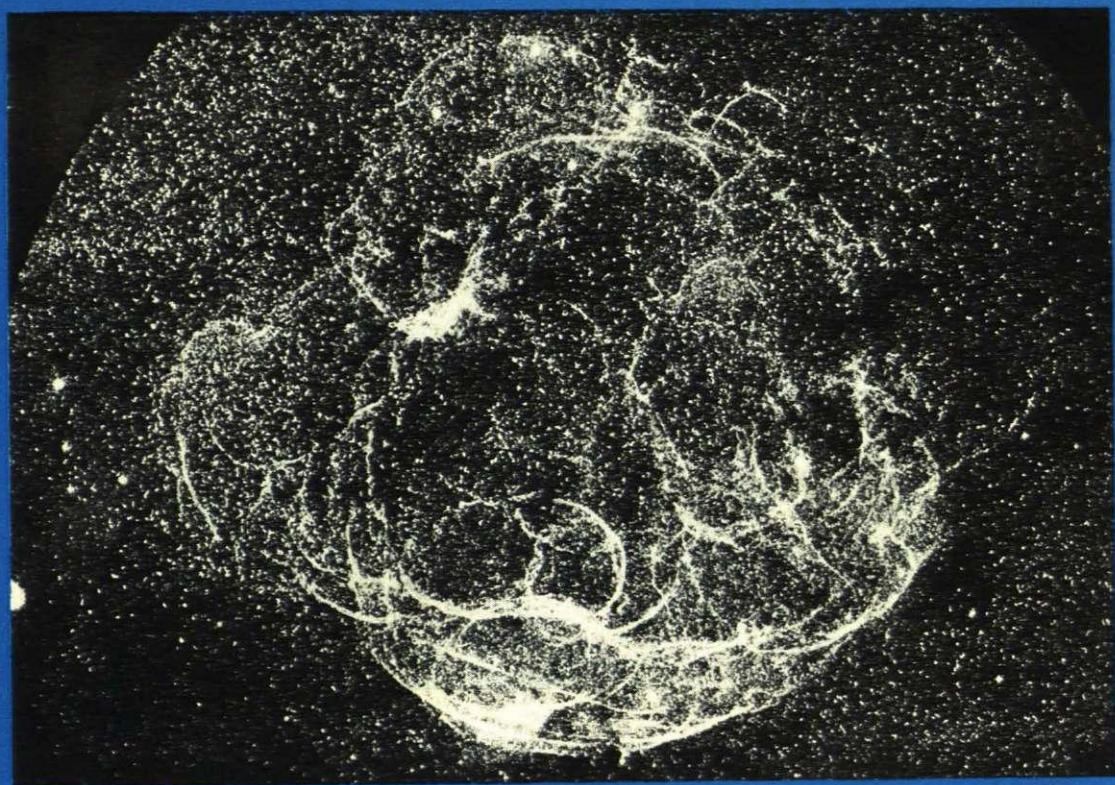


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Jaunas atziņas par divām lielākajām Saules sistēmas planētām ● Rentgenzvaigznes un rentgengalaktikas ● Stereofotogrammetrija dokumentē kultūras pieminekļus ● Atklāts jauns, pagaidām vistālākais kvazārs ● Ūdens vulkāns uz Jupitera pavadoņa ● Astronomija un seno laikmetu māksla

19⁸³/₈₄
ZIEMA



Cēsu mūra pils 1982. gada arheoloģisko izrakumu fotogrammetriskais attēls. (Sk. J. Klētņieka rakstu.)

Vāku 1. lpp.: Miglājs «Simeiza 147» Vedēja un Vērša zvaigznājos. Senas pārnovas atlieka (pārnova uzliesmojusi aptuveni pirms 10 000 gadiem). Uzņēmums iegūts ar Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1983./84. GADA ZIEMA 102

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
RAKSTU KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild.
red.), J. Birzvalks, A. Buiķis,
N. Cimahoviča, J. Francmanis
(atbild. sekr.), J. Klētnieks,
T. Romanovskis, L. Roze
Numuru sastādījis
J. Francmanis

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu
padomes 1983. gada
16. jūnija lēmumu



RĪGA «ZINĀTNE» 1983

Z 170500000-121 94-83
M811(11)-83

SATURS

<i>E. Mūkins.</i> Jupiters un Saturns	2
<i>J. Ģvedins.</i> Rentgenzvaigznes un rentgengalaktikas	12

Jaunumi

<i>J. Klētnieks.</i> Stereofotogrammetrija dokumentē kultūras pieminekļus	19
<i>A. Salītis.</i> Vēlreiz par komētas sadursmi ar Sauli	21
<i>U. Dzērvičis.</i> Kvazāriem jauns čempions	22
<i>U. Dzērvičis.</i> Udens vulkāns uz Jupitera mēness Eiropas	24

Kosmosa apgūšana

<i>E. Mūkins.</i> Kosmiskie automāti zondē Venēru. 2	26
--	----

Vēsture

<i>Z. Alksne.</i> Ieskats arheoastronomijā	32
--	----

Zinātnieks un viņa darbs

Kārlis Steins	39
<i>A. Salītis.</i> Par profesoru K. Steinu	40
<i>Leonids Roze.</i> Profesora Kārļa Steina pēdējā publikācija	42
<i>K. Steins.</i> Par T. Banahēviča darbu orbītu teorijā lietišķu izmantošanu	44

Skolā

<i>G. Svabadnieks.</i> Vienpadsmitā skolēnu astronomijas olimpiāde	47
<i>L. Smiķis.</i> Republikas astotā atklātā fizikas olimpiāde.	49
<i>Ā. Alksne.</i> Zvaigžnotā debess 1983./84. gada ziemā	55

JUPITERS UN SATURNS

EDGARS
MŪKINS

Jebkura no abām lielākajām planētām — gan Jupiteris, gan Saturns — masas ziņā daudzkārt pārspēj pārējās septiņas kopā ņemtas, tomēr sastāv no visvieglākajām vielām, kādas vien sastopamas dabā, — ūdeņraža un hēlija. Zem krāšņām un vētraini mutuļojošām mākoņu segām šiem milzeņiem arī vislielākajā dziļumā nav cietas virsmas, uz kuras kaut vai principā kādreiz varētu spert kāju cilvēks. Turklāt Jupitera apkaimē valda tik spēcīga radiācija, ka viņš, pat tikai īslaicīgi nonācis miljons kilometru attālumā no tā, saņemtu nāvējošu apstarojuma devu ... Tomēr dziļi teorētiskie pētījumi, novērojumi aizvien jaunos starojuma diapazonos un, visbeidzot, kosmisko automātu lidojumi ļāvuši pēdējā laikā diezgan detalizēti iepazīt šīs tālās pasaules, ko no mums šķir aptuveni miljards kilometru.

Būtībā jau no agrīnajiem masas un izmēru vērtējumiem nepārprotami izrietēja, ka Jupiteris un Saturns izceļas ar visai zemu vidējo blīvumu — ap 1 g/cm^3 , tātad to galvenā sastāvdaļa nevar būt daudz blīvākie silikātiēži un metāli, kas veido Zemi un tās kaimiņplanētas. Taču tikai mūsu gadsimta 30. gados, kad visvieglākā dabā sastopamā viela — ūdeņradis — tika, pirmkārt, atzīta arī par pašu izplatītāko Visumā un, otrkārt, bija konstatēta tās spēja ļoti augstā spiedienā pārvērsties par metālu ar blīvumu ap 1 g/cm^3 , kļuva skaidrs, ka tieši no tās pamatvilcienos jāsastāv arī abām lielākajām planētām. Turpmākie teorētiskie un eksperimentālie pētījumi par dažādu vielu īpašībām milzīga spiediena apstākļos parādīja, ka Jupitera

un Saturna sastāvā varētu būt arī kāda desmitā daļa hēlija — ķīmiskā elementa, kas gan pēc viegluma, gan pēc izplatības kosmosā ieņem otro vietu aiz ūdeņraža. Tā kā abu gāzu galvenās spektra līnijas atrodas tālajā ultravioletajā diapazonā, eksperimentāli konstatēt šo vielu klātbūtni uz Jupitera un Saturna izdevās tikai daudz vēlāk: ūdeņradi — 60. gados pēc nesalīdzināmi vajākām līnijām redzamajā gaismā, hēliju — 70. gados no planētu tuvāko apkaimi aizsniegušajiem kosmiskajiem aparātiem «Pioneer-10» un «Pioneer-11».

1968. gadā ASV zinātnieku grupa ar jutīgu infrasarkanu radiometru, kas bija uzstādīts augstlidojuma aerostatā, konstatēja, ka Jupiteris un Saturns izstaro aptuveni divas reizes

1. tabula

Jupitera un Saturna galvenie raksturlielumi

Planēta	Orbitas rādiuss (miljonos km)	Aprīņošanas periods (gados)	Dziļu rotācijas periods* (stundās)	Rotācijas plaknes slīpums (grādos)	Diametrs 0,1 atm līmenim (tūkst. km)		Masa (Zemes masās)	Vidējais blīvums (g/cm ³)
					ekvator.	polārais		
Jupiters	778	11,86	9,92492	3,1	143,08	133,79	318	1,33
Saturns	1427	29,46	10,657	26,4	120,66	108,20	95	0,69

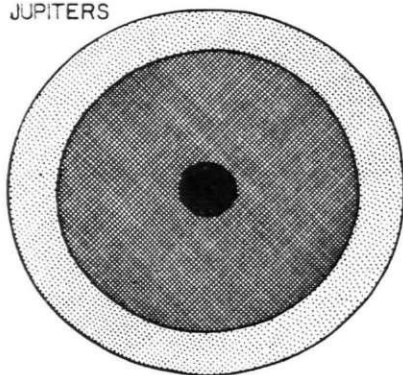
* Pieņemot, ka tas ir vienāds ar magnetosfēras rotācijas periodu.

vairāk siltuma, nekā saņem no visai tālās Saules. Pamatojoties uz šo atklājumu, padomju zinātnieki V. Žarkovs un V. Trubicins un amerikānis V. Habards tūlīt nonāca pie vēl vienas fundamentālas atziņas: temperatūra šo planētu centrā ir tik augsta — kādi 20 vai 30 tūkst. grādu —, ka arī metālistiskajam ūdeņradim tur noteikti jābūt izkusušam! Tātad šajos debess ķermeņos, dziļumam pieaugot, gāzveida

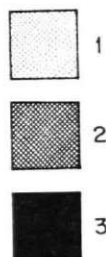
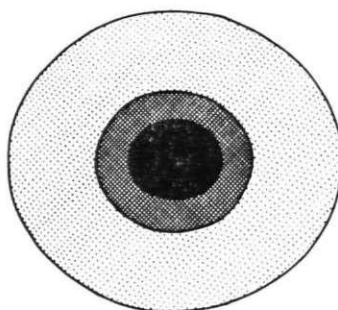
ūdeņradi vispirms nomaina šķidrns molekulārs, bet vēl tuvāk centram — šķidrns metālistisks ūdeņradis, un tikai pašā vidū atrodas neliels kodoliņš no izkusušiem parastajiem metāliem, silikātiem un dažiem citiem savienojumiem (1. att.).

Tādējādi uzskats, ka abām lielākajām Saules sistēmas planētām vispār nav cietas virsmas, bija kļuvis vispārējs jau dažus gadus pirms Jupitera un Saturna kosmisko pētījumu sākuma, taču tie sniedza šai teorijai jaunus svarīgus apstiprinājumus. Pirmkārt, infrasarkanā starojuma intensitāte no abu planētu nakts puslodēm un polu apgabaliem, kas no Zemes nekad nav novērojami, izrādījās praktiski tāda pati kā no mums pievērstajām dienas puslodēm, tātad sākotnējais kopējais siltuma plūsmas vērtējums nebija būtiski jākorrigē. Otrkārt, pēc Jupitera un Saturna gravitācijas lauka ietekmes uz kosmisko aparātu «Pioneer» kustību varēja izsecināt, ka masas sadalījums planētu iekšienē ir tāds pats kā hidrostatiskā līdzsvarā esošam, tātad patiesi gāzveida un šķidram, ķermeņim.

JUPITERS



SATURNUS



1. att. Jupitera un Saturna iekšējā uzbūve: 1 — molekulārs ūdeņradis (pašā virsējā slānī — gāzveida, dziļāk — šķidrns), 2 — metālistisks ūdeņradis (arī šķidrns), 3 — smagākas vielas (silikāti, metāli u. c.). Šķērsgrīzumu eliptiskums pareizā mērogā ataino planētu polāro saspiedumu ātras rotācijas dēļ.

