami atrauti no visas pasaules, mazliet jūtamiem kā pirmatnējie cilvēki. Kas būs tālāk?

Pamazām apklust putni un sienāži un sāk krēslot, lai gan ir agrs rīts. Mazā Saule cieši pietuvojas istajai, kurā parādās melns mēnešveida robs. Nu jau mēs visi desmit sajūsmā

* Acīmredzot šī parādība izskaidrojama ar refrakcijas efektu atmosfērā. — Redkol.

vērojam Sauli, kas vieglās dūmakas dēļ ir labi novērojama. Melnais robs arvien dziļāk graužas Saulē, kas turpina celties augstāk virs pamales. Klusumā liekas, ka pat vējš pierimis, viss sastindzis, vienīgi no tālienes atskan sērīga gaudošana. Melnais aplis sasniedzis Saules vidu, un Saules vietā redzams tikai spožs gredzens. Melnais aplis turpina virzīties tālāk un, šķērsojis Sauli, pazūd. Saule atkal kā allaž apspīd upi, krūmāju, no metni; krēsla ir izklidusi. Daba pamazām atdzivojas. Sākumā klusi un nedroši, tad arvien skaļāk sāk vīrot putni, sisināt sienāži. Mēs vēl labu brīdi nevaram norimt un ķerties pie ikrīta darbiem.

Aptuveni stundu bija vērojama šī interesantā dabas parādība, bet mums tā palikusi atmiņā kā skaistākais pārgājiena notikums.

L. Brante

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

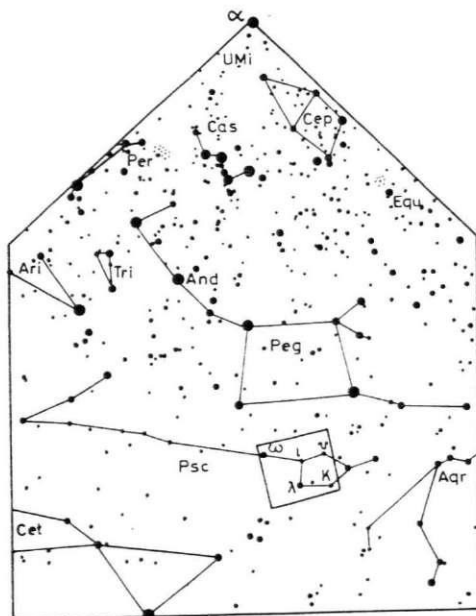
★★ Kā intervijā laikrakstam «Izvestija» izteicies kosmonauts J. Romaņenko, svešķermeņi, kas traucēja astrofizikālajam modulim «Kvants» līdz galam saslēgties ar orbitālo staciju «Mir» (sk. «Zvaigzņotā Debess, 1987./88. gada ziema», 33. lpp.), bija kaprona pakete ar personīgās higiēnas līdzekļiem. Kad kārtējais «Progress» tika gatavots atdalīšanai no «Mir», ventilatoru radītā gaisa strāva acīmredzot iesūca paketi tunelī, kas ved no stacijas uz kravas kuģi. Tur paketei gadījās aizķerties aiz sakabināšanās mezglā vidusdaļas elementiem, kuri veido vienu veselumu ar pārejas lūku un, kad lūka atvērta, atrodas tuneļa vienā malā. Apkalpe šo starpgadījumu nepamanīja, un, lūku aizverot, pakete nonāca stacijas ārpusē, kur, nedaudz mainījusi formu, kļuva par šķersli nākamā kosmiskā aparāta pieslēgšanai.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1988. GADA RUDENĪ

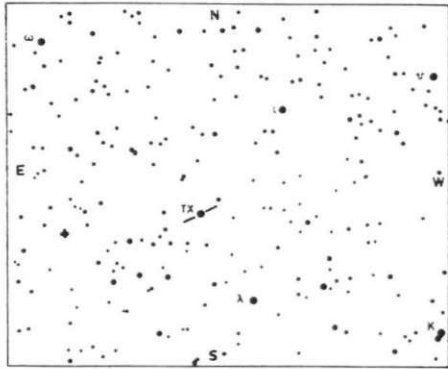
1988. gada rudens sākas 22. septembrī pl. 23^h29^m un beidzas 21. decembrī pl. 18^h28^m.

Rudens ir zvaigžņu novērošanai labvēlīgs gadalaiks — naktis ir pietiekami tumšas un garas. Latvijā turklāt oktobrī-novembrī parasti iestājas tā sauktais rudens logs, kad vienu divas nedēļas pēc kārtas (reizēm arī ilgāk) turas skaidras naktis. Diemžēl rudenī novērojams pavisam maz spožo oglekļa zvaigžņu. Tikai viena no šīm zvaigznēm saredzama ar neapbruņotu aci — Zivju zvaigznāja TX jeb TX Psc (sk. 1. un 2. att.). Tā ir sarkana C6,2 spektra klases zvaigzne, kurai virsmas temperatūra tuva 3000 kelviniem. Tās spožums mainās neregulāri intervālā no 5. līdz 6. redzamajam zvaigžņlielumam. TX Psc ir relatīvi labi izpētīta. Tai pietiekami precīzi noteikta ne tikai virsmas temperatūra, bet arī atmosfēras ķīmiskais sastāvs. Japāņu astronomi noskaidrojuši, ka dzelzs grupas metālu daudzums šai zvaigznei ir tuvs tam, kāds novērojams Saulei. Smago elementu (smagāku par stronciju) TX Psc atmosfērā ir 10—100 reižu vairāk. Tas raksturīgs visām N tipa (vēlo spektra klašu — aukstajām) oglekļa zvaigznēm. Šo zvaigžņu spektrus ir izteiktas oglekļa savienojumu joslas. 3. attēlā dota TX Psc spektra fotoelektriskā skenogramma, kuru raksta autors ieguvis Krimas Astrofizikas observatorijā 1983. gada oktobrī ar 70 cm teleskopu AZT-8. Līdzās izteiktām oglekļa savienojumu (C₂, CN) joslām redzama spēcīga depresija spektra zilajā daļā

($\lambda < 4600 \text{ \AA}$), kas arī ir raksturīga N tipa oglekļa zvaigznēm. Pēc telpiskā izvietojuma un kustības kosmosā N spektra klases oglekļa zvaigznes pieder pie objektiem, kas veido



1. att. Rudens zvaigznāji: Mazais Lācis — UMi, Persejs — Per, Kasiopeja — Cas, Ceфеjs — Cep, Auns — Ari, Trijstūris — Tri, Andromeda — And, Pegazs — Peg, Mazais Zirgs — Equ, Valzivs — Cet, Zivis — Psc, Ūdensvīrs — Aqr.



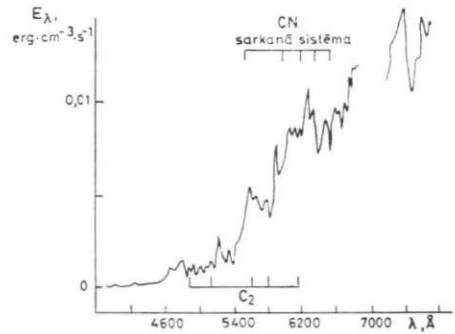
2. att. Oglekļa zvaigznes TX Psc apkārtnē.

Galaktikas plakano subsistēmu, atrodas Galaktikas spirāliskajos zaros, tātad atbilst tā sauktajai I populācijai. Preistats šīm oglekļa zvaigznēm ir R spektra klases oglekļa zvaigznes. Tām depresija spektra zilajā daļā ir mazāk izteikta nekā N spektra klases zvaigznēm. Teikto apliecina 4. attēls, kur parādīta RO spektra klases zvaigznes HD 182040 fotoelektriskā skenogramma, kuru raksta autors ieguvis 1983. gada oktobrī. Kopumā R tipa oglekļa zvaigznes ir nedaudz karstākas par N tipa oglekļa zvaigznēm. Atšķirīgs ir arī abu šo tipu zvaigžņu atmosfēru ķīmiskais sastāvs. R tipa zvaigznēm smago elementu daudzums ir tuvāks tam, kādu novēro Saules atmosfērā.

Spriežot pēc R zvaigžņu telpiskā izvietojuma un kustības kosmiskajā telpā, tās pieder pie mūsu Galaktikas sfēriskā komponenta — Galaktikas kodola halo zvaigznēm —, tātad atbilst tā sauktajai II populācijai.

Spožākā oglekļa mirīda, kas novērojama rudenī, ir Cefeja S (S Cep). Šīs sarkanās ilgperioda ($P=4874,46$) maiņzvaigznes virsmas temperatūra atbilst 2000 kelviniem. S Cep ir viena no aukstākajām un vēlākajām oglekļa zvaigznēm. Tās spektra klase ir C8,2. Šai zvaigznei konstatēts putekļu apvalks. S Cep redzamais spožums mainās no 7,4 maksimumā līdz 12,9 spožuma minimumā, kas ir par vāju, lai zvaigzni novērotu bez neliela teleskopa.

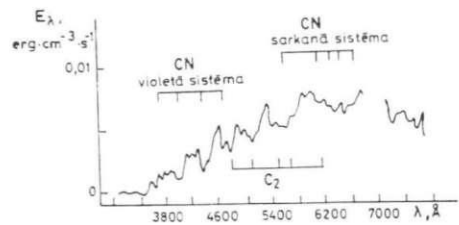
Interesanta oglekļa-cirkonija mirīda atrodas Kasiopejas zvaigznājā. Tā ir Kasiopejas W



3. att. Oglekļa zvaigznes TX Psc spektra skenogramma ar molekulāro C₂ un CN absorbcijas joslu atzīmēm.

(W Cas). Šīs zvaigznes spektrā vienlaicīgi vērojamas gan oglekļa, gan cirkonija zvaigznēm raksturīgās detaļas. Mainoties zvaigznes redzamajam spožumam no 8,2 līdz 12,4, mainās arī spektra īpašības. Spožuma maksimuma laikā pastiprinās cirkonija zvaigznēm raksturīgās ZrO joslas, bet minimuma laikā — oglekļa zvaigznēm raksturīgās C₂ un CN joslas. Šī zvaigzne pārstāv pekulāro zvaigžņu grupu, tā sauktās CS zvaigznes. Diemžēl arī W Cas nav novērojama bez neliela teleskopa.

1988. gada rudenī Latvijā nav novērojami ne Mēness, ne Saules aptumsumi. Arī kaut cik spožas periodiskās komētas šajā laikposmā nav gaidāmas.



4. att. Oglekļa zvaigznes HD 182040 spektra skenogramma ar molekulāro C₂ un CN absorbcijas joslu atzīmēm.


PLANĒTAS

Pārskatu par spožāko planētu redzamību Latvijā 1988. gada rudenī dod tabula. Tajā sniegtas ziņas, kad un kurā zvaigznājā vai debesspusē attiecīgā planēta būs redzama un kāds būs tās vizuālais spožums.

Merkurs un Urāns 1988. gada rudenī novērojams tikai oktobrī, Merkurs — oktobra otrajā pusē austrumos īsi pirms Saules lēkta, Urāns — 1° zem Saturna kā aptuveni 6. zvaigžņlieluma objekts.

Planēta	Novērošanas iespējas un redzamais spožums		
	oktobrī	novembrī	decembrī
Venēra	no rīta Lauvas zv-jā, -3 ^m ,6	no rīta Jaunavas zv-jā, -3 ^m ,5	no rīta Svaru zv-jā, -3 ^m ,4
Marss	visu nakti Zivju zv-jā, -2 ^m ,1	nakts pirmā puse Zivju zv-jā, -1 ^m ,3	no vakara Zivju zv-jā, -0 ^m ,2
Jupiters	visu nakti Vērša zv-jā, -2 ^m ,3	visu nakti Vērša zv-jā, -2 ^m ,4	visu nakti Vērša zv-jā, -2 ^m ,5
Saturns	no vakara Strēlnieka zv-jā, +0 ^m ,8	—	—


MĒNESS FĀZES

 pilns Mēness


25. sept. 22^h08^m
25. okt. 7 36
23. nov. 18 54

 pēdējais ceturksnis

2. okt. 19^h59^m
1. nov. 13 12
1. dec. 9 50

 jauns Mēness

11. okt. 0^h50^m
9. nov. 17 21
9. dec. 8 37

 pirmais ceturksnis

18. okt. 16^h02^m
17. nov. 0 36
16. dec. 8 41

I. Eglītis

SVEICAM ILGU DAUBI!



Sā gada 6. oktobrī svinēsim jubileju ilggadējai «Zvaigžņotās Debess» autorei Ilgai Daubei, astronomei, fizikas un matemātikas zinātņu kandidātei. Strādādama Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijā, viņa kā mūsu izdevuma redakcijas kolēģijas locekle darbojās no paša pirmā numura, tas ir, no 1958. gada, līdz 1979. gadam, no 1969. gada būdama tā atbildīgā sekretāre. «Zvaigžņotajā Debesī» viņa raksta vēl arvien, par ko liecina arī šai numurā ievietotais viņas sastādītais izdevuma pēdējo piecu gadu bibliogrāfiskais rādītājs.

Lasītāju jaunākā paaudze, šķiet, nezina, ka I. Daube bija pirmā latviešu astronome, kas ieguvusi fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu (1953. g.). Viņas zinātnisko pētījumu objekti ir maiņzvaigznes, dubulizzvaigznes, oglekļu zvaigznes, astronomijas vēsture.

«Zvaigžņotās Debess» redakcijas kolēģija savā un lasītāju vārdā sveic Ilgu Daubi jubilejā, pateicas par lielo un rūpīgo darbu, ko viņa ilgajos gados veļijusi žurnāla veidošanai, un novēl arī turpmāk ar tādu pašu enerģiju piedalīties astronomijas popularizēšanā gan mūsu izdevumā, gan «Astronomiskajā kalendārā», kura redakcijas kolēģijā viņa darbojas jau daudzus gadus.

«ZVAIGŽNOTĀS DEBESS» SESTĀS PIECGADES TEMATISKAIS RĀDĪTĀJS

(nr. 101, 1983. gada rudens — nr. 120, 1988. gada vasara)

«Zvaigžnotās Debess» kārtējās piecgades tematiskā rādītāja uzdevums ir sniegt lasītājam pārskatu par izdevuma pēdējo 20 numuru saturu un palīdzēt sameklēt rakstus par kādu noteiktu jautājumu. Tematiskā rādītāja sakārtojums palicis gandrīz tāds pats kā iepriekšējā rādītājā (nr. 101, 1983. gada rudens). Nelielas izmaiņas radušās sakarā ar «Zvaigžnotās Debess» tematikas paplašināšanos un jauniem nodaļu virsrakstiem. Nākušas klāt nodaļas «Atziņu ceļi», kurā ietilpst raksti par dabas izziņāšanas filozofiskajām problēmām, un «Skaitļotājs astronomijā». Jaunajā apakšnodaļā «Zeme un tai tuvais kosmos» atradisim rakstus par ģeofiziku, par procesiem Zemes atmosfērā un magnetosfērā, par biofiziku u. c. ar Zemi saistītiem jautājumiem.

Izdevumā publicētie «Jaunami isumā» un «Pirmo reizi «Zvaigžnotajā Debesī»» tematiskajā rādītājā nav atspoguļoti.

Lasītājam labi saprotams, ka daudzus materiālus var attiecināt uz vairākām tēmām. Piemēram, L. Klimkas raksts «Viļņas vecās observatorijas instrumenti» ievietots nodaļā «Observatorijas un instrumenti», taču to varēja ietilpināt arī nodaļā «Atskatoties pagātnē», jo runa ir par vēsturisku observatoriju un instrumentiem. Savukārt, J. Kauliņa rakstu «Ko

dzirdējam Baku» var ietvert gan nodaļā «Amatieru lappuse», gan arī nodaļā «Konferences, sanāksmes».

Nodaļās un apakšnodaļās materiāli sakārtoti pēc autoru uzvārdiem alfabēta secībā. Tālāk atzīmēts izdevuma numurs, gads, gadalaiks (p — pavasaris, v — vasara, r — rudens, z — ziema) un lappuse. Ja kādā nodaļā ir vairāki viena autora raksti, tie uzrādīti hronoloģiskā secībā.

«Zvaigžnotās Debess» pēdējos 20 numuros publicēti pavisam 347 raksti. No tiem 327 ir oriģinālraksti, 3 raksti tulkoti no Vissavienības žurnāliem, bet 17 raksti sastādīti pēc padomju preses materiāliem. No 122 autoriem 76 rakstījuši tikai vienreiz, bet 46 — vairākas reizes. 70 autori «Zvaigžnotajai Debesij» rakstījuši pirmoreiz. To portreti un īsas biogrāfiskas ziņas dotas attiecīgā izdevuma beigās nodaļā «Pirmo reizi «Zvaigžnotajā Debesī»».

Šajā piecgadē, tāpat kā iepriekšējos desmit gados, visvairāk rakstījuši E. Mūkins (37 raksti) un A. Balklavs (30 raksti). Trešajā vietā — N. Cimahoviča (29 raksti). Ražīgi autori bijuši arī Z. Alksne (16 raksti), J. Klētnieks (14 raksti), A. Alksnis un M. Dīriķis (katram pa 11 rakstiem).