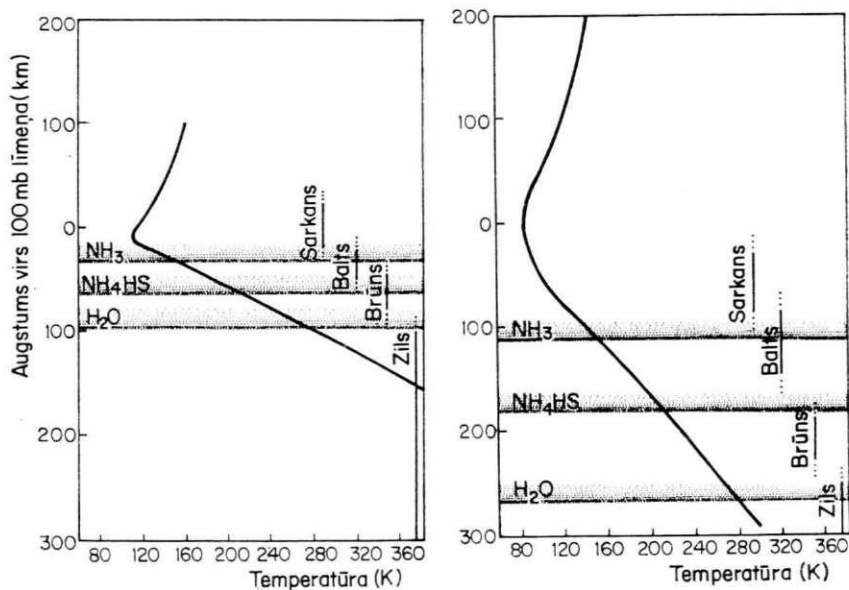
Domu, ka Jupiteram vajadzēja stipri sakarst veidošanās gaitā, jau ilgi pirms šiem notikumiem bija izteicis Dž. Koipers, taču tikai 70. gados tās pareizību apstiprināja detalizēti aprēķini ar ESM, kurus veica vairāki amerikāņu zinātnieki. Proti, Saules sistēmas pirmvielai smaguma spēka iespaidā kritot uz šī ķermeņa iedīgi un aizvien vairāk sablīvējoties, visai tās kinētiskajai enerģijai vajadzēja galu galā neizbēgami pārvērsties siltumā, tādēļ Jupiters kādu laiku spīdējis ar tikai simt reizes mazāku starjaudu nekā Saule! Šis atziņas apstiprinājums atrodams arī Jupitera pavadoņu saimes īpatnībās: jo tuvāk kāds no tiem ir planētai, jo mazāk ledus — viegli kūstošas un gaistošas vielas — ir tā sastāvā.¹ Saskaņā ar pašiem jaunākajiem aprēķiniem, tolaik uzkrāju-

šās iekšējā siltuma rezerves ir pilnīgi pietiekamas, lai, dzilēm pakāpeniski atdziestot, nodrošinātu pašlaik novērojamo Jupitera infrasarkanā starojumu.

Turpretī Saturnam sakarā ar trīs reizes mazāko masu un atbilstoši vājāko smaguma spēku šāds sakaršanas process bijis daudz mazāk efektīvs, par ko liecina arī bagātīga ledus klātbūtne planētas visciešākajā apkaimē — gredzenu sistēmā un tuvāko pavadoņu grupā.² Tādēļ šajā gadījumā ar pagātnē akumulēto siltuma krājumu izrādās par maz, un par ticamāko

¹ Sk. Mūkins E. Jupitera lielie pavadoņi. — Zvaigžņotā debess, 1982./83. gada ziema, 2.—11. lpp.

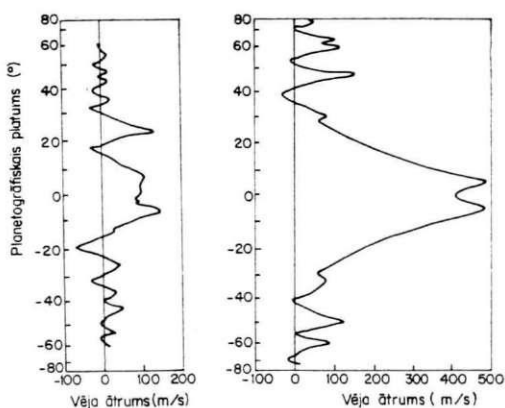
² Sk. Mūkins E. Saturna pavadoņu saime. — Zvaigžņotā debess, 1983. gada pavasaris, 2.—12. lpp.



2. att. Temperatūra atkarībā no augstuma (virsslāņos — pēc infrasarkanās radiometrijas, zvaigžņu aizklāšanu novērojumiem un radiocaurstarošanas datiem, dziļāk — pēc teorētiskiem aprēķiniem) un mākoņu slāņi (hipotētiskais sastāvs un novērojamā krāsa) Jupitera un Saturna atmosfērās. (Pēc «Scientific American».)

papildavotu pēdējā laikā uzskata Saturna pakāpenisku sablīvēšanos, smagākajam hēlijam nogrimstot dziļākajos slāņos un izspiežot no turienes vieglāko ūdeņradi. (Planētas tieša saraušanās, ar ko vēl nesen parasti izskaidroja Jupitera un Saturna iekšējo siltuma avotu, tagad tiek atzīta par mazāk varbūtīgu, jo šķidrums, kā zināms, ļoti slikti pakļaujas saspiešanai.) Šādai hipotēzei par labu it kā liecina arī infrasarkanā un ultravioletā spektroskopija no kosmiskajiem aparātiem «Voyager»: ūdeņraža un hēlija daudzumu attiecība Jupitera atmosfērā pēc tās iznāk apmēram 9:1, bet Saturna atmosfērā — ap 12:1, t. i., daļa hēlija, šķiet, patiešām ir paspējusi nogrimt dziļāk.

Milzīgais kontrasts starp lielo karstumu centrā un dziļo aukstumu virspusē (zem 150 K; sk. 2. att.) liek norītēt Jupitera un Saturna iekšienē spēcīgai konvekcijai, kura planētu ātrās rotācijas dēļ izraisa arī intensīvu vielas cirkulāciju ekvatoram paralēlā jeb zonālā virzienā. Piemēram, sasilušām gāzu masām uzpeldot augšup, kur planētas rotācijas lineārais ātrums ir lielāks, tās inerces dēļ tomēr tiecas saglabāt iepriekšējo ātrumu un tādēļ sāk atpalikt no kopējās gaisa kustības jaunajā līmenī. Domājams, tieši tādēļ uz šo planētu redzamajām virsmām — to blīvajās mākoņu segās — pat no Zemes saskatāmas ekvatoram paralēlas gaišas un tumšas joslas, kas tā vai citādi saistītas (kā tagad izrādījies, ne gluži vienādi uz Jupitera un Saturna) ar pastāvīgām gaisa strāvām, kuras apjož visu planētu. Tām traucoties ar krasi atšķirīgiem ātrumiem (3. att.), saskares zonās veidojas grandiozu viļņveida virpuļu virknes (visvairāk uz Jupitera, sk. vāku 4. lpp.), kurās katrs loceklis ir tūkstošiem kilometru liels, vai vismaz atsevišķi noslēgtāki virpuļi (uz Saturna). Saskaņā ar novērojumiem tuvplānā, uz Jupi-



3. att. Zonālās (ekvatoram paralēlās) gaisa cirkulācijas ātrums Jupitera un Saturna atmosfērās pēc mākoņu segas novērojumiem no kosmiskajiem aparātiem «Voyager». (Pēc «Scientific American».)

tera šāda zonālo strāvu sistēma sniedzas līdz 55.—60. paralēlei, aiz kuras to nomaina daudzu haotiski izkaisītu virpuļu lauks, bet uz Saturna — līdz pat 75.—80. paralēlei, turklāt plūduma raksturs tur ir krietni laminārāks.

Abu planētu atmosfērām raksturīgi arī ovālas formas anticikloni, tiesa, diezgan atšķirīgi pēc lieluma: uz Saturna to maksimālais caurmērs ir puse Zemes diametra, turpretī Jupitera Lielais Sarkanais Plankums (sk. krāsu ielikumu) pēc izmēriem pārspēj mūsu planētu divas un vairāk reizes, turklāt ir pazīstams jau vairāk nekā trīs gadsimtus! Patiesībā tas varētu pastāvēt vēl daudzas reizes ilgāk — tūkstošiem un pat desmitiem tūkstošu gadu, jo, kā izriet no padomju zinātnieka G. Goļicina teorētiskajiem pētījumiem, abu milzu planētu aukstajām ūdeņraža atmosfērām raksturīgs nesalīdzināmi zemāks meteoroloģisko procesu norises temps nekā Zemes atmosfērai. Uz Jupitera un Saturna novērojami arī cikloniskas dabas virpuļi, taču lieluma un krāsu kontrasta ziņā tie krietni atpaliek no šo planētu anticikloniem.

Lai arī apskate tuvplānā — no dažiem desmitiem un simtiem tūkstošu kilometru — atklājusi daudzas interesantas detaļas, tomēr pamatvilcienos atmosfēras cirkulāciju uz Jupitera bija izdevies iepazīt jau no Zemes, t. i., no nepilna miljarda kilometru attāluma. Turpretī uz divreiz tālākā Saturna to kļuva iespējams izdarīt tikai no kosmiskajiem aparātiem «Voyager» 80. gadu pašā sākumā, iegūstot augstvērtīgus attēlus un pēc tam tos speciāli apstrādājot ar ESM, jo galvenā mākoņu sega tur ir visai mazkontrastaina, bet virs tās vēl atrodas dūmakas slānis, ko veido, domājams, amonjaka kristāliņi. Par laimi, dūmaka vienmēr nav vienlīdz blīva: kad planētas apkaimē nonāca «Voyager-2» (4. att.), atmosfēras augšējie slāņi bija kļuvuši daudz dzidrāki nekā «Voyager-1» garāmlidojuma brīdī nepilnu gadu iepriekš. Lai gan šis laikposms ir tikai nepilna trīdesmitā daļa Saturna gada, tāda globāla pārvērtība visdrīzāk tomēr izskaidrojama ar gadalaiku maiņu, kas uz šīs planētas (atšķirībā no Jupitera) ir stipri izteikta sakarā ar ievērojamo leņķi starp orbitālās kustības un rotācijas plaknēm.

Teorētiski izvērtējot situāciju Jupitera un Saturna atmosfērās, šo planētu mākoņu slāņiem vajadzētu sastāvēt no amonjaka, kas gāzes veidā tika spektroskopiski pamanīts (reizē ar metānu) jau 30. gados, no amonjaka hidrosulfīda un visparastākā ledus (sk. 2. att.), taču nekādas novērojumu ceļā iegūtas informācijas pagaidām nav. Tāpat nav arī skaidrs, kādi savienojumi piešķir mākoņiem raksturīgās krāsas (sevišķi uz Jupitera), jo minēto vielu kristāliņi vai pilieniņi ir praktiski bezkrāsaini vai balti. Taču kopš 70. gadu sākuma, pateicoties infrasarkanajai spektroskopijai no Zemes, speciālas NASA lidmašīnas un kosmiskajiem aparātiem «Voyager»,

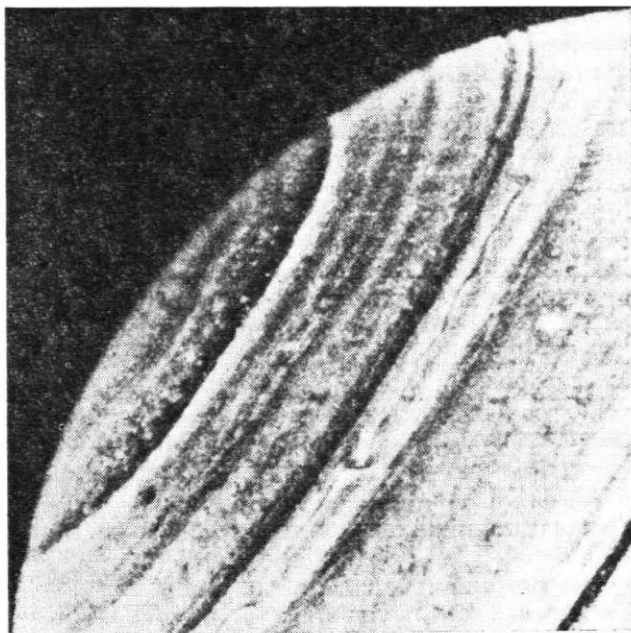
Jupitera atmosfēras sastāvs pēc spektroskopijas datiem

Gāzes nosaukums	Ķīmiskā formula	Koncentrācija* (% no kopējā daudzuma)
Ūdeņradis	H ₂	90
Hēlijs	He	10
Amonjaks	NH ₃	0,02
Metāns	CH ₄	0,06
Etāns	C ₂ H ₆	0,04
Acetilēns	C ₂ H ₂	0,007
Ciānudeņradis	HCN	1 × 10 ⁻⁴
Ūdens tvaiks	H ₂ O	1 × 10 ⁻⁴
Fosfēns	PH ₃	4 × 10 ⁻⁵
Ogļskābā gāze	CO ₂	2 × 10 ⁻⁷
Germānija tetrahidrīds	GeH ₄	6 × 10 ⁻⁸
Deiteroūdeņradis	HD	0,002
Deiterometāns	CH ₃ D	3 × 10 ⁻⁵

* Mazākajām sastāvdaļām var atšķirties no patiesās vērtības līdz dažām reizēm, jo mākoņainā atmosfērai precīzi aprēķināt komponentu koncentrācijas pēc spektroskopijas datiem vien praktiski nav iespējams.

Jupitera un Saturna atmosfērās bez agrāk zināmajām četrām gāzēm identificēts vēl vairāk nekā pusducis citu (2. tab.), no kurām principā varētu veidoties dažnedažādas krāsvielas — gan neorganiskas (piemēram, sarkanais fosfors), gan organiskas.

Jupitera nakts puslodes uzņēmumos no kosmiskajiem aparātiem «Voyager» saskatāmi nedaudzi, taču ārkārtīgi spēcīgi zibeņi, bet planētas tuvākajā apkaimē uztverti to izraisītie zemas frekvences radiotrokšņi. Spriežot pēc abu lielāko planētu līdzības, analogiskai parādībai vajadzētu norisināties arī uz Saturna, taču optiski pamanīt uzliesmojumus acīmredzot traucē augšējais dūmakas slānis, bet par reģistrētajiem radiotrokšņiem nav gluži skaidrs, vai tos neizraisa elektriskas izlādes gredzenu sistēmā.



4. att. Saturna mākoņu sega atmosfēras augstāko slāņu īpaša dzidruma apstākļos, kādi pastāvēja 1981. gada augustā, kad planētai garām lidoja kosmiskais aparāts «Voyager-2». Saurā tumšā viļņveida līnija uz gaišās joslas iona ir ātra rietumu virzienā plūstoša gaisa strāva ap 47. ziemeļu platuma grādu. Augšējais attēls uzņemts 15. augustā no nepilnu 11 miljonu kilometru attāluma caur platleņķa objektīvu, apakšējais — 23. augustā jau no tikai 2,5 miljonu kilometru attāluma caur šaurleņķa objektīvu, un vismazākie tajā saskatāmie mākoņu segas veidojumi ir apmēram 50 km lieli (divi melnie aplīši pa labi uz augšu no centra radušies pašā telekamerā). Attēlos, kas iegūti visciešākās tuvošanās brīdī — 27. augustā — no 101 tūkstoša kilometru attāluma, atšķiramas pat 2 km lielas detaļas — gandrīz tūkstošreiz sīkākas nekā vislabākajos uzņēmumos no Zemes. (NASA/JPL attēli.)