PROBLĒMU UN APSKATA RAKSTI, JAUNUMI

Visums, Metagalaktika, galaktikas, kosmoloģija

<i>A. Alksnis</i>	Oglekļa zvaigznes Andromedas galaktikā	115	1987	p	27
<i>A. Balklavs</i>	Vai Metagalaktika rotē?	101	1983	r	7
<i>A. Balklavs</i>	Mūsdienu zinātnes priekšstati par vielisko pasauli	103 104	1984 1984	p v	4 2
<i>A. Balklavs</i>	Kas jauns kvazāru pētniecībā?	107	1985	p	17
<i>A. Balklavs</i>	Cik liels ir Metagalaktikas kustības daudzuma moments un masa?	113	1986	r	17
<i>A. Balklavs</i>	Topoloģija un Visums	117	1987	r	16
<i>A. Balklavs</i>	Pirmie «garu» meklējumi — nesekmīgi	119	1988	p	11
<i>A. Balklavs</i>	Vai atrasti magnētiskie monopoli?	120	1988	v	26
<i>U. Dzērvītis</i>	Kvazāriem jauns čempions	102	1983/84	z	22
<i>J. Gņedins</i>	Rentgenzvaigznes un rentgengalaktikas	102	1983/84	z	12
<i>P. Osten-Zakens</i>	Neatrisinātas kosmoloģijas problēmas	114	1986/87	z	50
<i>G. Ozoliņš</i>	Beidzot atklāts pulsārs citā galaktikā	106	1984/85	z	21
<i>L. Začs</i>	Pārnova Lielajā Magelāna Mākonī	118	1987/88	z	21

Galaktika, zvaigznes, miglāji, starpzvaigžņu vide

<i>Z. Alksne</i>	Kā Sīriuss kļuva balts?	101	1983	r	8
<i>Z. Alksne</i>	Superzvaigzne, kopas kodols vai jauna veida objekts?	104	1984	v	22
<i>Z. Alksne</i>	Dienas kārtībā — citu planētu sistēmu meklēšana	105	1984	r	7
<i>Z. Alksne</i>	Vai Polārzvaigzne beidz pulsēt?	106	1984/85	z	15
<i>Z. Alksne</i>	Kāda kļuvusi Gulbja nova 1975?	108	1985	v	31
<i>Z. Alksne</i>	Vai IRAS atklājis topošas planētu sistēmas?	109	1985	r	18
<i>Z. Alksne</i>	Vedēja ϵ nesenā aptumsuma novērojumi	110	1985/86	z	10
<i>Z. Alksne</i>	Ārpuszemes dzīvības meklējumi — pagātne un nākotne	116	1987	v	13
<i>Z. Alksne</i>	Nevis supermasīva zvaigzne, bet gan blīva zvaigžņu grupa	116	1987	v	20
<i>Z. Alksne</i>	Betelgeize — trīskārša zvaigzne	117	1987	r	24
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Oglekļa zvaigznes Galaktikā un citās zvaigžņu sistēmās	107	1985	p	12
<i>Z. Alksne, A. Alksnis</i>	Oglekļa zvaigznes Galaktikas kodolā	112	1986	v	17
<i>A. Alksnis</i>	Nova Lapsiņas zvaigznājā	107	1985	p	34
<i>A. Balklavs</i>	Galaktikas centrā — superzvaigzne vai melnais caurums?	114	1986/87	z	53
<i>N. Cimahoviča</i>	Astronomi iecerējuši Galaktikas pārnovu dienestu	108	1985	v	24
<i>N. Cimahoviča</i>	T Tauri — dubultsistēma ar protozvaigzni	109	1985	r	20
<i>N. Cimahoviča</i>	Pārnovas uzliesmojums pirms 15 000 gadu	109	1985	r	24
<i>N. Cimahoviča</i>	3C 310 izpūš burbuļus	110	1985/86	z	12
<i>N. Cimahoviča</i>	Galaktikas centrā dzimst zvaigznes	114	1986/87	z	52
<i>A. Čerņins</i>	Dīvainā zvaigzne SS 433	105	1984	r	2
<i>G. Ozoliņš</i>	Pulsārs rekordists piedāvā jaunas iespējas	105	1984	r	22
<i>I. Smelds</i>	Zvaigznes gāzu un putekļu apvalkā	105	1984	r	12

Saules sistēma, planētas, to pavadoņi

<i>A. Balklavs</i>	Kvantēšanās parādības Saules sistēmā	115	1987	p	25
<i>U. Dzērvītis</i>	Ūdens vulkāns uz Jupitera mēness Eiropas	102	1983/84	z	24
<i>U. Dzērvītis</i>	Neptūna gredzenu meklējumi turpinās	109	1985	r	21
<i>F. Mūkins</i>	Jupiters un Saturns	102	1983/84	z	2
<i>E. Mūkins</i>	Planētu gredzenu sistēmas	104	1984	v	7
<i>E. Mūkins</i>	Jauni Venēras radarattēli	105	1984	r	29
<i>E. Mūkins</i>	Tālā Urāna pasaule	114	1986/87	z	2

Mazās planētas, komētas, meteorīti un meteorīti

<i>A. Balklavs</i>	Dažu svarīgāko Haleja komētas fizikālo raksturlielumu novērtējums	110	1985/86	z	8
<i>A. Balklavs</i>	Hipotēze par reliktiem komētu ķermeņu gredzeniem	113	1986	r	40
<i>N. Cimahoviča</i>	Kas ietver mazo planētu (2) Pallas?	108	1985	v	23
<i>N. Cimahoviča</i>	Vai «debess akmeņi» atnes beriliju?	110	1985/86	z	13
<i>N. Cimahoviča</i>	Tunguskas viesis — tomēr komēta!	112	1986	v	18
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Zlakomanova</i>	Jaunas mazās planētas	104	1984	v	27
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Zlakomanova</i>	Mazo planētu skaits strauji aug	105	1984	r	19
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Zlakomanova</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	106	1984/85	z	17
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Zlakomanova</i>	Jaunas mazās planētas	108	1985	v	27
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Zlakomanova</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	112	1986	v	20
<i>M. Diriķis,</i> <i>I. Rudzinska</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	116	1987	v	21
<i>U. Dzērvītis</i>	Nerātņie meteorīti	103	1984	p	42
<i>A. Gaigals</i>	Apslēptie meteorītu krāteri Lietuvā	105	1984	r	15
<i>A. Gaigals</i>	Lietuvas meteorīti	119	1988	p	8
<i>O. Korotcevs</i>	Asteroidi — Lielā Tēvijas kara varoņu vārdos	103	1984	p	46
<i>E. Mūkins</i>	Komētas pēc iepazīšanās tuvplānā	118	1987/88	z	5
<i>G. Ozoliņš</i>	Vai izdosies izslēgt Haleja komētas māzeru?	105	1984	r	24
<i>T. Romanovskis,</i> <i>A. Raudis</i>	Mazo planētu atklāšanas likumsakarība	106	1984/85	z	19
<i>I. Rudzinska,</i> <i>M. Diriķis</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	113	1986	r	19
<i>I. Rudzinska,</i> <i>M. Diriķis</i>	Jaunas mazās planētas	118	1987/88	z	29
<i>A. Salītis</i>	Vēlreiz par komētas sadursmi ar Sauli	102	1983/84	z	21
<i>A. Salītis</i>	Par dažām Kreica grupas komētu problēmām	108	1985	v	25

Mūsu republikā

<i>A. Alksnis</i>	Haleja komētas fotografēšana Baldonē	114	1986/87	z	66
<i>J. Urtāns</i>	Jauni dati par Lazdānu meteorītu	115	1987	p	31

Saule, Saules un Zemes sakari

<i>A. Balklavs</i>	Iespējams Saules magnētisko struktūru uzpeldēšanas mehānisms	114	1986/87	z	22
--------------------	--	-----	---------	---	----

<i>A. Balklavs</i>	Saules aktivitātes divgadu cikli	115	1987	p	22
<i>A. Balklavs</i>	Periodiskums Saules uzliesmojumu aktivitātē	117	1987	r	26
<i>A. Balklavs</i>	Saules magnētisko lauku pastāvēšanas ilgums	117	1987	r	28
<i>A. Balklavs</i>	Interesanti Saules uzliesmojumu izpētes rezultāti	118	1987/88	z	25
<i>A. Balklavs</i>	Magnētisko cilpu izstiepšanas mehānisms Saules atmosfērā	118	1987/88	z	28
<i>A. Balklavs</i>	Mazo Saules uzliesmojumu pētījumi	119	1988	p	12
<i>A. Balklavs</i>	Saules plankumi — auksti vai karsti?	120	1988	v	23
<i>Dz. Blūms</i>	Saules vējš pēdējā gadsimtā	109	1985	r	25
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules protonu cikls tomēr darbojas	101	1983	r	10
<i>N. Cimahoviča</i>	Kad Zeme neklausā Saulei	103	1984	p	13
<i>N. Cimahoviča</i>	Kāpēc Saule pulsē?	105	1984	r	28
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules rentgenstaru 160 minūšu pulsācijas	107	1985	p	35
<i>N. Cimahoviča</i>	Uzliesmojumu priekšvēstneši — arī rentgenstaros!	111	1986	p	18
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules uzliesmojumu priekšvēstneši	115	1987	p	30
<i>E. Drelnieks, J. Nāgelis, B. Rjabovs</i>	Saules novērojumi ar RATAN-600	109	1985	r	25
<i>U. Dzērviitis</i>	Saules dzīles zondējot	115	1987	p	6
<i>V. Možerins</i>	Zemes magnetosfēra pulsē Saules ritmā	104	1984	v	25

Zeme un tai tuvais kosmos

<i>A. Balklavs</i>	Praktiskā radioastronomija	116	1987	v	2
<i>B. Biedriņš</i>	Augu dzīve Mēness ritmā	119	1988	p	63
<i>B. Biedriņš</i>	Mēness redzamības intervāls — dārzkopja palīgs	120	1988	v	66
<i>E. Cielēns</i>	Globāla kataklizma pirms 63 miljoniem gadu	103	1984	z	44
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules protoni skalda atmosfēras ozonu	103	1984	p	13
<i>N. Cimahoviča</i>	Atmosfēras emisijā atbalsojas kosmiskie starti	107	1985	p	35
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules ietekmes centri Zemes atmosfērā	111	1986	p	19
<i>N. Cimahoviča</i>	Zemestriču izpēte turpinās	112	1986	v	22
<i>N. Cimahoviča</i>	Zemes magnētiskais lauks bremsē ZMP	113	1986	r	20
<i>N. Cimahoviča</i>	Atmosfēras ozons — apdraudēts	115	1987	p	31
<i>N. Cimahoviča</i>	Ciklonam — savs radiovīlnis	117	1987	r	29
<i>N. Cimahoviča</i>	Mēness fāzes un krusa	120	1988	v	28
<i>H. Ēlsalu</i>	Piebilde par N. Grišina rakstu «Sudrabainajiem mākoņiem — simts gadu»	112	1986	v	66
<i>H. Gode</i>	Zibens caurules	114	1986/87	z	49
<i>A. Grabinskis</i>	Zemes mākslīgie pavadoņi un elektrosakari	106	1984/85	z	10
		107	1985	p	27
<i>N. Grišins</i>	Sudrabainajiem mākoņiem — simts gadu	108	1985	v	13
<i>R. Kleinberga</i>	Laika paredzēšana mūsdienās	120	1988	v	15
<i>I. Kramiņa,</i>	Lodveida zibens — anomāla atmosfēras	111	1986	p	4
<i>J. Mednis</i>	parādība	112	1986	v	2
<i>D. Mardosiene, V. Vainausks</i>	Kuršu nērijas klejojošās kāpas	106	1984/85	z	50
<i>G. Ozoliņš</i>	Eifeļa tornis un kosmiskās telpas piesārņošana	120	1988	v	29

<i>G. Ozoliņš</i>	Kura virsotne ir visaugstākā?	120	1988	v	29
<i>O. Pohotolovs,</i> <i>V. Piļipenko</i>	Apakšzemes vētru elektromagnētiskie priekš- vēstneši	104	1984	v	17
<i>Leonīds Roze</i>	Starptautiskā programma MERIT	105	1984	r	25
<i>Ļ. Zeļonijs</i>	Enerģijas pārvērtības Zemes magnetosfērā	101	1983	r	2

Dažādas nozares

<i>A. Balklavs</i>	Jaunas gravitācijas viļņu detektēšanas iespējas	104	1984	v	24
<i>J. Birzvalks,</i> <i>G. Kotovičs,</i> <i>K. Svarecs</i>	No lāpu telegrāfa līdz gaismvadsakariem	113 114	1986 1986/87	r z	12 14
<i>A. Ozols</i>	Ultraiso impulsu lāzeri	110 111 112	1985/86 1986 1986	z p v	2 9 8
<i>A. Petrovs</i>	Gadsimta atklājums	118	1987/88	z	2
<i>E. Riekstiņš</i>	Naturālo skaitļu nosaukumi pasaules tautu valodās	111 112 113 114	1986 1986 1986 1986/87	p v r z	13 11 5 9
<i>B. Rolovs</i>	Temperatūru pasaulē	115	1987	p	15
<i>J. Strupulis</i>	Zem Ēģiptes debesīm	112	1986	v	59
<i>I. Smelds</i>	Horoskopa «noslēpumi»	110	1985/86	z	62

K. Barona jubilejai

<i>I. Ērgle</i>	Ko mana māte stāstījusi	109	1985	r	3
<i>J. Klētnieks</i>	Tautasdziesmas astronomiskā izcelsme	107	1985	p	2
<i>J. Klētnieks</i>	Seno latviešu zvaigžņu dievības	108	1985	v	2
<i>J. Klētnieks</i>	Tautasdziesmu kosmoloģija	109	1985	r	8

ATZIŅU CEĻI

<i>H. Bušs</i>	Bruņrupucis, Aristotelis un zvaigžņotā debess	106	1984/85	z	34
<i>J. Eiduss</i>	Tīts Lukrēcijs Kārs un viņa poēma «Par lietu dabu»	112	1986	v	35
<i>J. Eiduss</i>	Vēlreiz Tīts Lukrēcijs Kārs un viņa poēma «Par lietu dabu»	119 120	1988 1988	p v	40 49
<i>M. Kūle</i>	Kosmoss un uguns (Par sengrieķu filozofa Heraklīta uzskatiem)	107	1985	p	61
<i>P. Laķis</i>	Laika īpašības un to izziņāšana	108	1985	v	47

KOSMOSA APGŪŠANA

<i>N. Cimahoviča</i>	«Zvaigžņu karš» mūsdienās	119	1988	p	31
<i>K. Feoktistovs</i>	«Salūta» apkalpes virišķība	111	1986	p	24
<i>J. Golovanovs</i>	Kā gatavojās pirmā kosmonauta startam	117	1987	r	38
<i>E. Mūkins</i>	Kosmosa transportlīdzekļi — veiksmes un likstas	101	1983	r	12
<i>E. Mūkins</i>	Jaunas kosmiskās observatorijas	101	1983	r	20
<i>E. Mūkins</i>	Kosmiskie automāti zondē Venēru. 2.	102	1983/84	z	26
<i>E. Mūkins</i>	Jaunākais kosmosa transportā	103	1984	p	16
<i>E. Mūkins</i>	Jauni Venēras pavadoņi	103	1984	p	25
<i>E. Mūkins</i>	Kosmosā — Indijas pilsonis	104	1984	v	32