Jupitera un Saturna augšējās atmosfēras caurstarošana ar kosmisko aparātu raidītajiem radiosignāliem apliecinājusi, ka tur pastāv dažus tūkstošus kilometru biezas daudzslāņu jonosfēras, kas pēc struktūras gan ir visumā tādas pašas kā citām planētām. Taču Saturnam to turpina augšup vēl it kā otra jonosfēra, kas stiepjas līdz 30 tūkst. kilometru no planētas, t. i., dziļi gredzenu sistēmā, un ietver visai platu, lai arī tikai mēreni intensīvu jonizācijas maksimumu apmēram pusceļā no šī attāluma. To veido, domājams, ūdeņraža joni, ko no gredzena ledus daļiņām izšķēļ Saules ultravioletais starojums.

Jau 50. un 60. gadu mijā amerikāņu radioastronomi konstatēja, ka dažus gadus iepriekš atklātajam Jupitera radiostarojumam piemīt trīs īpatnības, kuru dēļ to nevar atzīt par planētas siltuma starojuma turpinājumu radiodiapazonā: tam ir pilnīgi citāds spektrs; tas ir stipri polarizēts; tas nāk nevis no pašas planētas, bet gan no tās apkārtnes. No otras puses, pēc pirmo «Explorer» sērijas pavadoņu mērījumiem tobrīd jau bija zināms, ka Zemi apjož radiācijas joslas: neskaitāmas elektriski lādētas mikrodaļiņas joņo gar mūsu planētas magnētiskā lauka intensitātes līnijām no viena pola apkāmes uz otru un atpakaļ. Šādi kustoties, tām neizbēgami jārada t. s. sinhrotronstarojums, kas izceļas tieši ar minētajām īpatnībām un planētu apkārtnē raksturīgajos apstākļos patiešām norisinās radiodiapazonā (vēlāk to izdevās konstatēt arī eksperimentāli ar padomju pavadoņa «Elektrons-4» aparātu). Atlika secināt, ka sava magnetosfēra ir arī Jupiteram (pirmais to izdarīja F. Dreiks), turklāt, spriežot pēc radiostarojuma spektra un intensitātes, ļoti varena: magnētiskais lauks ir kādas desmit reizes, bet radiācija — daudzus tūkstošus reižu intensīvāka nekā Zemes

apkaimē! Saskaņā ar «planetārās dinamomašīnas» teoriju un mūsu pašu Zemes piemēru, spēcīgs magnētiskais lauks ir likumsakarīga īpašība planētām ar intensīvai konvekcijai pakļautām šķidrām elektrovadošām dziļēm un ātru rotāciju ap asi, tādēļ šis atklājums vēlāk nodereja par labu atbalstu tagadējam planētas iekšējās uzbūves modelim.

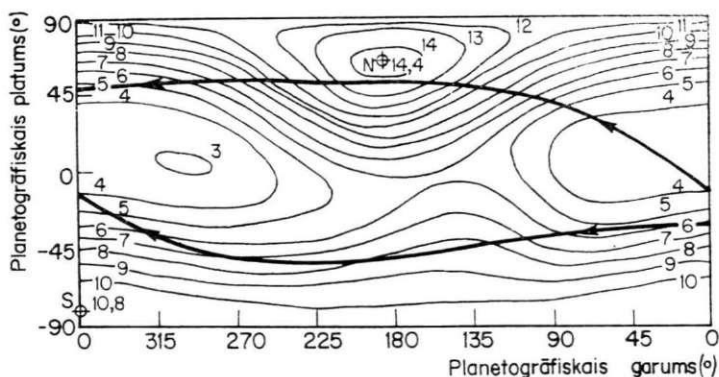
Kosmisko aparātu «Pioneer» tiešie mērījumi dziļi Jupitera magnetosfērā 70. gadu pirmajā pusē visā pilnībā apstiprināja secinājumus, kas bija izdarīti pēc novērojumiem no Zemes, taču reizē papildināja ar vairākām svarīgām detaļām (3. tab.). Piemēram, Jupitera magnētiskajam laukam ir spēcīgi sarežģītākie — kvadrupola un oktipola komponenti, bet galvenajam dipola komponentam raksturīgs diezgan asimetrisks novietojums pret planētas rotācijas asi. Rezultātā lauka intensitāte uz Jupitera virsmas mainās atkarībā no konkrētās vietas visai sa-

3. tabula

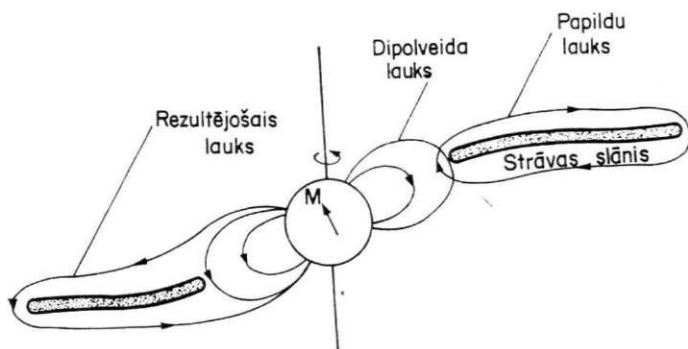
Jupitera un Saturna magnetosfēru raksturlielumi pēc tiešiem mērījumiem planētu apkārtnē

Planēta	Magnētiskā lauka vidējā intensitāte uz ekvatora (gausos)	Magnētiskā dipola novietojums		Augstāko komponentu intensitāte (% no dipola komponenta)		Magnetosfēras rādiuss dienas puslodē* (planētas rādiusus)	
		ass slīpums pret rotācijas asi (°)	centra nobīde (planētas rādiusus)	kvadrupols	oktipols		
							ekvatora plaknē
Saturns	4,2	10	~0,1	3-0,01	20	15	45-100
Jupiters	0,21	<1	0	~0,2	0	0	15-25

* Mainās atkarībā no Saules vēja ātruma.



5. att. Jupitera magnētiskā lauka intensitātes izolīnijas uz planētas virsmas saskaņā ar modeli, kas izstrādāts pēc kosmiskā aparāta «Pioneer-11» mērījumiem 43—500 tūkst. kilometru attālumā no planētas. Skaitļi pie līnijām norāda lauka intensitāti gausos, ar *N* un *S* atzīmēti magnētiskais ziemeļpols un dienvidpols. Treknā līnija ir «Pioneer-11» trajektorijas projekcija uz Jupitera virsmas minētajā attālumu diapazonā — no visciešākās tuvošanās planētai līdz tās septiņkārsotam rādiusam. (Pēc monogrāfijas «Jupiter».)



6. att. Jupitera diskveidīgās ārējās magnetosfēras veidošanās: labajā pusē — pašas planētas un to apjozošā strāvas slāņa magnētiskie lauki, kādi tie būtu katrs pats par sevi; kreisajā pusē — rezultējošais lauks. Bultiņa ar burtu *M* norāda dipolveida magnētiskā lauka ass orientāciju. (Pēc monogrāfijas «Jupiter».)

režģītā veidā, sasniedzot 14 gausus magnētiskā ziemeļpola apkaimē un tikai 3 gausus — kādā apgabalā ekvatora tuvumā (5. att.).

Līdztekus procesiem paša Jupitera iekšienē magnētisko lauku rada arī planētu apjozošs strāvas slānis — magnetosfērai līdzīgi rotējošā plazma, kas, protams, ir pakļauta ievērojamam

centrbēdzes spēkam — jo tālāk no planētas, jo stiprākam. Tādēļ Jupitera ārējā magnetosfēra, pirmkārt, pēc formas ir līdzīga plānam diskam, kura iekšējā daļa atrodas magnētiskā ekvatora plaknē, bet perifērija ir paralēla planētas rotācijas plaknei (6. att.). Otrkārt, tā plešas līdz divarpus reizi tālāk no Jupitera, nekā tas būtu bez

šāda efekta, — līdz 100 planētas rādusiem pat virs dienas puslodes, kur to tiecas saspīest Saules vējš. Taču, tā ātrumam kaut nedaudz pieaugot, Jupitera magnetosfēras robeža ļoti spēji atkāpjas — dažkārt pat līdz 45 planētas rādusiem, tādēļ visi četri Jupiteram tuvojušies kosmiskie aparāti to šķērsoja nevis vienu, bet vairākas reizes. Turpretī «aizvējā» virs nakts puslodes Jupitera magnetosfēra acīmredzot stiepjas vismaz līdz 10 tūkst. planētas rādusiem attālumam — līdz Saturna orbitai, kur tās asti pēc Saules vēja pazušanas un citām pazīmēm reģistrējusi gan «Pioneer-10», gan «Voyager-2» aparatūra.

Jupitera magnetosfēra krasi atšķiras no citām ar radiācijas joslu sastāvu: lielāko daļu to masas veido nevis protoni, bet gan sēra, skābekļa un dažu citu relatīvi smago atomu joni, kuru avots noteikti ir pavadoņa Jo vētrains darbigie vulkāni.³ Sim ķermeņiem kustoties Jupitera magnētiskajā laukā (precīzāk, ātri rotējošajam laukam apdzēnot pavadoņi), tā jonosfērā inducējas 400 kilovoltu liela elektrisko potenciālu starpība. Tā liek plūst miljoniem ampēru stiprai strāvai, kura noslēdzas caur Jupitera jonosfēru 70. platuma grāda apkaimē un atbilstošajiem magnetosfēras apgabaliem. Šāda elektriska saīte starp abiem ķermeņiem acīmredzot arī izskaidro, kādēļ no Jupitera pienākošie dekametru viļņu radiostarojuma uzliesmojumi parasti novērojami brīžos, kad Jo atrodas virs noteiktiem planētas meridiāniem.

Lai arī pirmie norādījumi par Saturna magnetosfēras pastāvēšanu tika iegūti jau 70. gadu vidū ar pavadoņa

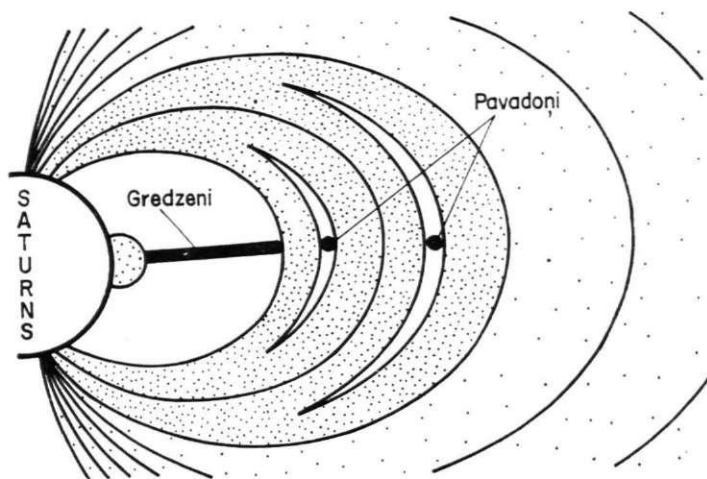
IMP-6 («Explorer-35») zemas frekvences radiosignālu uztvērējiem, to droši konstatēt un pamatvilcienos iepazīt izdevās tikai 1979. gadā «Pioneer-11» lidojuma gaitā (sk. 3. tab.). Izrādījās, ka magnētiskā lauka intensitāte pie Saturna virsmas ir pusotras reizes zemāka nekā uz mūsu planētas, bet radiācijas līmenis maksimuma zonā — praktiski tāds pats kā uz Zemes. Saturna magnetosfēra ir visai līdzīga mūsējai (un ne tāda kā Jupiteram) arī pēc ārējo apgabalu struktūras, toties centrālajā daļā tā krasi atšķiras no visām pārējām tieši iepazītajām ar pārsteidzošu regularitāti un simetriju: kvadrupola un oktopola komponentu praktiski nav, bet dipola ass tikpat kā sakrīt ar planētas rotācijas asi.

Saturna magnetosfērai raksturīgs ļoti dziļš radiācijas minimums galvenajiem gredzeniem atbilstošo attālumu diapazonā, jo tie ļoti efektīvi absorbē no viena pola uz otru lidojošās lādētās daļiņas: radiācijas līmenis tur ir pat zemāks nekā brīvā starpplanētu telpā (7. att.)! Tādu pašu, tikai mazāk krasi izteiktu parādību izraisa arī daudz retinātākais Jupitera gredzens un pat pašiniecīgākie abu planētu pavadoņi, tā ka radiācijas mērījumi, izrādās, ir visai efektīvs paņēmieni šādu objektu meklēšanai.

Radiācijas joslu daļiņām iedrāžoties planētu atmosfēru augšējos slāņos, tur rodas polārbļāzmas, kuru norise uz Jupitera un Saturna gan pamanīta tuvplānā uzņemtajos nakts pusložu attēlos, gan konstatēta pēc šai parādībai tipiskām emisijas līnijām kosmisko aparātu iegūtajos ultravioletajos spektros.

Lai arī novērojumi no Zemes ar modernu aparatūru joprojām ir noderīgi Jupitera un Saturna izpētei, galvenās perspektīvas šajā jomā tomēr saistās pirmām kārtām ar jauniem

³ Sk. Dzērvītis U. Jupitera mēness Jo brīnumainā pasaule. — Zvaigžņotā debess, 1980. gada vasara, 16., 17. lpp.