<i>E. Mūkins</i>	Mūsdienu kosmiskie teleskopi. 1.	104	1984	v	33
<i>E. Mūkins</i>	Rietumeiropa un pilotējamie kosmiskie lidojumi	105	1984	r	38
<i>E. Mūkins</i>	Pavadoni remontē orbitā	106	1984/85	z	26
<i>E. Mūkins</i>	Mūsdienu kosmiskie teleskopi. 2.	107	1985	p	38
<i>E. Mūkins</i>	Sievietes apgūst kosmosu	107	1985	p	44
<i>E. Mūkins</i>	Zeme—Venēra—Haleja komēta. 1.	108	1985	v	34
<i>E. Mūkins</i>	Kosmosa transporta hronika	108	1985	v	37
<i>E. Mūkins</i>	ASV militārās izlūkošanas pavadoņi	109	1985	r	31
<i>E. Mūkins</i>	Zeme—Venēra—Haleja komēta. 2.	110	1985/86	z	16
<i>E. Mūkins</i>	«Voyager»: paveiktais un vēl iecerētais	110	1985/86	z	24
<i>E. Mūkins</i>	Pirmā tikšanās ar komētu	111	1986	p	29
<i>E. Mūkins</i>	«Skylab», «Spacelab» — bet kas tālāk?	111	1986	p	33
<i>E. Mūkins</i>	Kosmosa transports 80. gadu vidū	112	1986	v	25
<i>E. Mūkins</i>	Trīs kosmiskās tikšanās	113	1986	r	24
<i>E. Mūkins</i>	Kosmoplāna «Challenger» katastrofa	113	1986	r	31
<i>E. Mūkins</i>	Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados	114	1986/87	z	27
<i>E. Mūkins</i>	Precizējums rakstam «Kosmoplāna «Challenger» katastrofa» «Zvaigžņotās Debess» 1986. gada rudens numurā	114	1986/87	z	33
<i>E. Mūkins</i>	Haleja komētas kosmiskie pētījumi	115	1987	p	34
<i>E. Mūkins</i>	Par «Challenger» katastrofas cēloņiem	115	1987	p	42
<i>E. Mūkins</i>	Pārmaiņas kosmosa transportā	116	1987	v	28
<i>E. Mūkins</i>	Uz kosmosa ēras pirmsākumu atskatoties	117	1987	r	33
<i>E. Mūkins</i>	Nesējraķete «Energija»	118	1987/88	z	34
<i>E. Mūkins</i>	Jaunas orbitālās rentgenobservatorijas	119	1988	p	20
<i>E. Mūkins</i>	Par «Space Shuttle» likteni	119	1988	p	24
<i>E. Mūkins</i>	Lidojumi uz Marsu	120	1988	v	31
<i>J. Semjonovs</i>	800 darba dienas	116	1987	v	26
	Otrā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	103	1984	p	15
	«Salūts-7» salīdzinājumā ar priekštečiem (<i>Pēc «Aviācija i kosmonāvika»</i>)	105	1984	r	34
	Trešā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	105	1984	r	36
	Turpinās trešā ekspedīcija «Salūtā-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	106	1984/85	z	22
	Montāžas operācija kosmosā (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	106	1984/85	z	24
	Beigusies trešā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	107	1985	p	37
	Visilgāko lidojumu atceroties (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	109	1985	r	29
	«Salūtā-7» atkal apkalpe (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	110	1985/86	z	15
	Ceturrtā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	111	1986	p	22
	PSRS Galvenā kosmonāvikas pārvalde (<i>«Izvestija», 1985. gada 13. oktobris</i>)	112	1986	v	21
	Beigusies ceturrtā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	112	1986	v	24
	Orbitālā stacija «Mir» (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	113	1986	r	21
	Ekspedīcija uz orbitālajām stacijām «Mir» un «Salūts-7» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	114	1986/87	z	25

«Astron» novēro komētu (<i>Pēc žurnāla «Kosmiskie issledzoņi» materiāliem</i>)	115	1987	p	41
No preses dokumentu kolekcijas kosmonautikā (<i>«Zvaigžņotās Debess» redakcijas locekļa Tomasa Romanovska saruna ar Horsi Sinki no Rietumberlines</i>)	117	1987	r	41
Otrā ekspedīcija uz orbitālo staciju «Mir» (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	118	1987/88	z	32
Turpinās otrā ekspedīcija orbitālajā stacijā «Mir» (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	119	1988	p	19

OBSERVATORIJAS UN INSTRUMENTI

<i>A. Balklavs</i>	Optisko teleskopu konstrukciju jaunumi un jaunu teleskopu ieceres	106	1984/85	z	2
<i>L. Dirīķe, M. Dirīķis</i>	Divās VDR Tautas observatorijās	108	1985	v	66
<i>J. Francmanis</i>	PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomei — 50	114	1986/87	z	64
<i>L. Klimka</i>	Lietuvas Saules pulksteņi	106	1984/85	z	56
<i>L. Klimka</i>	Vilņas vecās observatorijas instrumenti	114	1986/87	z	56
<i>T. Romanovskis</i>	Astronomiskā Rietumberline	108	1985	v	67
<i>J. I. Straume</i>	Ļeņingradas universitātes astrofizikas katedrai — 50 gadi	108	1985	v	59

Mūsu republikā

<i>A. Alksnis, L. Duncāns, J. Pundure</i>	Radioastrofizikas observatorija 1986. gadā	117	1987	r	50
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijai Zinātņu akadēmijā — 40	113	1986	r	2
<i>M. Dirīķis, J. Francmanis, J. Klētnieks</i>	Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļai 40 gadu	117	1987	r	54
<i>L. Duncāns</i>	1984. gads Radioastrofizikas observatorijā	109	1985	r	37
<i>J. Freimanis, J. Pundure</i>	1985. gads Radioastrofizikas observatorijā	112	1986	v	61
<i>Leonids Roze</i>	Automatizācija zvaigžņu identificēšanā	113	1986	r	55
<i>V. Stinkulis</i>	Dīdēsmit zvaigžņu gadi	104	1984	v	39
<i>J. Vilks</i>	Latvijas Valsts universitātes astronomiskais tornis atkal darbojas	117	1987	r	13

ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

<i>B. Biedriņš, N. Cimahiči</i>	Džordāno Bruno — apdzīvotā kosmosa zinātnes aizsācējs	106	1984/85	z	61
<i>J. Francmanis</i>	S. Candrasekars un V. A. Faulers — Nobela prēmijas laureāti fizikā	113	1986	r	38
<i>J. Klētnieks</i>	Grieķu filozofs Seksts Empīriķis pret astroloģiju	101	1983	r	36
<i>Č. Kudaba</i>	Joahima Lelevela nopelni senās ģeogrāfijas izpētē	112	1986	v	43
<i>E. Riekstiņš</i>	Srinivasa Ramanudžans	118	1987/88	z	36
<i>B. Rolovs</i>	Triumfa trīssimt gadi (I. Ņūtons)	118 119	1987/88 1988	z p	14 2
<i>K. Šteins</i>	Par T. Banaheviča darbu orbitu teorijā lieišķu izmantošanu	102	1983/84	z	44

Mūsu republikā

<i>F. Blumbahs</i>	<i>Curriculum vitae</i>	105	1984	r	44
<i>N. Cimahoviča</i>	Zvaigžņotais mūzs. Jānis Ikaunieks (1912—1969)	115	1987	p	2
<i>L. Duncāns</i>	Atzinība Latvijas astronomiem	101	1983	r	30
<i>J. Eiduss,</i> <i>H. Meijers-Elcs,</i> <i>J. Stradiņš</i>	Ievērojamais Rīgas meteorologs Rūdolfis Meijers	109	1985	r	48
<i>I. Kiršentiāle,</i> <i>Leonids Roze</i>	Saukas skolotājs Juris Dauge un viņa «Zvaigžņu jeb debess mācība»	109	1985	r	45
<i>Redkolēģija</i>	Matisam Dirīkim zīmīga gadskārta	101	1983	r	31
<i>Leonids Roze</i>	Profesora Kārļa Šteina pēdējā publikācija	102	1983/84	z	42
<i>A. Salītis</i>	Par profesoru K. Steinu	102	1983/84	z	40
<i>L. Vlasovs,</i> <i>A. Siņičina</i>	Jānis Ikaunieks kara gados (1941—1944) Kolobovā	116	1987	v	57
<i>J. Zemzaris</i>	F. Blumbaha sadarbība ar D. Mendeļejevu praktiskajā metroloģijā	105	1984	r	48
<i>J. Zemzaris</i>	Magnuss Georgs Paukers (1787—1855)	117	1987	r	42

Jauni zinātņu kandidāti

<i>A. Alksnis</i>	Jauns zinātņu kandidāts astrofizikā (I. Platais)	110	1985/86	z	60
<i>L. Duncāns</i>	Jauns zinātņu kandidāts radioastronomijā (Dz. Blūms)	109	1985	r	39
<i>J. Freimanis,</i> <i>I. Pundure</i>	J. I. Straume — zinātņu kandidāts	119	1988	p	65
<i>I. Šmelts</i>	Jauns zinātņu kandidāts (B. Rjabovs)	109	1985	r	38

In memoriam

<i>V. Locāns</i>	Profesors Genadijs Ņikojskis	101	1983	r	32
<i>Redakcijas kolēģija</i>	Kārlis Steins (13. X 1911—4. IV 1983)	102	1983/84	z	39
<i>J. Vitinskis,</i> <i>A. Balklavs</i>	Ievērojamais padomju astrofizikālis Vladimirs Krats	103	1984	p	28

ATSKATOTIES PAGĀTNĒ

<i>Z. Alksne</i>	Ieskats arheoastronomijā	102	1983/84	z	32
<i>Z. Alksne</i>	Stounhendža — akmens laikmeta observatorija?	103	1984	p	9
<i>Z. Alksne</i>	Astronomijas pirmsākumi Armēnijā	115	1987	p	45
<i>B. Biedriņš,</i> <i>J. Birzvalks</i>	Paisumi un bēgumi, Mēness un ... Šekspīrs	103	1984	p	57
<i>B. Biedriņš,</i> <i>J. Birzvalks</i>	Gravitācijas retroaspekti un ... Šekspīrs	104	1984	v	49
<i>H. Ēlsalu</i>	Eiropas paleoastronomijas izpēte starpzinātņu skatījumā	104	1984	v	54
<i>H. Ēlsalu</i>	Par A. Zalstera rakstu «Akmens kuģi un debess puses»	104	1984	v	63
<i>H. Ēlsalu</i>	Leduslaikmeta zvaigžņu karte	111	1986	p	39
<i>H. Ēlsalu</i>	Maiņzvaigznes un paleoastronomija	115	1987	p	49
<i>H. Ēlsalu</i>	Venēra un tautas dzeja	120	1988	v	41

<i>G. Erdmanis,</i> <i>A. Jansons</i>	Seno celtņu orientācija	104	1984	v	58
<i>H. Gode</i>	Astronomiskie termini ķīmijā	103	1984	p	55
<i>J. Klētnieks</i>	Babiloniešu senākie Haleja komētas novērojumi	111	1986	p	41
<i>J. Klētnieks</i>	Megalītiskā astronomija	120	1988	v	2
<i>L. Klimka</i>	Sena astronomiskās novērošanas vieta Palangā	113	1986	r	43
<i>A. Pilipaitis,</i> <i>V. Vainausks</i>	Arheoloģijas pieminekļu kartēšana	115	1987	p	27

Mūsu republikā

<i>A. Buķevics</i>	Saules raksti	110	1985/86	z	53
<i>I. Grosvalds</i>	Dabaszinātnes Rīgas Politehniskajā institūtā	117	1987	r	4
<i>J. Klētnieks</i>	Stereofotogrammetrija dokumentē kultūras pieminekļus	102	1983/84	z	19
<i>J. Klētnieks</i>	Komētu apraksti Pētera baznīcas torņa memoriālā	103	1984	p	50
<i>J. Klētnieks</i>	Kā Haleja komētu 1910. gadā novēroja Rīgā?	110	1985/86	z	46
<i>J. Klētnieks</i>	«Zvaigžņotā Debess» pirms piecdesmit gadiem	116	1987	v	38
<i>G. Ozoliņš</i>	Pirms septiņdesmit gadiem Saules pilna aptumsuma josla šķērso Rīgu	104	1984	v	41
<i>J. Stradiņš</i>	Mūsu mantojums augstskolu un zinātņu vēsturē	117	1987	r	2
<i>J. Urtāns</i>	Vai jauns senās Kokneses plāns?	119	1988	p	13
<i>E. Zablovskis</i>	Pirms trīsdesmit gadiem	117	1987	r	31

KONFERENCES, SANĀKSMES

<i>A. Alksnis</i>	Astronomija ar Šmita sistēmas teleskopiem	103	1984	p	27
<i>A. Alksnis</i>	Starptautiska apspriede par zvaigžņu katalogiem	108	1985	v	65
<i>A. Balklavs</i>	Sešpadsmitajā Vissavienības radioastronomijas konferencē	108	1985	v	63
<i>A. Balklavs</i>	Saules—Zemes fizikas simpozijā	109	1985	r	41
<i>A. Balklavs</i>	Starptautiska apspriede par Saules maksimuma gada rezultātu analīzi	111	1986	p	63
<i>A. Balklavs</i>	Uzmanības centrā Saules radionovērojumi	113	1986	r	60
<i>A. Buiķis</i>	Aktuālas matemātiskās fizikas un skaitļošanas matemātikas problēmas	116	1987	v	65
<i>J. Nāgelis,</i> <i>D. Šķērse</i>	Zinātniskās padomes «Sauls—Zemes sakaru fizika» simpozijs Irkutskā	118	1987/88	z	57
<i>I. Platais,</i> <i>Leonora Roze</i>	Divdesmit trešā PSRS astrometrijas konference	110	1985/86	z	32
<i>I. Smelds</i>	Darba grupas «Starpzvaigžņu vides fizika» otrā sanāksme	112	1986	v	65
<i>I. Smelds</i>	Starpzvaigžņu vides un miglāju fizikai veltīta vissavienības sanāksme	120	1988	v	63

Mūsu republikā

<i>A. Balklavs</i>	Otrā Vissavienības Rīgas skola kosmiskajā fizikā	105	1984	r	54
--------------------	--	-----	------	---	----

<i>E. Bervalds</i>	Pirmā radioteleskopu antenu projektētāju un pētnieku sanāksme Jūrmalā	110	1985/86	z	34
<i>A. Buiķis</i>	Vissavienības jauno zinātnieku skola atkal notiek Latvijā	112	1986	v	64
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules vēja plūsmā	120	1988	v	65
<i>J. Francmanis, J. Klētnieks</i>	VAGB 50 gadu jubilejas konference Rīgā	101	1983	r	25
<i>J. Freimanis, I. Pundure</i>	J. Ikaunieka piemiņai veltītā PSRS ZA Astronomijas padomes biroja sēde Latvijā	118	1987/88	z	41
<i>J. Klētnieks, Leonīds Roze</i>	Augstākās izglītības svētki	120	1988	v	61
<i>V. Locāns</i>	PSRS zinātniskās padomes «Saule—Zeme» plēnums Lielupē	109	1985	r	43
<i>A. Salītis, M. Dirīķis</i>	Profesora K. Steina piemiņai veltītā zinātniskā konference	118	1987/88	z	39

SKOLĀ

Astronomija

<i>A. Alksnis</i>	Vai redzēsīm Haleja komētu?	109	1985	r	57
<i>J. Francmanis, R. Hotinoks</i>	Novērosim Haleja komētas izraisītās meteoru plūsmas!	103	1984	p	32
<i>J. Lagzdīnš</i>	Kartotēka astronomijas mācīšanai	114	1986/87	z	36
<i>T. Romanovskis</i>	Fotografēsīm retas dabas parādības!	101	1983	r	34
<i>T. Romanovskis</i>	Astronomisko zīmju mīklas	103	1984	p	35
<i>T. Romanovskis</i>	Kā aprēķināt Mēness fāzes un to datumus	109	1985	r	60
<i>G. Svabadnieks</i>	Vienpadsmitā skolēnu astronomijas olimpiāde	102	1983/84	z	47
<i>G. Svabadnieks</i>	Kārtējā skolēnu astronomijas olimpiāde	107	1985	p	49
<i>G. Svabadnieks</i>	Uzdevumu risināšana vidusskolas astronomijas kursa nodaļā «Ievads»	114	1986/87	z	34
<i>G. Svabadnieks</i>	Skolēnu astronomijas olimpiādes	116	1987	v	48

Fizika un matemātika

<i>A. Andžāns</i>	Vektoru pseidoskalārais reizinājums un daudzstūru laukumu aprēķināšana	106	1984/85	z	39
<i>A. Andžāns</i>	Sākam jaunu rakstu sēriju	111	1986	p	48
<i>V. Bojarevičs</i>	Kā elektriskā strāva mijiedarbojas pati ar sevi	119 120	1988 1988	p v	49 44
<i>J. Eiduss, O. Smīts</i>	Nelineārās optikas brīnumu pasaulē	108	1985	v	53
<i>I. Fabrikants, L. Smīts</i>	Republikas astotā atklātā fizikas olimpiāde	103	1984	p	36
<i>L. Fedotova</i>	Polimino reproducēšanās	119	1988	p	53
<i>I. Gaiša</i>	Matemātiskās spēles ar varbūtiskām stratēģijām	104	1984	v	43
<i>J. Jantovskis</i>	Pārrunas par enerģijas plūsmām	109 110 111 112 113	1985 1985/86 1986 1986 1986	r z p v r	52 36 60 48 47
<i>I. Muceniece</i>	Algoritmiskie uzdevumi ar polimino	114	1986/87	z	40
<i>I. Opmane</i>	Konstrukcijas «sērkokociņu ģeometrijā»	115	1987	p	53
<i>D. Riekstiņa</i>	Maģiskie grafi	104	1984	v	46

<i>T. Romanovskis</i> , Pētām automodeļus	107	1987	p	58
<i>U. Millers</i>				
<i>S. Sedola</i> Ģeometriskās konstrukcijas ar monētu palīdzību	116	1987	v	42
<i>S. Sedola</i> Kā šķērsot tuksnesi	117	1987	r	46
<i>M. Stupāne</i> Ģeometriskās konstrukcijas ar papīra lapas locīšanas palīdzību	111 112	1986 1986	p v	49 52
<i>L. Smits</i> Republikas astotā atklātā fizikas olimpiāde	102	1983/84	z	49
<i>L. Smits</i> Republikas devītā atklātā fizikas olimpiāde (organizācija, uzdevumi, risinājumi)	106 107	1984/85 1985	z p	44 52
<i>L. Smits</i> Republikas desmitā atklātā fizikas olimpiāde (organizācija, uzdevumi, risinājumi)	110 111	1985/86 1986	z p	40 54
<i>L. Smits</i> Republikas skolēnu olimpiāžu uzvarētāju vasaras skola seminārs «Alfa-85»	111	1986	p	48
<i>L. Smits</i> Republikas divpadsmitā atklātā fizikas olimpiāde	118 119	1987/88 1988	z p	50 57
<i>A. Vinands</i> , Skaitļotāji VFR skolās	105	1984	r	61
<i>T. Romanovskis</i>				