7. att. Gredzenu un pavadoņu izraisītie minimumi Saturna radiācijas joslās saskaņā ar kosmiskā aparāta «Pioneer-11» tiešajiem mērījumiem planētas apkārtņē. (Pēc «Zemļa i Vsejennaja».)

kosmiskajiem eksperimentiem (un, protams, ar teorētiskiem pētījumiem). Pagaidām gan īstenošanas stadijā ir tikai viens — amerikāņu programma

«Galileo», kurai kulminācija jāsniedz 80. gadu beigās ar kosmiskā aparāta ievadišanu orbitā ap Jupiteru un zondes ieraidīšanu tā atmosfērā.

JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Laikraksta «Pravda» 1983. gada 6. jūnija numurā pirmoreiz publicētas ziņas par otru (bez Baikonuras) padomju kosmodromu, kas atrodas pie Kapustinjaras pilsētas Astrahaņas apgabalā. No šī izmēģinājumu poligona 1947. gadā startējusi pirmā mūsu valstī radītā ballistiskā rakete, vēlāk palaistas daudzas augstlidojuma raķetes ar ģeofizikāliem mērinstrumentiem un dzīvniekiem. No Kapustinjaras ievadīts orbitā ZMP «Interkosmos-1» un daudzi tā pēcteci, daļa «Kosmos» sērijas pavadoņu, kā arī palaistas ģeofizikālās raķetes «Vertikāle». Savukārt, 20. jūnija numurā iespēsts apraksts par vēl trešo padomju kosmodromu, kas sācis funkcionēt 1960. gadā pie Pļeseckas pilsētciemata Arhangeļskas apgabalā. No tā ievadīti orbitās ar ievērojamu slīpumu pret ekvatoru vairums sakaru pavadoņu «Molnija», meteoroloģisko pavadoņu «Meteors», kā arī daži «Interkosmos» sērijas ZMP u. c. No Pļeseckas startējošajām nesējraķetēm dodoties dienvidu virzienā, tās nereti tiek noturētas par «lidojošajiem šķīvīšiem» — līdz pat Maskavas apgabalam, virs kura vēl mēdz darboties to trešās pakāpes ...

★★ Atzīmējot 20 gadus kopš pirmā sievietes lidojuma kosmosā, PSRS Valsts banka laidusi apgrozībā jubilejas monētu ar vērtību viens rublis. Tās vienā pusē uz zvaigžņotās debess un skaitļa XX fona attēlota Valentīna Tereškova skafandrā, bet otrā norādīta monētas valsts piederība, vērtība un izlaišanas gads.

RENTGENZVAIGZNES UN RENTGENGALAKTIKAS

JURIJS
GŅEDINS

Mirstošas zvaigznes — baltie punduri, neitronu zvaigznes un melnie caurumi, šos eksotiskos objektus saturošas dubultsistēmas, kas izraisa neparastas kosmiskās parādības — rentgena novas, bērsterus un eksplozīvās maiņzvaigznes —, kvazāri, aktīvo galaktiku kodoli un karstās starpgalaktiskās gāzes mākoņi — lūk, vēl nebūt ne pilnīgs to kosmisko objektu uzskaitījums, ar kuru pētniecību nodarbojas astronomijas nozare rentgenastronomija. Samērā isajā savas pastāvēšanas laikā tā būtiski papildinājusi mūsu zināšanas par kosmiskajiem objektiem un ar tiem saistītiem procesiem. Tā var palīdzēt atrisināt pat vienu no fundamentālākajām mikropasaules fizikas problēmām — jautājumu par nuklonu mijiedarbības potenciāla lielumu ...

1962. gadu uzskata par rentgenastronomijas dzimšanas gadu. Šajā gadā pirmo reizi tika reģistrēts starojums no kosmiska rentgenavota Skorpiona zvaigznājā.

Mūsu Zemi pret caurspiedīgo cieto elektromagnētisko starojumu droši aizsargā atmosfēra. Tādēļ rentgenavotus reģistrē ar detektoriem, kas uzstādīti raketēs un kosmiskajos kuģos (pavadoņos). Par šādiem detektoriem kalpo proporcionālie gāzu skaitītāji vai speciāli cietie kristāli (scintilatori), kas reģistrē kosmiskā rentgenstarojuma iedarbības izraisītajā jonizācijas procesā radušos elektronu strāvu.

Rentgenastronomijas strauja uzplaukuma gads ir 1970. gads, kad no peldoša itāļu kosmodroma Kenijas tuvumā tika palaists specializēts rentgenpavadoņš. Par godu Kenijas neatkarības pasludināšanas 10. gadadienai tas ieguva nosaukumu «Uhuru», kas svahilu valodā nozīmē «brīvība». Ar šī pavadoņa palīdzību tika reģistrēts vairāk nekā trīs simt kosmisku kā ga-

laktiskas, tā ārpusgalaktiskas izcelsmes avotu starojums.

PSRS līdzīgus pētījumus izdara ar sērijas «Kosmos» pavadoņiem, kā arī ar kosmiskajām stacijām «Venēra».

Pētījumi, ko veica ar visiem šiem kosmiskajiem aparātiem, deva iespēju sastādīt karti, kurā attēlots avotu sadalījums pa debess sfēru. Paši spožākie avoti koncentrējas ap galaktisko ekvatoru ($\pm 20^\circ$ no ekvatora), kā arī virzienā uz galaktisko centru. Vairums to acīmredzot pieder pie mūsu Galaktikas. Vājāki avoti veido sfērisko halo. Tie ir galvenokārt ārpusgalaktikas izcelsmes.

GALAKTISKIE RENTGENAVOTI

Visjaudīgākie rentgenavoti ir tā sauktās kompaktās zvaigznes: baltie punduri, neitronu zvaigznes un melnie caurumi. Tās ir parasto zvaigžņu evolūcijas pēdējās stadijas. Zvaigznes spēcīgajam gravitācijas laukam pret darbojas karstās plazmas spiediens un

starojums, kas veidojas, pārvadot caur biežajiem vielas slāņiem enerģiju, kura rodas zvaigznes centrā norisošo kodolreakciju rezultātā. Taču kodoldegvielas krājumi nav ierobežoti. Pēc tam kad zvaigzne tos iztērē, tā vairs nespēj pretoties gravitācijas spēkam un sāk saspieties. Par ko zvaigzne šīs saraušanās gaitā pārvēršas, ir atkarīgs no tās sākuma masas. Ja tās masa nav pārsniegusi 1,2 Saules masas, tad zvaigzne pārvēršas par balto punduri, kura izmēri ir apmēram tādi paši kā Zemei. Ja zvaigznes masa ir lielāka, bet nepārsniedz trīs Saules masas, tad saspiēšanās turpināsies tikmēr, kamēr kodolspēki nekompensēs gravitācijas spēku. Tādā stāvoklī zvaigznes viela ir tik sablīvēta, ka visi elektroni tiek iespiesti protonos, pārvēršot tos neitronos, un rezultātā rodas neitronu zvaigzne, kuras rādiuss ir tikai ap 10 kilometru. Gravitācijas saspiēšanos zvaigznei ar masu, kas lielāka par trim Saules masām, jau vairs nevar apturēt nekādi spēki, un zvaigzne pārvēršas par melno caurumu — objektu, uz kura robežas otrais kosmiskais ātrums ir vienāds ar gaismas ātrumu. Gravitācijas rādiuss melnajam caurumam ar Saules masu ir 3 kilometri.

Lai gan par visām šīm zvaigznēm var teikt, ka tās ir «mirstošas», jo ir nogājušas savu evolūcijas ceļu, ap tām norisinās daudzveidīgas un ļoti interesantas parādības.

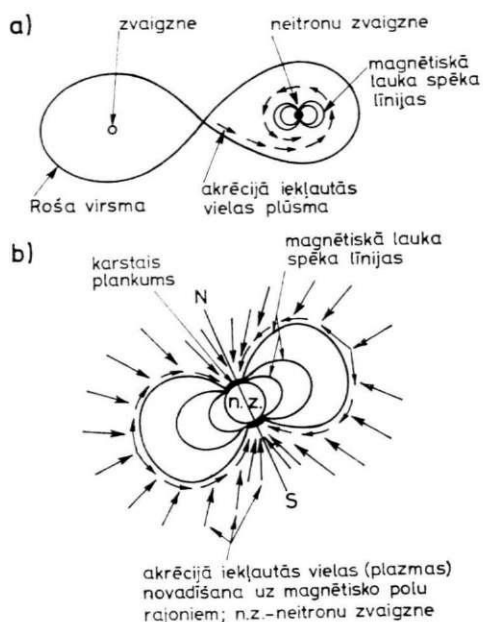
Tā, neitronu zvaigznes pārnovu atliekās, kā arī pašas šīs atliekas ir kosmiska rentgenstarojuma avoti. Lielākajā daļā gadījumu rentgenstarojuma avots ir karstā plazma aiz triecienviļņa frontes, kas kalpo par sadalīšanas robežu starp starpzvaigžņu vidi un gāzu apvalku, kurš rodas pēc pārnovas uzliesmojuma un nepārtraukti izplešas.

Ļoti svarīgs izņēmums ir Krabjveida miglājs. Tā starojumu visos

diapazonos (no radio līdz rentgena diapazonam) interpretē kā relatīvistisku elektronu sinhrotronu starojumu miglāja magnētiskajā laukā. Šis atzinums ir guvis spīdošu eksperimentālu apstiprinājumu, pateicoties veiktajiem Krabjveida miglāja polarizācijas novērojumiem visos diapazonos un it sevišķi rentgena diapazonā. Elektronu paātrināšanas avots ir ātri rotējošā neitronu zvaigzne, kas atrodas miglāja centrā un ir apveltīta ar spēcīgu magnētisku lauku. Tas ir labi pazīstamais radiopulsārs NP 0531+219, kura periods ir vienlīdzīgs 33 milisekundēm. Tas ir vienīgais radiopulsārs, kas izstaro visos diapazonos, ieskaitot arī gamma diapazonu.

Ļoti interesanta ir rentgenpulsāra parādība. Ja neitronu zvaigzne atrodas ciešā pāri ar parastu zvaigzni, tad spēcīgo gravitācijas spēku iespaidā uz kompakto zvaigzni var pārcēst otrās komponentes viela. Šādu procesu pieņemts saukt par akrēciju. Jonizētā gāze brīvi krīt uz neitronu zvaigzni līdz tam brīdim, kamēr satekošās plazmas spiediens nolīdzsvarojies ar zvaigznes magnētiskā lauka spiedienu. Uz magnetosfēras robežas akrēcijā iekļautās plazmas plūsma gar magnētiskajām spēka līnijām tiek novadīta uz magnētisko polu apgabaliem (1. att.). Atsitoties pret virsmu, šīs vielas brīvā kritiena milzīgā enerģija ($\leq 15\%$ no miera masas enerģijas) izdalās varena rentgenstarojuma veidā. Attiecībā pret ārēju novērotāju starojuma pulsācijas periods būs vienāds ar neitronu zvaigznes rotācijas periodu, ja rotācijas ass nesakrītis ar tās magnētiskā lauka asi.

Bez regulāri pulsējoša starojuma akrēcijas procesu uz magnetizētu neitronu zvaigzni pavada arī laiku pa laikam notiekoši rentgenstarojuma un vēl cietāka gammastarojuma uzliesmojumi. Šīs parādības raksturo daudzveidīgi laika mērogi.



1. att. Akrēcija uz neitronu zvaigzni, kas ietilpst dubultsistēmā un ir apveltīta ar spēcīgu magnētisko lauku: a — gāzu plūsmas dubultsistēmā «zvaigzne, kas aizpildījusi Roša tilpumu — neitronu zvaigzne»; b — magnētiskais lauks koncentrē akrēcijas procesā iekļauto vielu un novada to uz magnētisko polu apgabaliem.

Virkne avotu ir ieguvuši rentgena novu nosaukumu. Rentgena nova — tā ir zvaigzne, kas pēkšņi uzliesmo kādā debess sektorā, kur to agrāk nenovēroja. Šādas zvaigznes starojuma intensitāte pieaug ātri, apmēram nedēļas laikā, bet pēc tam pakāpeniski, apmēram dažos mēnešos, samazinās līdz fona līmenim. Spožuma maiņas likne šādiem avotiem aprbrinājami atgādina klasiskas novas spožuma maiņas likni. Tagad konstatēts, ka daudzi no šiem avotiem ir dubultsistēmas, kas satur neitronu zvaigznes, kuras kustas pa stipri izstieptām orbitām. Kamēr neitronu zvaigznes kustas tālu no optiskās komponentes, akrēcijas intensitāte ir neliela, un attiecīgi maza

ir rentgenstarojuma plūsma, ko šī akrēcija ģenerē uz neitronu zvaigznes. Tiklīdz neitronu zvaigzne nonāk optiskajai komponentei tuvos apgabalos (dubultsistēmas komponentu visciešākās satuvināšanās punktu eliptiskajā orbitā sauc par periastru), gravitācijas spēku iespaidā stipri pieaug vielas daudzums, kas pārtek no normālās zvaigznes uz neitronu zvaigzni, t. i., pieaug akrēcijas temps. Atsitoties pret neitronu zvaigznes virsmu, krītošās vielas gravitācijas enerģija izdalās spēcīga rentgenstarojuma uzliesmojuma veidā.

Eksistē rentgenavoti arī ar citiem raksturīgiem starojuma uzliesmojuma laika mērogiem. Šiem avotiem uzliesmojuma parādība ir pēkšņš spožuma pieaugums rentgena diapazonā uz dažām sekundēm vai pat īsāku laiku. Pēc tam starojuma intensitāte mazinās raksturīgā laikā — pārdesmit sekundēs. Šādu avotu spožums maksimumā ir salīdzināms ar pašu spožāko galaktisko rentgenavotu spožumu. Vienam avotam šādi uzliesmojumi var būt vairāki, laika atstarpe starp uzliesmojumiem ir dažas stundas, bet dažreiz arī dienas.