SKAITĻOTĀJS ASTRONOMIJĀ

<i>A. Raudis</i> , Kur meklēt debess spīdekļus?	116	1987	v	53
<i>T. Romanovskis</i>				
<i>A. Raudis</i> Kalendārs — uz displeja	118	1987/88	z	55

JAUNAS GRĀMATAS

<i>Z. Alksne</i> Dzīvības meklēšana Visumā	118	1987/88	z	65
<i>A. Alksnis</i> Astronomija vismazākajiem lasītājiem	113	1986	r	62
<i>A. Balklavs</i> Grāmata par «kosmiskajām mežģinēm» un vismodernāko tehnoloģiju	109	1985	r	62
<i>N. Cimahoviča</i> Cilvēks ieiet kosmosā	104	1984	v	61
<i>J. Klētnieks</i> No laikmeta laikmetā	113	1986	r	63
<i>E. Mūkins</i> Par virišķības orbitām	109	1985	r	63
<i>T. Romanovskis</i> Populārs ceļvedis kosmonautikas vēsturē	120	1988	v	58
<i>Leonids Roze</i> Saules laiks	103	1984	p	63
<i>Leonids Roze</i> Griničas laiks un nulles meridiāns	103	1984	d	64
<i>Leonids Roze</i> Didaktikas deva astronomijas stundām	104	1984	v	62
<i>Leonids Roze</i> Jauns ieskats par profesora J. H. Mēdlera dzīvi un zinātnisko darbību	117	1987	r	65
<i>A. Salitis</i> «Nāk komēta»	116	1987	v	63
<i>J. Štrauhmanis</i> Pirmais Padomju Latvijas kompleksais atlants	118	1987/88	z	49

AMATIERU LAPPUSE

<i>L. Garkuļa</i> astronomiskie uzņēmumi	113	1986	r	56
<i>D. Kauliņa</i> , Astronomiskās optikas kopšana	118	1987/88	z	62
<i>J. Kauliņš</i>				
<i>J. Kauliņš</i> Ķo dzirdējam Baku (Amatieru teleskopbūves 9. Vissavienības kolokvijs)	110	1985/86	z	57
<i>J. Kauliņš</i> Ērts zvaigžņotās debess atlants novērotājiem	113	1986	r	57
<i>A. Lācis</i> Mana observatorija Bergos	110	1985/86	z	59
<i>U. Millers</i> Pašgatavots telekonverters astronomiskajiem novērojumiem	115	1987	p	64
<i>V. Odinokijs</i> Amatieru 265 mm astrogrāfs	116	1987	v	61

<i>V. Odinokijs</i>	Mēness — amatiera astrogrāfa fotoobjektīvā	119	1988	p	62
<i>T. Romanovskis</i>	Preses dokumentu kolecionārs kosmonautika	105	1984	r	56
<i>H. Šinke</i>	Sputņika šoks preses dokumentos	105	1984	r	58

FILATĒLISTIEM

<i>J. Francmanis</i>	Haleja komēta pastmarkās	118	1987/88	z	60
----------------------	--------------------------	-----	---------	---	----

MĀKSLINIEKA SKATĪJUMĀ

<i>N. Cimahoviča</i>	Kosmosa gleznotāja Zenta Logina	105	1984	r	60
<i>N. Cimahoviča</i>	Zentas Loginas piemiņas izstāde	118	1987/88	z	45
<i>R. Kūlis,</i> <i>I. Šuvaļevs</i>	Cilvēks un kosmoss (Par Zentas Loginas glezniecību domājot)	120	1988	v	52

ZVAIGŽNOTĀS DEBESS APSKATS

<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1983./84. gada ziemā	102	1983/84	z	55
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1984. gada pavasarī	103	1984	p	65
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1984. gada vasarā	104	1984	v	64
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1984./85. gada ziemā	106	1984/85	z	67
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1985. gada rudenī	109	1985	r	65
<i>I. Eglītis</i>	Zvaigžnotā debess 1983. gada rudenī	101	1983	r	43
<i>I. Eglītis</i>	Zvaigžnotā debess 1988. gada pavasarī	119	1988	p	67
<i>I. Eglītis</i>	Zvaigžnotā debess 1988. gada vasarā	120	1988	v	67
<i>I. Jurģītis</i>	Zvaigžnotā debess 1987. gada pavasarī	115	1987	p	67
<i>M. Nereta</i>	Zvaigžnotā debess 1987./88. gada ziemā	118	1987/88	z	67
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1984. gada rudenī	105	1984	r	67
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1985. gada pavasarī	107	1985	p	67
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1985. gada vasarā	108	1985	v	68
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1985./86. gada ziemā	110	1985/86	z	68
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1986. gada vasarā	112	1986	v	67
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1986. gada rudenī	113	1986	r	65
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1986./87. gada ziemā	114	1986/87	z	67
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1987. gada vasarā	116	1987	v	66
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžnotā debess 1987. gada rudenī	117	1987	r	67
<i>A. Rudzinskis</i>	Zvaigžnotā debess 1986. gada pavasarī	111	1986	p	67
<i>I. Daube</i>	«Zvaigžnotās Debess» pēdējo piecu gadu tematiskais rādītājs	101	1983	r	48
<i>Redkolēģija</i>	Jaunu darba cēlienu sākot	103	1984	p	2
<i>J. Stradiņš</i>	Ceļa vārdi «Zvaigžnotajai Debesij»	111	1986	p	2

Sastādījusi I. D a u b e

PIRMO REIZI „ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Inese GALIŅA — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes studente. Zinātniskās intereses saistītas ar matemātisko analīzi un grafu teoriju.

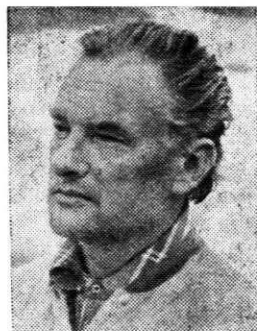


Toivo JAKOLA — fizikas zinātņu doktors, astronomijas docents, kopš 1970. gada strādā Helsinku universitātes observatorijā. Darbojies arī Oulu universitātē (1967—1969), Kijevas universitātes observatorijā (1969—1970), Henrija Puankarē institūtā Parīzē (1974—1975). Galvenie pētījumu virzieni: statiskās stacionārās kosmoloģijas teorija un pārbaude, galaktiku sarkanā nobīde, struktūra un evolūcija, Piena Ceļa struktūra un kinemātika, kosmoloģijas filozofija, pasaules aina somu folklorā.



Jurijs KLOKOVS — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Skaitļošanas centra nodaļas vadītājs, profesors, fizikas un matemātikas zinātņu doktors. Strādā parasto diferenciālvienādojumu robežproblēmu teorijā, veic pētījumus matemātiskajā fizikā un skaitļošanas matemātikā.

Jozs KRIKŠTOPAITIS — Lietuvas zinātnes vēsturnieku un filozofu asociācijas viceprezidents, Lietuvas PSR ZA Filozofijas, socioloģijas un tiesību institūta zinātnes metodoloģijas problēmu grupas vadītājs. Autors vairākām grāmatām un daudziem rakstiem par dabaszinātņu vēsturi un filozofiju.



JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Publicēta pilnīga informācija par debess spīdekļu rentgennovērojumiem, kas veikti 1985. gada vidū orbitālajā kompleksā «Challenger»—«Spacelab», izmantojot pirmos orbitā nogādātos kodētās maskas teleskopus (sk. «Zvaigžņotā Debess, 1988. gada pavasaris», 22. lpp.). Ar šiem Anglijā izstrādātajiem instrumentiem pirmo reizi uzņemtas cietajos rentgenstaros (iegūti pilnvērtīgi attēli) galaktiku kopas Perseja, Centaura, Bērnīķes Matu un Jaunavas zvaigznājā, supernovas atliekas Buru zvaigznājā un vairāk nekā 40 citi rentgenavoti, otro reizi (pēc uzņemšanas ar raķetē «Skylark» uzstādītu teleskopu 1976. gadā) — Galaktikas centrs. Galvenie izpētes objekti novēroti $4\frac{1}{2}$ — $9\frac{1}{2}$ stundas katrs, visu novērojumu kopilgums sasniedzis 70 stundas (vienā nedēļā). Publicēti arī pirmie uzņēmumi, kas iegūti 1987. gada vasarā ar orbitālajā kompleksā «Mir»—«Kvants» uzstādīto kodētās maskas teleskopu, kurš izstrādāts Anglijā un Holandē (uz «Skylark» teleskopa bāzes). Attēlos redzami Lielā Magelāna Mākoņa rentgenavoti — taču ne pērnajā februārī uzliesmojusī supernova, jo tobrīd no šā objekta pienāca tikai vēl cietāks rentgenstarojums. Pirmajos trīsarpus instrumenta darbības mēnešos veikti novērojumi 12 stundu kopilgumā, lielākā daļa no šā laika atvēlēta Lielā Magelāna Mākoņa novērošanai.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. А. Балклавс. Новые современные радиоастрономические инструменты миллиметрового диапазона. Т. Яаккола. Отзвуки падения гигантского Сааремского метеорита в финском и эстонском фольклоре. И. Крикштопайтис. *Universum nec terrent* — Вселенная для внеземных обитателей. НОВОСТИ. Г. Озолиньш. Свидетели давних катастроф. Г. Озолиньш. Урожай метеоритов на Антарктиде. А. Алкснис. Кометы — Бредфильда и другие в 1987 году. А. Балклавс. Землетрясения и геофизические поля. И. Рудзинска, М. Дирикис. Новые малые планеты. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Замена экипажа на орбитальной станции «Мир» (по материалам советской печати). Э. Мукин. Орбитальные гамма обсерватории. Э. Мукин. Новое поколение автоматических станций. УЧЕНЫИ И ЕГО ТРУД. Ю. Францман. Яков Зельдович. ВЕРЬ НЕ ВЕРЬ. Б. Биедриньш. Лунные фазы и сохранение урожая. В ШКОЛЕ. Ю. Клоков. Информатика, математическое моделирование, вычислительная математика. Г. Свабадниекс. Пятнадцатая астрономическая олимпиада школьников. И. Галиня. Грациозные деревья. НАМ ПИШУТ. Л. Бранте. Наблюдения солнечного затмения в Талдыкургане. ● И. Эглитис. Звездное небо осенью 1988 года. ● Поздравляем Илгу Даубе! ● Тематический указатель «Звездного неба» за 1983—1988 гг.

CONTENTS

RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. A. Balklavs. New modern radioastronomical instruments for millimetre waves. T. Jaakkola. An echo of Saaremaa giant meteorite fall in Finnish and Estonian folklore. J. Kriškštopaitis. *Universum nec terrent* — Universe for the extraterrestrials. NEWS. G. Ozoliņš. The witnesses of ancient catastrophes. O. Ozoliņš. The harvest of meteorites in Antarctic. A. Alksnis. Bradfield's comet and other comets in 1987. A. Balklavs. Earthquakes and geophysical fields. I. Rudzinska, M. Dīriķis. New minor planets. SPACE EXPLORATION. The crew of the orbiting station «Mir» replaced. E. Mūkins. The orbiting gamma ray observatories. E. Mūkins. A new generation of automatic spacecraft. THE SCIENTIST AND HIS WORK. J. Francmanis. Yakov Zeldovich. BELIEVE IT OR NOT B. Biedriņš. Lunar phases and crop protection. AT SCHOOL. Y. Klokov. Informatics, mathematical modelling, computational mathematics. G. Svabadnieks. The fifteenth astronomy olympiad in secondary schools. I. Galīņa. The graceful trees. OUR READERS WRITE. L. Brante. A solar eclipse observed in Taldikurgan. ● I. Egliītis. The starred sky in the autumn of 1988. ● Our congratulations to Ilga Daube. ● Index of «Zvaigžņotā Debess» (1983—1988).

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ОСЕНЬ 1988 ГОДА

Составитель Андрис Албертович Буйкис
Издательство «Зинатне», Рига 1988
На латышском языке

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 1988. GADA RUDENS

Sastādītājs *Andris Buiķis*.

Redaktore *Z. Kļaviņa*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *D. Gedraite*. Korektore *L. Vancāne*.

Nodota salikšanai 25.04.88. Parakstīta iespēšanai 19.07.88. JT 09263. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums, 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,87 uzsk. kr. nov.; 6,45 izdevn. l. Metiens 2900 eks. Pasūt. Nr. 103805. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīga, Turģeņa ielā 19. Iespēsta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



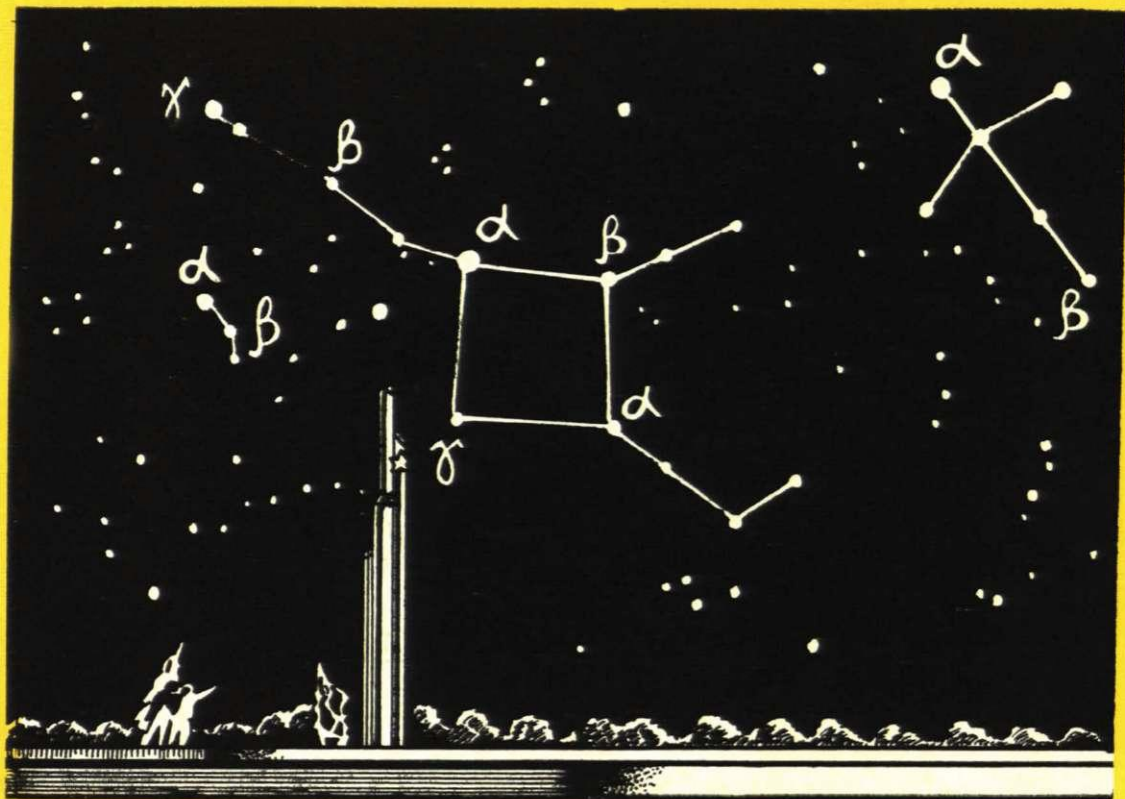
Jakovs Zeļdovičs (1914—1987).

LU bibliotēka



220062593

● Rudenī debess satumst samērā agri un vakara pastaigā varam iepazīt zvaigžņu rakstus. Augstu debess dienvidu pusē paceļas Pegaza kvadrāts un Andromeda — spožu zvaigžņu virkne pa kreisi no tā augšējā stūra. Pie klints piekalto Andromedu atbrīvoja Danajas un Zeva dēls Persejs. Šai drosmīgajā pasākumā jaunekli nesa spārnotais Pegazs. Pats Persejs atrodams uz austrumiem no Andromedas (ārpus mūsu kartes).



● Zvaigznēm vēl arvien lietojam senos, arābu dotos nosaukumus: Pegaza α — Markabs, β — Šeats, γ — Algenibs. Andromedas α — Sirrahs jeb Alferacs, β — Mirahs, γ — Alamaks. Bezmēness naktīs ārpus pilsētas virs Miraha var saskatīt nelielu gaišu plankumiņu — t. s. Andromedas miglāju. Tā ir spirāliska galaktika, līdzīga mūsu zvaigžņu pasaulei, atrodas 2 miljonu gaismas gadu attālumā no mums. Zem Andromedas viegli atrodams nelielais Auna zvaigznājs; tā α — Hamals, β — Šeratans.