Tādu uzliesmojumu raksturu var izskaidrot ar enerģijas uzkrāšanos neitronu zvaigznes virsmas slāņos akrēcijas rezultātā un tās sprādzienveidīgu atbrīvošanos kodoltermiskās reakcijas norises rezultātā.¹

Līdzīgus uzliesmojumus novēro arī vēl cietākā enerģētiskā intervālā — tā sauktajos gamma staros (fotoni ar enerģiju daži simti keV—daži MeV). Šī parādība guvusi nosaukumu gamma uzliesmojumi (2. att.). Daudz gamma uzliesmojumu atklāja padomju zinātnieki, proti, E. Mazecs un viņa līdzstrādnieki no PSRS ZA

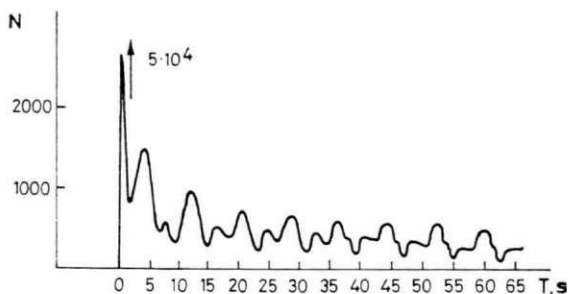
¹ Čerņins A. Bērsteri — uzliesmojošas rentgenzvaigznes. — Zvaigžņotā debess, 1982. gada vasara, 2.—11. lpp.

A. Jofes Fizikāli tehniskā institūta, uz padomju starpplanētu stacijām «Venēra-11» un «Venēra-12» uzstādītās aparatūras «Konuss» veikto novērojumu rezultātā.

Līdz šim runa bija par objektiem, kas saistīti ar neitronu zvaigznēm. Taču ne mazāku interesi rada ciešas dubultsistēmas, kas satur akrecionējošu balto punduri. Tie ir ļoti nestacionāri objekti, un tos pieņemts saukt par eksplozīvajām vai kataklizmatiskajām maiņzvaigznēm.

Pēdējā laikā eksplozīvo maiņzvaigžņu vidū sevišķu interesi rada nesen atklātā AM Herkulesa tipa zvaigžņu klase. Tās izceļas ar optiskā starojuma lielo polarizāciju, kas sasniedz dažus desmitus procentu. Šo zvaigžņu spektros novēro spēcīgas emisijas līnijas, kuru forma mainās ar periodu, kas vienlīdzīgs dubultsistēmas orbitālajam periodam. No šādām zvaigznēm ir reģistrētas pulsējošas rentgenstarojuma un pat mikstā gammastarojuma plūsmas. Lai gan konstatēts, ka tās nosaka galvenokārt ļoti spēcīgais dubultsistēmās ietilpstošo balto punduru magnētiskais lauks (saskaņā ar dažādiem novērtējumiem, lauka intensitāte sasniedz 10^7 – 10^8 gausus), to detalizēts izskaidrojums pagaidām nav izstrādāts. Pašlaik visā pasaulē turpinās intensīvi šo objektu pētījumi. Interesanti spektrālie dati nesen iegūti kopējos PSRS ZA FTI (A. Jofes Fizikāli tehniskais institūts) un PSRS ZA SAO (Speciālā astrofizikālā observatorija) novērojumos ar sešmetrīgo teleskopu.

Spožāko galaktisko avotu starjaua ir $L \approx 10^{37}$ – 10^{38} ergi/s, kas 10^4 – 10^5 reizes pārsniedz mūsu Saules starjaua optiskajā diapazonā. Pašlaik rentgenastronomijā ir sasniegts tāds iekārtu jutīguma līmenis, ka iespējams reģistrēt arī vēl vājākas plūsmas ($L \leq 10^{30}$ ergi/s). Tādēļ ir reģistrēts rentgenstarojums no daudzām paras-



2. att. 1979. gada 5. martā padomju automātiskās stacijas «Venēra-11» reģistrētā kosmiskā gamma uzliesmojuma parādība. N — skaitītāja reģistrēto γ kvantu daudzums 0,25 s laikā, T — laiks kopš gamma uzliesmojuma reģistrācijas sākuma.

tām zvaigznēm. Šāda starojuma avoti ir karstās zvaigžņu koronas un no zvaigznēm izplūstošā plazma — zvaigžņu vējš. Tādējādi rentgenastronomija ir svarīgs instruments, kas paver iespēju pētīt aktīvus procesus uz zvaigznēm.

ĀRPUSGALAKTISKIE RENTGENAVOTI

Rentgenastronomija konstatējusi, ka visas galaktikas ir rentgenstarojuma avoti. Šāds starojums reģistrēts no normālām un radiogalaktikām, kvazāriem un tā sauktajam Seiferta galaktikām, kas pēc aktivitātes un pēc spēcīgā savu kodolu starojuma izdalās atsevišķā klasē. Mums tuvāko parasto galaktiku analīze parādīja, ka to rentgenstarojumu, tāpat kā mūsu Galaktikai, veido iepriekš aprakstīto diskretā tipa avotu (dubultsistēmas ar neitronu zvaigznēm) kopums. Tā, piemēram, galaktikā M31 izdalīti 80 avoti ar rentgenstarojuma jaudu $L \approx 10^{37}$ ergi/s. Taču visspēcīgākie rentgenavoti ir kvazāri un Seiferta galaktiku kodoli. Tā, piemēram, paša spožākā kvazāra, 3C 273, starjaua radiodia-

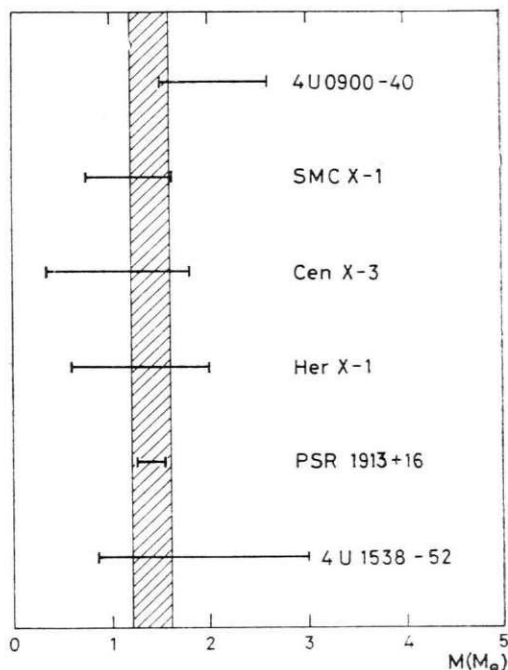
pazonā ir $L_R = 2 \cdot 10^{46}$ ergi/s, optiskajā $L_O = 10^{46}$ ergi/s, bet rentgena diapazonā $L_X = 2 \cdot 10^{46}$ ergi/s. Pašlaik ir atklāti kvazāri, kuru rentgenstarojuma jauda daudzas reizes pārsniedz to optiskā un radiostarojuma jaudu. Tādu lielu starjaudu nevar izskaidrot citādi kā tikai ar akrēcijas procesu. Pēdējā laikā ir atklāts dažu kvazāru un aktīvo galaktiku kodolu rentgenstarojuma mainīgums laika intervālā ~ 100 s. Tas dod iespēju noteikt to izmēru augšējo robežu ar $\leq 3 \cdot 10^{12}$ cm, kas, savukārt, liecina, ka kvazāri un galaktiku kodoli ir kompakti objekti. Vienīgie šādi mums zināmie objekti ar tādām īpašībām ir supermasīvi melnie caurumi (ar masu $10^{11} M_\odot$)! Lūk, kādēļ lielākā daļa astrofizikā uzskata, ka galaktiku kodoli ir supermasīvi melnie caurumi.

Izcils rentgenastronomijas sasniegums bija izstieptu rentgenstarojuma avotu atklāšana galaktiku kopās. Paši jaudīgākie no tiem ir Komas, Perseja un Jaunavas kopās. Raksturīgi izstieptu avotu izmēri ir 0,1 — 1 Mps, bet to starjaudas — 10^{43} — 10^{45} ergi/s. Detalizēti to spektru pētījumi parādīja, ka starojuma avoti ir karsta starpgalaktiskā gāze (temperatūra 10^7 — 10^8 K), ko kā milzīgā bedrē savācis kopu gravitācijas lauks.

NEITRONU ZVAIGZNES — KOSMISKAS LABORATORIJAS VIELAS ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMIEM EKSTREMĀLOS SPĒCĪGA GRAVITĀCIJAS UN MAGNĒTISKĀ LAUKA APSTĀKĻOS

Neitronu zvaigznes tika paredzētas teorētiski jau 1934. gadā. Tūlīt pēc to atklāšanas 1968. gadā tika izdarīti daudzi šo zvaigžņu iekšējās struktūras aprēķini. Šādiem aprēķiniem ir pietie-

kami, ja uzdod divu nuklonu savstarpējās iedarbības potenciāla lielumu. Tas ir pārsteidzoši, taču kā neitronu zvaigžņu struktūra, tā arī daudzas to fizikalās īpašības ir būtiski atkarīgas no nuklonu mijiedarbības potenciāla veida. Tā, piemēram, ja zvaigznes centrā uzdod vienu un to pašu blīvumu, tad, izmantojot dažādus nuklonu mijiedarbības modeļus, aprēķini dod dažādu zvaigznes masu. Un otrādi, vienai un tai pašai zvaigznes masai iznāk dažādi rādiusi un dažāda tās iekšējā struktūra. Tādējādi, ja mēs varētu aprēķināt masu un rādiusu zināmajām neitronu zvaigznēm, kas ir, piemēram, rentgena pulsāri, tad mēs varētu viennozīmīgi noteikt kódomlij-



3. att. Neitronu zvaigžņu masa, kas noteikta, izmantojot dubultsistēmās ietilpstošo rentgena pulsāru novērojumu datus. M — neitronu zvaigžņu masa, kas izteikta Saules masas (M_\odot) vienībās.

iedarbības nuklonu potenciāla raksturu, t. i., atrisināt problēmu, pie kuras lauž šķēpus pasaules vislabākās fizikālās laboratorijas, kas apgādātas ar visspēcīgākajiem un modernākajiem paātrinātājiem.

Neitronu zvaigžņu masu dubultsistēmās var noteikt ar labi izstrādātām astronomiskajām metodēm: spektroskopiski, balstoties uz atomāro līniju radiālo ātrumu liknēm, kā arī pēc optiskā un rentgenspožuma izmaiņām atkarībā no dubultsistēmas komponentu orbitālās kustības fāzes. Rentgenastronomija, savukārt, deva jaunu metodi neitronu zvaigžņu masas noteikšanai dubultsistēmās. Doplera efekta dēļ, ko izraisa neitronu zvaigžņu orbitālā kustība, rentgena pulsāra impulsu reģistrācijas laiks ir atkarīgs no dubultsistēmas fāzes. 3. attēlā ir dota neitronu zvaigžņu masa dažās labi izpētītās dubultsistēmās, ievērojot masas noteikšanas kļūdas. Kas attiecas uz neitronu zvaigžņu rādiusu, tad to arīdzan ir izdevies «izmērit», pateicoties turpmāk minētajiem apstākļiem. Dažām neitronu zvaigžņiem ar labi noteiktu attālumu līdz tām, kā izrādījās, starojuma spektru var aprakstīt ar Planka formulu. Tā var noteikt šo zvaigžņu virsmas temperatūru. Izmantojot labi zināmo sakarību starp attālumu līdz avotam un tā starojuma plūsmu, var noteikt šo zvaigžņu starjaudu. Bet spektram, ko apraksta Planka likums, pastāv stingri noteikta sakarība starp zvaigznes starjaudu, tās virsmas temperatūru un rādiusu. Tieši tas arī deva iespēju noteikt šo neitronu zvaigžņu rādiusu. Veiktie neitronu zvaigžņu masas un rādiusa mērījumi jau pašlaik ir devuši iespēju samazināt nuklonu mijiedarbības fizikālo modeļu skaitu. Taču pilnīgi šo problēmu atrisinās nākotnē, kad ievērojami palielināsies novēro-

jumu precizitāte un attiecīgi samazināsies neitronu zvaigžņu masas un rādiusa noteikšanas kļūdas.

Tā kā zvaigznes saspiešanās izraisa magnētiskā lauka pastiprināšanos uz tās virsmas, neitronu zvaigžņiem ir raksturīgas milzīgas magnētiskā lauka intensitātes B vērtības, t. i., $B \sim 10^{12} - 10^{13}$ gausi. Tādas intensitātes magnētiskie lauki būtiski iespaido auksto neitronu zvaigžņu virsmas slāņu un vielas struktūru. Sajos laukos magnētiskie spēki, kas iedarbojas uz atomu elektroniem, ir lielāki par kulonga spēkiem un katrs atoms tiek izstiepts magnētiskā lauka virzienā.

Spēcīgu magnētisko lauku eksistence liek ievērot arī vakuuma polarizācijas parādību, kas saistīta ar relativistiskiem kvantu efektiem. Šie efekti kļūst būtiski, kad magnētiskā lauka intensitātes vērtība ir $B_C \approx 4,4 \cdot 10^{13}$ gausi, pie kuras elektrona ciklotroniskā enerģija $\hbar\omega_B = \hbar e B / mc$, kas saistīta ar tā larmora rotāciju ap magnētiskām spēka līnijām, kļūst salīdzināma ar tā miera masas enerģiju mc^2 . Svarīgākais no tādiem efektiem ir viena fotona sadalīšanās divos bez reālu daļiņu klātbūtnes, resp., elektrona-pozitrona pāra rašanās no fotona, ja fotona enerģija $\hbar\omega > 2mc^2$ (ja $\hbar\omega < 2mc^2$, tad reālu pāru rašanos aizliedz enerģijas saglabāšanās likums). Fizikālā vakuumā ir kā fluktuējoši elektromagnētiskie lauki, tā virtuāli elektronu-pozitronu pāri. Stiprā magnētiskajā laukā šo pāru stāvoklis mainās tādā veidā, ka magnetizētais vakuums, neraugoties uz to, ka tajā nav reālu daļiņu, attiecībā pret fotonu izplatīšanos izturas kā anizotropa vide, kurai piemīt dubultlaušana, t. i., izturas kā kristāls. Vakuuma polarizācijai ir svarīga loma starojuma ģenerācijas un izplatīšanās procesos rentgena pulsāru magnetizētajā plazmā.

Augstu enerģiju astrofizikā, tāpat kā citās fizikas nozarēs, visinteresantākos rezultātus iegūst, sintezējot pacietīgus novērojumus ar intensīviem teorētiskajiem pētījumiem. Taču, lai gan pēdējos desmit gados, ejot pa šo ceļu, ir iegūti daudzi būtiski rezultāti par kompakto zvaigžņu fiziku, galve-

nais darbs vēl ir priekšā. Tuvojas laiks, kad šos objektus sāks pētīt ar neitrino un gravitācijas astronomijas metodēm un kad ierindā stāsies jauna orbitālo astrofizikālo instrumentu paudze. Nav šaubu, ka nākotnē mēs iegūsim daudzus jaunus interesantus datus par kompaktajām zvaigznēm.

JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMA

★★ Gūts pirmais daudz maz tiešais apstiprinājums S. Vūzlija un R. Tāma hipotēzei, ka 1975. gadā atklātie (no pavadoņa ANS) uzliesmojošie rentgenstarojuma avoti — t. s. bērstēri ietilpst ciešās dubultsistēmas un saņem uzliesmojumiem vajadzīgo «kodoldegvielu» no otra, parastākā locekļa. Protī, divu bērstēru starojumā pamanītas svārstības ar periodiem, kādi raksturīgi šādu dubultsistēmu rotācijai: vienam — rentgenspektrā novērojamo absorbcijas detaļu parmaiņas ar periodu 50^m (no pavadoņa HEAO-2 «Einstein»), otram — spožuma pulsācijas redzamajā gaismā ar periodu 4^h (ar dāņu 1,5 m teleskopu Eiropas dienvidu observatorijā).

★★ Objekts, no kura 1979. gada 5. martā pienāca ļoti spēcīgs un arī citādā ziņā neparasts gamma starojuma uzliesmojums, vel aizvien ir aktīvs: papildus trim daudz vājākiem uzliesmojumiem, ko divos sekojošos mēnešos reģistrēja «Venēras-11» un «Venēras-12» aparātūra, 1981. gada decembrī un 1982. gada janvārī «Venēra-13» un «Venēra-14» uztvērusi vēl divus. Taču, neraugoties uz daudzu valstu zinātnieku pūlēm, gūt kaut cik skaidru un vienotu priekšstatu par šīs parādības cēloni pagaidām nav izdevies.

★★ Analizējot Saules uzliesmojumu novērojumus ar pavadoņi SMM, ko ASV palaīda 1980. gada februārī, iegūti šādi rezultāti. Pirmkārt, spēcīgāko uzliesmojumu laikā reģistrētas vairākas jaunas gamma starojuma emisijas līnijas, kas atbilst dažam teorētiski iztīrzātām, taču nekad agrāk uz Saules nenovērotām kodolreakcijām (ātrie protoni ar N, Si, Mg, Fe, Li, Be atomiem). Otrkārt, pirmoreiz droši konstatēta Saules uzliesmojuma izraisīta neītronu plūsma. Treškārt, tiešu novērojumu ceļā (pēc attīcīgajos diapazonos iegūtiem detalizētiem attēliem) atklāts, ka uzliesmojumu cīlais rentgenstarojums nāk no magnētiskā lauka formēto «arku» pamatnēm, kur to acīmredzot ģenerē ātru elektronu plūsmas, bet mikstais — no virsotnēm. Ceturtkārt, salīdzinot spektroskopiski novērtēto plazmas atomu vidējo kustības ātrumu ar rentgendiapazonā izmēritajai temperatūrai atbilstošo, pirmais iznācis daudz augstāks, resp., plazmā vērojamas ļoti straujas turbulēntas kustības ar ātrumu līdz 100 km/s. Pavadoņīs pārstāja normali funkcionēt 1981. gada janvārī, taču 1984. gada pirmajā pusē to iecerēts izremontēt tieši orbitā vai arī atgādāt atpakaļ uz Zemi ar «Space Shuttle» tipa kosmoplānu.



Stereofotogrammetrija dokumentē kultūras pieminekļus

Kultūras pieminekļu dokumentēšanā liela nozīme ir stereofotogrāfijai, kas dod iespēju fiksēt uzņemtā objekta telpisko stāvokli.¹ Tā kā stereofotogrāfiju iegūst, ievērojot zināmus fotografēšanas nosacījumus — fotokameru galveno asu paralelītāti, to orientēšanu perpendikulāri objekta frontālajai plaknei, fotografēšanas bāzes garuma attiecību pret attālumu līdz objektam u. c., tad iegūtie stereo-uņēmumi attēlo uzņemto objektu samazinātā, bet ģeometriski nesagrozītā veidā. Tāpēc stereofotogrāfijai ir dokumentāls raksturs: zinot tās samazinājuma pakāpi jeb mērogu, var noteikt objekta stāvokli tā uzņemšanas momentā. Lietojot speciālu stereofotogrammetrisko attēlu apstrādes aparāturu, pēc stereofotogrāfijām iegūstami ne vien estētiski, bet arī kvantitatīvi objekta telpiskā stāvokļa raksturlielumi: skaitliskie dati (koordinātes, detaļu izmēri), fotoplāns vai arī zīmējumi horizontālā un vertikālā projekcijā. Šādi rezultāti ir noderīgi celtniecības projektu izstrādei. Arhitektūras pieminekļu stereofotogrammetriskās dokumentēšanas rezultātus izmanto gan restaurācijas darbu projektēšanai, gan arī pieminekļu zinātniskajai izpētei. Zinātnes, tehnikas, mākslas un arheoloģisko pieminekļu stereofotogrammetriskajam dokumentējumam ir liela nozīme šo pieminekļu aizsardzībā.

Jau vairākus gadus pēc kārtas PSRS Zinātņu akadēmijas Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa orga-

nizē fotogrammetriskās ekspedīcijas kultūras pieminekļu dokumentēšanai mūsu republikā. Šis darbs tiek veikts sadarbībā ar Latvijas PSR Kultūras ministrijas Muzeju un pieminekļu zinātniskās pētniecības padomi un A. Pelšes Rīgas Politehniskā institūta Fotogrammetrijas laboratoriju.

Fotogrammetriskajai un stereofotogrammetriskajai dokumentēšanai vispirms tiek pakļauti kultūras pieminekļi, kas stipri bojāti, vai arī tie, kuri laika gaitā pārvēršas. Tādi ir arheoloģiskie objekti, kas izrakumu gaitā pakāpeniski tiek atsegti, dabas, lauku un pilsēt-būvniecības ainavas, kas mainās intensīvas saimnieciskās dzīves rezultātā, tāpat atsevišķas ēkas, kas stipro bojājumu dēļ vairs netiek izmantotas un ir paredzētas nojaukšanai, un tamlīdzīgi. Šādos gadījumos stereofotogrāfija paliek kā vienīgais uzskatāmais dokuments.

Dokumentēti tiek arī tie pieminekļi, kuru atjaunošanai jāizstrādā celtniecības darbu rasējumi, un vispār dažādi zinātnes, tehnikas un mākslas pieminekļi, kuru dokumentālā saglabāšana ir ļoti svarīga mūsu kultūras vēsturei.

1982. gada vasarā stereofotogrammetriski tika dokumentēti seno celtnu fragmenti, kurus arheoloģiskajos izrakumos atsedza Latvijas PSR ZA Vēstures institūta arheoloģiskās ekspedīcijas dalībnieki, strādājot 13.—15. gs. celto mūra piļu teritorijās Cēsis un Āraišos (1. att.). Tā kā bija pazemināts Rīgas HES ūdenskrātuves limenis, izdevās iegūt senāko mūra celtnu atlieku stereouņēmumus Ikšķilē (2. att.) un Salaspilī. Liepājā stereofotogrammetriski tika fiksētas Vecleipājas 17.—18. gs. būvētās koka ēkas. Fotogrammetriskā ekspedīcija darbojās arī Liepājas rajonā (Vecpilī, Apriķos, Medzē), Rūjienā, Vecpiebalgā un citur. Kultūras ministrijas fotogrammetrisko

¹ Sk. Apala Z., Klētņieks J. Fotogrammetrija arheoloģijā. — Zvaigžņotā debess, 1981. gada rudens, 38.—47. lpp.



1. att. Āraišu mūra pils fragments, atsegts 1982. gada arheoloģiskajos izrakumos (arheologs J. Apals).



2. att. Latvijas vecākās mūra celtnes — Ikšķiles baznīcas (celta 1185. g.) fotogrammetriskais attēls (uzņemts 1982. g. sept.).

un stereofotogrammetrisko uzņēmumu arhīviem 1982. gadā tika nodoti 170 dokumentāli uzņēmumi uz 9×12 cm un 13×18 cm stikla platēm (sk. krāsu ielikumu).

Sā gada vasarā fotogrammetriskā ekspedīcija strādāja Āraišu, Bauskas, Cēsu un Lielvārdes pilsdrupās, Daugavpils HES ūdenskrātuves applūdināmajā zonā un citos objektos. Republikāniskais fotogrammetrisko un stereofotogrammetrisko uzņēmumu fonds atkal papildinājies ar jauniem dokumentāliem uzņēmumiem.

J. Klētnieks

Vēlreiz par komētas sadursmi ar Sauli

Dabas parādības, kuru iespējamībai ir maza varbūtība, parasti sauc par neparastām parādībām. Par šādu neparastu astronomisko parādību var uzskatīt arī komētu sadursmi ar Sauli.

Ir zināmas vairākas komētas, kuras savas orbītas perihēlijā pieiet ļoti tuvu Saulei. Tās ir tā sauktās Kreica grupas komētas. Par dažām no tām jau stāstīts «Zvaigžņotās debess» 1982. gada rudens numurā.

Soreiz precizēsīm ziņas par nesen atklāto Hauarda—Kūmena—Mičela (1979 XI) komētu. Jau pirmie šīs komētas fotouzņēmumu pētījumi parādīja, ka tā sadūrsies ar Sauli. Pašreiz pētījumi par Hauarda—Kūmena—Mičela komētas sadursmi ar Sauli ir pabeigti. Minētā komēta ir interesanta gan no debess mehānikas, gan arī no astrofizikas viedokļa. Debess mehānikas speciālistiem zināmas grūtības sagādāja šīs komētas orbītas noteikšana. Orbītas elementu aprēķināšanai varēja izmantot tikai astoņus novērojumus. Pie tam ar Zemes mākslīgo pavadoni P78-1 iegūtie fotouzņēmumi nenodrošināja precīzus pozīciju mērījumus. Koordinātes noteica ar precizitāti ap $75''$. Minētie astoņi novērojumi deva vairākas paraboliskas orbītas, kuras vienlīdz labi apmierināja visus novērojumus. Precizēt komētas orbītu izdevās, izdarot papildu pieņēmumu, ka tā pieder Kreica grupai. Tādā veidā Z. Sekanina no Reaktivās kustības laboratorijas (*Jet Propulsion Laboratory*) ASV aprēķināja Hau-

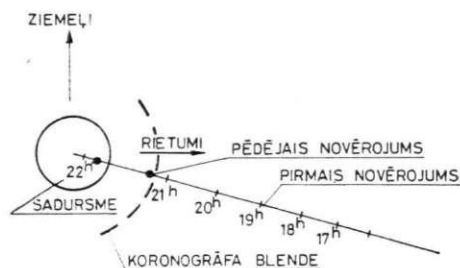
arda—Kūmena—Mičela komētas galīgo orbītu. Komētas orbītas ekscentricitāte izrādījās robežās no 0,9999 līdz 1, bet perihēlija attālums — ap 0,0016 a. v., kas ir nedaudz lielāks par trešdaļu Saules rādiusa. Minētā perihēlija attāluma vērtība skaidri parāda, ka komēta ir sadūrsies ar Sauli. Pagaidām tā ir pirmā zināmā komētas sadursme ar Sauli. Komētas ceļš un Saules disks dažas stundas pirms sadursmes shematiski parādīts 1. attēlā.

Interesanti ir izpētīt tos procesus, kuri bija novērojami, komētai saduroties ar Sauli. Aprēķini rāda, ka sadursme notika pret Zemi vērstajā Saules pusē, tāpēc šī parādība bija novērojama. Sadursme notika $21^{\text{h}}53,8^{\text{m}}$ pēc Pasaules laika. Šajā laikā Saule bija novērojama Ziemeļamerikas observatorijās, taču, analizējot Saules fotouzņēmumus, sadursmes pēdas netika konstatētas.

Kā jau minēts iepriekšējā rakstā, šādā sadursmē izdalījies enerģija sastāda tikai 0,02% no enerģijas daudzuma, ko izstaro Saule vienā sekundē. Tik niecīga starojuma izmaiņa var palikt nepamanīta.

Ņemot vērā tīri fizikālas likumsakarības, iespējami daži secinājumi par procesiem, kuri notikuši, komētai nokrītot uz Saules.

Vispirms, sadursmes rezultātā vajadzēja notikt komētas kodola dališanās procesam. Komētas kodola sabrukšana var sākties īsi pirms tā sadursmes ar Saules fotosfēru. Sabrukšanu veicina divi faktori: Saules termiskā iedarbība un pausma un bēguma spēki, kuru lielums dažādos komētas kodola punktos Saules tuvumā ir dažāds. Fotometriskie pētījumi rāda, ka komēta nebija visai spoža. Tas

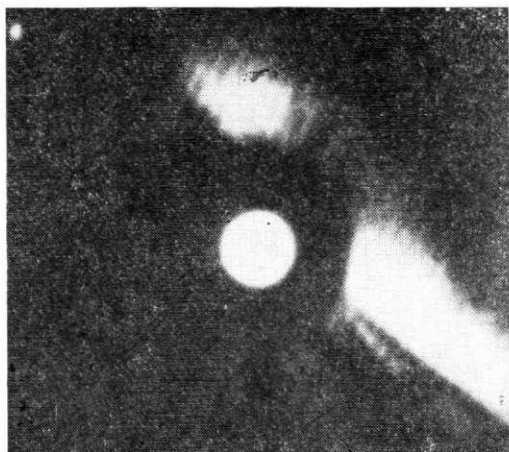


1. att. Komētas ceļš skatījumā no Zemes. Laiks uzdots 30.08.79. pēc Pasaules laika. (Pēc «Astronomical Journal».)

liecina, ka komētas kodols bijis neliels, daži simti metru. Visos koronogrāfa fotouzņēmumos labi novērojama komētas aste. Pirms sadursmes ar Sauli tā bija šaura un vērsta gandrīz radiāli prom no Saules. Pēc sadursmes astes struktūra mainījās. Tās paliekas Saules atmosfērā veidoja spīdošu halo, kas bija novērojams ilgāk par vienu diennakti. Pēc sadursmes komētas aste bija daudz spožāka un ātri izpletās Saules atmosfērā. Astes paliekas pārvietojās apkārt Saulei pretēji pulksteņrādītāja kustības virzienam, mainot savu ārējo izskatu, brīžiem pieņemot vēdeklim līdzīgu formu.

Astes daļu spožuma pieaugums izskaidrojams galvenokārt ar Saules starojuma izkliedi. Komētas palieku izskats pēc sadursmes redzams 2. attēlā.

Aprakstītā aina, kas bija vērojama Saules atmosfērā, dod iespēju secināt, ka komētas aste sastāvējusi galvenokārt no putekļu daļiņām. Z. Sekanina aprēķinu ceļā izstrādāja komētas kodola modeli. Balstoties uz šo modeli un ņemot vērā tikai gravitācijas spēku un Saules spiedienu, viņš izskaidroja komētas astes veidošanās procesu. Pieņemtais modelis deva pietiekami labu saskaņu ar novērojumiem.



2. att. Komētas atsevišķie fragmenti Saules atmosfērā veido spīdošu halo. Fotouzņēmuma augšējā kreisajā stūrī redzama Venēra. (Pēc «Astronomie und Raumfahrt».)

Teorētiski tika pētīta arī komētas daļiņu mijiedarbība ar Saules vainaga magnētisko lauku. Slēdzieni par šīs mijiedarbības raksturu un nozīmi komētas struktūras veidošanā nav pilnīgi droši.

Laī gan novērojumu materiāls bija trūcīgs, Hauarda—Kūmena—Mičela komēta deva iespēju astronomiem dziļāk ieskatīties komētu fizikālajos procesos un arī nedaudz precizēt šo debess ķermeņu uzbūvi un izmērus.

A. Salītis

Kvazāriem jauns čempions

Tālie un noslēpumainie kvazāri joprojām piesaista astronomu uzmanību. Tie ir paši spožākie Visuma objekti, tādēļ to izstarotā gaisma un radioviļņi, pārvarot fantastiski lielus attālumus, nes mums vēstis no neiedomājami tālām un senām telpas un laika dziļēm. Tieši tālo kvazāru pētišana sniedz visnoteiktākās ziņas par Visuma evolūciju, tā ģeometrijas novirzēm no Eiklīda ģeometrijas, ļauj pietuvoties tā rašanās noslēpumam. Tādēļ ir saprotami pūliņi atklāt aizvien tālākus kvazārus ar lielāku sarkano nobīdi to spektros.

Taču 20 gados kopš kvazāru atklāšanas veiktie pētījumi parādījuši, ka tālie kvazāri ar sarkano nobīdi $z > 3$ ($z = \Delta\lambda/\lambda$ — spektrālīniju viļņu garuma relatīvā nobīde) ir ļoti reti — attālums līdz tiem ir jau tik liels, ka ar pašreizējo tehniku var uztvert starojumu tikai no pašiem spožākajiem objektiem. Līdz šim vistālākais zināmais kvazārs bija 1973. gadā atrastais OQ 172 ar $z = 3,53$, un tikai pēc desmit gadiem izdevās spert nākamo soli Visuma dziļēs: 1982. gada beigās angļu un austrāliešu pētnieku grupa nāca klajā ar paziņojumu, ka kvazāra PKS 2000—330 sarkanā nobīde ir $z = 3,78$. Burti šī objekta nosaukumā norāda, ka attiecīgais radioavots atklāts Pārksas radioobservatorijā (Austrālijā), bet skaitļi dod aptuvenas objekta ekvatoriālās koordinātes.

So vājo radioavotu Strēlnieka zvaigznājā jau 1970. gada sākumā atklāja A. Siminzs, veicot novērojumus regulāras pētījumu programmas ietvaros, kas paredzēja dienviņu debess radioapskatu ar Pārksas 64 m parabo-

lisko antenu. Salīdzinot novērotās radioviļņu plūsmas vairākos frekvenču diapazonos, Siminzs pēc radiospektra formas secināja, ka jaunatrastais objekts varētu būt kvazārs. Taču tolaik ar optiskiem novērojumiem neizdevās apstiprināt šo secinājumu, jo Pārksā noteiktās radioavotu koordinātes nebija pietiekami precīzas un tādēļ sākotnējā identifikācija ar vāju 17. lieluma zvaigžņveidīgu objektu izrādījās nepareiza. Kļūdu izdevās novērst tikai desmit gadu vēlāk.

Šī tālā kvazāra identificēšana un tā sarkanās nobides noteikšana ir raksturīga ilustrācija tam, ka mūsdienu astronomijā svarīgi atklājumi tiek izdarīti, sadarbojoties vairāku profilu speciālistiem un kombinējot novērojumus ar dažādiem instrumentiem.

Vispirms austrāliešu radioastronoms D. Džonsejs, izveidojot radiointerferometru no Tidbinbilas tālo kosmisko sakaru stacijā (Austrālijā, Kanberas tuvumā) izvietotajām antenām, ievērojami precizēja avota koordinātes. Pēc tam A. Seividža, nofotografējot attiecīgo debess apgabalu ar Saidingspringsas observatorijas Smita sistēmas teleskopu, atrada, ka 4^o attālumā no Džonseja noteiktās pozīcijas atrodas vājās 19. lieluma zvaigžņveidīgs objekts. Un, beidzot, B. Pītersens tajā pašā observatorijā ar angļu-austrāliešu 3,9 m reflektoru ieguva šī vājā objekta spektru un kopā ar A. Raītu konstatēja tā lielo sarkano nobīdi. Tādējādi zinātnieku sadarbība vainagojās ar pagaidām vistālākā objekta atklāšanu.

Jaunatklātā kvazāra spektrā sarkanā nobīde ir jau tik liela, ka raksturīgās ultravioletās emisijas līnijas izvietotas spektra sarkanajā un tuvajā infrasarkanajā daļā. Tā, piemēram, pati intensīvākā spektrālīnija — ūdeņraža atoma Laimana sērijas α līnija — no normālās 1216 Å pozīcijas ir pārbīdīta uz 5825 Å. Kaut arī mazāk intensīvas, taču kvazāra spektrā skaidri saskatāmas ir Laimana β līnija un vairāku citu izplatītāko elementu — skābekļa, oglekļa, slāpekļa, silīcija, sēra — atomu un jonu līnijas. Uz zilo pusi no Laimana α līnijas spektrā redzamas arī daudzas absorbēcijas līnijas — īpatnība, kas ļoti raksturīga kvazāriem ar lielu z —, taču identificēt tās nav izdevies, jo objekta vājā spožuma dēļ nevar iegūt spek-

trus ar pietiekami lielu izšķiršanas spēju. Jaunatrastā kvazāra radiospektrs arī ir līdzīgs citu tālo kvazāru ar $z > 3$ spektriem, uzrādot raksturīgo intensitātes maksimumu GHz frekvenču diapazonā — šoreiz konkrēti pie 8 GHz.

Izejot no atrastās z vērtības aprēķinātais attālums d tik tālam objektam satur zināmu nenoteiktību. Šeit jau vairs nevar apmierināties ar lineāro Habla likumu $d = zc/H$ (kur c — gaismas ātrums, bet H — Habla konstante), kas derīgs tikai maziem z , bet jāņem vērā arī locekļi ar augstākām z pakāpēm, kuri ievēro Visuma izplešanās palēnināšanos lielos attālumos. Taču šo locekļu koeficienti ir zināmi tikai ļoti aptuveni — tie patiesībā paši būtu jānosaka no tālo kvazāru novērojumiem. Turklāt, neraugoties uz daudzu astronomu pūlēm, nav izdevies pietiekami stingri precizēt arī pašas Habla konstantes vērtību — tā, pēc dažādu autoru datiem, joprojām svārstās robežās no 50 līdz 100 km/s uz Mpc. Ja nu tomēr mēģinām aprēķināt PKS 2000—330 attālumu, lietojot Habla konstantes vidējo vērtību $H = 75$ km/s uz Mpc, un nākošā — kvadrātiskā pret z — locekļa koeficientam ņemam pazīstamā galaktiku pētnieka A. Sendidža noteikto vērtību (1,2), tad dabūjam, ka nobīdei $z = 3,78$ atbilst 31 miljarda gaismas gadu liels attālums.

Jāatzīmē, ka pedējos gados tālo kvazāru izmantošanu kosmoloģiskos pētījumos apšaubāmu padara t. s. gravitācijas lēcas efekta konstatēšana kvazāriem. Ja gaismas stariem, ko mums sūta kvazārs, ceļā gadās kāda galaktika, tad tās gravitācijas lauks, darbojoties līdzīgi lupai, noliec un koncentrē šos starus. Pie tam šāda gravitācijas lēca atkarībā no masas sadalījuma ekranējošā galaktikā un no tās leņķiskā attāluma līdz kvazāram var pēdējā attēlu dubultot un pat daudzkārstot. Ir jau zināmi vairāki šādi divkārsti un pat trīskārsti kvazāri, kas patiesībā ir gravitācijas lēcas radītas mirāžas, un pāris gadījumos ir izdevies reģistrēt arī starpā esošo galaktiku.

Taču, raugoties no kosmoloģiskā aspekta, šajā efektā svarīgāka par attēla daudzkārstošānu ir tā spožuma pastiprināšana. Pie tam izrādās, ka, jo tālāk no mums ir ekranējošā galaktika (kā arī jo tuvāk pēc leņķiskā attā-

luma tā ir kvazāram), jo vairāk pastiprināts būs kvazāra galvenā attēla spožums. Tā kā parasti šādas tālas galaktikas nav saskatāmas, tad nav zināms ne attālums līdz tām, ne to konfigurācija un līdz ar to arī kvazāra patiesais spožums. Attiecībā uz tālajiem kvazāriem šis apstāklis ir ļoti svarīgs, jo pastāv pamatotas aizdomas, ka šie kvazāri ir redzami vienīgi gravitācijas lēcas efekta izraisītā spožuma pastiprinājuma dēļ. Radikālāk noskaņotie teorētiķi pieļauj iespēju, ka par gravitācijas lēcu varētu kalpot ne vien pašas galaktikas, bet arī lodveida zvaigžņu kopas un pat atsevišķas perifērijas zvaigznes tālajās galaktikās.

Tā nu iznāk, ka gravitācijas lēcas efekts, no vienas puses, vienkāršo situāciju, jo atkrīt nepieciešamība meklēt neparasti jaudīgu enerģijas avotu tālo kvazāru milzīgā spožuma izskaidrošanai — šis spožums gluži vienkārši ir fikcija, patiesībā kvazārs staro visai mēreni. Taču, no otras puses, sarežģās kosmoloģiskie pētījumi: kā gan lai, piemēram, konstruē tālajiem objektiem Habla diagrammu, t. i., sakarību starp sarkano nobīdi un patieso redzamo spožumu, ja pēdējais patiesībā izrādās nezināms? Lai arī kāda izeja no šīs dilemmas tiktu atrasta, ir skaidrs, ka aizvien tālāku kvazāru meklējumi ir ļoti svarīgi, un jācer, ka kāds laimīgs nejaušs atradums beidzot ļaus pārkļūt iecerētajai $z=4$ robežai.

U. Dzērvītis

Udens vulkāns uz Jupitera mēness Eiropas

«Zvaigžņotās debess» lasītāji ir ļoti informēti par daudzajiem sensacionālajiem atklājumiem, ko deva kosmosa automātu «Voyager-1» un «Voyager-2» viesošanās milzu planētu Jupitera un Saturna sistēmās. Un, kaut arī sākotnējais satraukums planētu pētnieku vidū jau pierimis, dodot vietu pārdomātai un nosvērtai zinātnisko rezultātu izvērtēšanai, iegūto novērojumu materiālu rūpīga analīze vēl joprojām sagādā dažu labu pārsteigumu.

Kā tāds noteikti vērtējams A. Kuka paziņojums Amerikas astronomu savienības sanāksmē pagājušā gada oktobrī, ka vienā no

«Voyager-2» uzņēmumiem uz Jupitera pavadoņa Eiropas limba redzams tāds pats izvirduma strūklas fontāns kā uz tās kaimiņa Jo. Kā jau lasītājs zinās, aktīva vulkānisma konstatēšana uz Jo ir atzīta par vienu no pašiem sensacionālākajiem «Voyager» misijas rezultātiem. Taču vulkāniskā darbība uz Jo ir fiksēta visai detalizēti daudzos teleuzņēmumos, turpretī attiecībā uz Eiropu šāds «lietiskais pierādījums» ir tikai viens.

Minētais teleuzņēmums iegūts dažas dienas pēc «Voyager-2» maksimālās pietuvošanās Jupiteram, kad kosmiskais automāts bija jau izpildījis novērojumu programmu Jupitera sistēmā un lidoja projām uz Saturnu. Lai precizētu lidojuma trajektoriju, pavēršot telekameru atpakaļ, tika iegūti vairāki uzņēmumi, kuros Jupitera sistēma bija skatāma uz zvaigžņu fona. Trīs gadus vēlāk vienā no šiem attēliem, aplūkojot to palielinājumā, uz Eiropas augošā sīrpja malas pamanīja vāju 100—150 km augstu izvirduma strūklu.

Ir tiesa, ka vienu vien uzņēmumu, kas turklāt iegūts no liela attāluma un tādēļ ir ar samērā zemu izšķirtspēju, nevarētu vēl uzlūkot par pierādījumu vulkānismam uz Eiropas, ja to nepapildinātu kāds cits interesants fakts, ko konstatēja abi «Voyager», novērojot Eiropu no minimālās distances («Voyager-1» palidoja Eiropai garām 732 tūkst. km, bet «Voyager-2» — 204 tūkst. km attālumā). Kaut arī Eiropu, tāpat kā tās masīvākos kaimiņus Kalisto un Ganimēdu, klāj ledus garoza, taču, par lielu izbrīnu «Voyager» projekta zinātniekiem, atšķirībā no pēdējiem uz Eiropas virsmas praktiski nebija meteorītu triecienu izveidoto krāteru. Kontrasts šo Jupitera pavadoņu virsmu attēlos tiešām bija pārsteidzošs. Ja Kalisto un Ganimēda virsmu meteorīti gadu miljardos ir burtiski uzaruši, tad iepretim šiem «bakurētānajiem ģimjiem» skaistules Eiropas zilganbālais vaigs ir jaunavīgi gluds. Vismaz līdz «Voyager-2» attēlu izšķiršanas robežai — 4 km — uz Eiropas virsmas var saskatīt tikai kādus trīs sikus krāterus ar pārdesmit kilometru diametru.

Lielie krāteri, kuru caurmērs sniedzās simtos kilometru, veidojās intensīvās «bombardēšanas» laikā, kas iestājās drīz pēc pla-

nētu un to pavadoņu noformēšanās, kad uz jauno debess ķermeņu virsmas izkrita Saules sistēmas neizmantotais «būvmateriāls». Tam, ka uz Eiropas šādu krāteru nav, varētu būt tikai viens izskaidrojums. Eiropas tagadējā virsma ir veidojusies vēlāk par minēto laikmetu, un atsevišķos apgabalos tai varbūt ir pavisam nesena izcelsme. Sai ziņā Eiropa atgādina Jo, tikai sēra slānekļu vietā šeit virsmas pārformēšanu veic no planētas dziļēm izplūstošais ūdens. Zem ledus garozas vajadzētu atrasties šķidra ūdens slānim, kura sasāļšanu aizkavē tas pats siltuma avots, kas nodrošina Jo vulkānismu, — iekšējo slāņu deformācija mainīgu paisuma spēku iespaidā. Arī Eiropa, tāpat kā Jo, pārējo lielo Jupitera pavadoņu ietekmē nekustas pa ideālu riņķa līniju, bet apraksta ap savu vidējo orbitu visai komplicētu trajektoriju — te nedaudz tuvojoties Jupiteram, te attālinoties no tā. Tā kā Eiropa atrodas 1,6 reizes tālāk no Jupitera nekā Jo, tad deformācijas pārmaiņu izdalītā siltuma pietiek tikai ledus izkausešanai.

Kāda cita «Voyager» iegūto Eiropas attēlu iezīme liecina, ka paisuma izraisītās deformācijas gādā ne vien par šķidra ūdens pastāvēšanu zem ārējās ledus garozas, bet arī par ūdens izkļūšanu virspusē. Uzmanīgāk ielūkojoties «Voyager» pārraidītajos attēlos, var pamanīt, ka gluži bez defektiem nav arī Eiropas virsma — tā, it īpaši ekvatora joslas rajonā, izskatās sašvikāta. Turklāt švikas vietām sasniedz pat planetāra mēroga garumu — vairākus tūkstošus kilometru — un ir daļēji aizpildītas ar tumšu substānci. Patiesībā šīs šķietami sīkās švikas, raugoties uz tām tieši tuvumā — no planētas virsmas, droši vien atstātu satriecošu iespaidu. Novērotāja skatam pavērtos milzīgas, 50—200 km platas un desmitiem kilometru dziļas, abisālas plaisas planetāra ledus garozā, kuras biežumu pētnieki — gan visai aptuveni — vērtē uz 100 kilometriem. Vietumis šie deformācijas radītie garozas ieplaisājumi var iesniegties līdz pat ūdens slānim, un tad sāk darboties planetāra mēroga strūklaka. Kaut arī ledus garozas spiediens vien nespēj izraisīt fontānēšanu — tas ūdeni var pacelt tikai līdz planētas virsmai —, taču jāņem vērā, ka lielo

planetu un to pavadoņu viela satur daudz vairāk viegli gaistošo savienojumu nekā Zeme un tās tuvākie kaimiņi. Par to liecina, piemēram, vidējo blīvumu salīdzinājums: Zemei tas ir 5,5, bet Eiropai — tikai 3,0 g/cm³. Tādēļ Eiropas iekšējo okeānu veido «gāzēts» ūdens — lielā spiediena ietekmē (100 km bieza ledus garoza rada 1000 atm lielu spiedienu) tajā būs izšķīdusi ogļskābā gāze, metāns un, pirmām kārtām, lieliski šķīstošais amonjaks. Līdz ar to, garozai ieplaisājot visā biežumā, pa radušos spraugu kā no tikko atvērtas šampanieša pudeles izšausies šķidrums un gāzes strūkļa. Pekšņās dekompresijas un straujās temperatūras pazemināšanās dēļ — kā rāda novērojumi infrasarkanos staros, uz Eiropas virsmas temperatūra ir ap -150 °C — virspusē izmestā strūkļa sasals un uz virsmas atpakaļ nobirs ledus drumsli un putekļu krusa. Tādā veidā ap darbojošos fontānu pamazām izaugs ledus kalns, ista vulkāns, tikai tas būs auksts, — bet tieši tāds jau iederas šajā mūžīgā sala un sastinguma valstībā.

Līdz ar ūdeni virspusē tiek uznestas arī sēru saturošo un silikātu iežu drumsļas, kuru nogulsņējumi plaisās, kā jau minēts, ir saskatāmi «Voyager» uzņēmumos. Jādomā, ka izvirdums beidzas, plaisām pamazām aizsērējot un aizsalstot. Salīdzinājumā ar Zemes vulkāniem izvirduma strūkļa sasniedz nepārstī lielu augstumu, taču to var saprast, ja ņemam vērā, ka smagumspeka paātrinājums uz Eiropas ir 7,4 reizes mazāks nekā uz Zemes. Turklāt uz Eiropas kaimiņa Jo no «Voyager» konstatētajos izvirdumos vienam vulkānam strūkļa izšļacās pat 280 km augstumā.

Tāpat ūdens vulkānisms uz Eiropas principā ir iespējams, taču noteiktāku apstiprinājumu nāksies gaidīt līdz 1988. gadam, kad paredzēts ievadīt orbitā ap Jupiteru mākslīgu pavadoņi zinātnisko pētījumu veikšanai. Varbūt tad izdosies uzzināt arī kaut ko konkrētāku par primitīvu dzīvības formu iespējamību Eiropas iekšējā okeānā, jo pedējā laikā pēc konstatējuma par šķidra, ar gāzem piesātināta ūdens atrašanos zem ledus garozas parādījušās vairākas šādas spekulācijas.

U. Dzērvičs



KOSMISKIE AUTOMĀTI ZONDĒ VENĒRU. 2

Lai arī pēdējās kosmisko automātu ekspedīcijas uz Venēru jau paspējušas kļūt par pirmavotu daudziem svarīgiem atklājumiem par šo visai grūti izzināmo planētu,¹ tomēr, savākto datu apstrādei turpinoties, jauno atziņu klāsts vēl joprojām nemitīgi papildinās. Īpaši raženi šajā jomā izrādījušies vairāki pirmreizīgi eksperimenti, kas īstenoti 1982. gada martā padomju automātisko staciju «Venēra-13» un «Venēra-14» darbības gaitā.

Vispirms, detalizētāk analizējot pirmos Venēras grunts rentgenspektrus,

¹ Sk. raksta 1. daļu «Zvaigžņotās debess» 1983. gada vasaras numurā, 21.—28. lpp.

noteikts vēl divu ķīmisko elementu — sēra un hlora daudzums, kas acīmredzot atspoguļo divu svarīgu sāļu — sulfātu un hlorīdu izplatību šīs planētas iezos. Otrkārt, pamatojoties uz vispārīgiem apsvērumiem par dažādu metālu sastopamības likumsakarībām silikātiēžos, pēc izmērītā kālija, magnija un dzelzs satura netieši novērtēts arī nātrijs daudzums. Šie papildinājumi (1. tab.) pilnībā saskan ar provizorisko atziņu, ka abās pētījumu vietās Venēras virsmu klāj vulkānu izvirduma produkti, kas pēc elementsastāva ir līdzīgi diviem Zemes bazaltu paveidiem.

Lai iepazītu arī grunts mehāniskās īpašības, no nolaižamajiem aparātiem atvirzāmu kronšteinu galos bija uzstādīti lejup vērsti konusveida uzgaļi ar gareniskām lāpstiņām, kuras, at-



1. att. Otrā «Venēras-13» apkārtnes panorāma (abās lappusēs). Pirmo, kā arī abas «Venēras-14» panorāmas sk. raksta 1. daļas 1. attēlā «Zvaigžņotās debess» 1983. gada vasaras numurā, 22., 23. lpp.

1. tabula

Venēras grunts ķīmiskais sastāvs (svara %) (papildinājums raksta I. daļas tabulai)

Elements	Oksīds	«Venēras-13» apvidus	«Venēras-14» apvidus
Sērs	SO ₃	1,6±1,0	0,9±0,8
Hlors	—	<0,3	<0,4
Nātrijs	Na ₂ O	2,0±0,5	2,4±0,4

speru darbinātas, ar noteiktu spēku iespiedās virsmā un pēc tam pagriezās ap asi; abu kustību apjomus varēja uzzināt pēc ierices virspusē novietotu disku pagriešanās leņķiem. Blakus «Venērai-13», kur uzgalis trāpīja smalkā gruntī, virsmas materiāls pēc izturības izrādījies līdzīgs noblietētām smiltīm, bet praktiski visu «Venēras-14» apkaime klājošais monolītais iezis atgādina tuflu, t. i., laika gaitā sablīvējušos vulkāniskos pelnus (tiesa, šajā vietā vērtējums nav sevišķi drošs, jo tieši zem kronšteina gala bija iepriekš nokritis telekameras vāciņš). Arī grunts parauga ņemšanas iekārta otrajā nosēšanās vietā

sastapusi tādu pretestību, kāda būtu jāpārvar, urbjoties tieši šāda tipa materiālā; «Venēras-13» paraugu ņemšanas iekārtas ceļā acīmredzot bija gadījies kāds no daudzajiem tur sastopamajiem akmeņiem, jo tur pretestība bija mazliet lielāka, apmēram kā porainā bazaltā. Nolaizāmo aparātu triecienslodžu mērījumi ar akselerometru virsmas sasniegšanas brīdī (pirmoreiz programmas «Venēra» ietvaros), kuri raksturo grunts vidējās īpašības gar visu balsta aploci, «Venēras-13» gadījumā sakrīt ar tiešo mērījumu datiem, bet «Venēras-14» nosēšanās vietā vislabāk atbilst divu slāņu klātbūtnei, kuri pēc izturības atgādina irdenas un noblietētas smiltis. Tādējādi, lai arī dažādos veidos iegūtajiem rezultātiem piemīt savas nianse, kopumā tie nebūt nav pretrunā ar priekšstatu par Venēras virsmas materiāla izcelšanos vulkānisma izraisītu procesu gaitā.

No otras puses, tajā pašā kosmiskajā eksperimentā pirmo reizi izmēritā Venēras grunts elektrovadītspēja (starp balsta aploci un kronšteina uz-



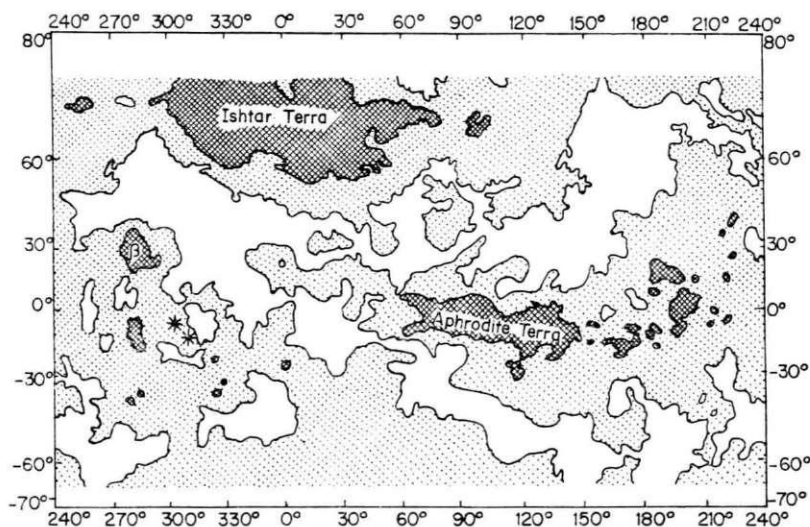
Venēras virsmas krāsu panorāma, kas publicēta tajā pašā numurā, iespiesta pilnīgi nepareizās krāsās. Aptuveni dabiskos toņos tā skatāma, piemēram, žurnālā «Zemļa i Vseļennaja», 1982, № 4.

gali) izrādījusies daudzas reizes augstāka nekā analogiskas izcelsmes iežiem uz Zemes: īpatnējā pretestība ne vienā, ne otrā vietā nav sasniegusi pat $100 \Omega \times m$. Kā apliecinājusi no Venēras pārraidīto panorāmu fotometriskā apstrāde, tās virsmu veidojošais materiāls ir arī stipri tumšs — smalkā grunts vietām atstaro tikai 4% Saules gaismas, bet paši gaišākie ieža gabali — 11% (tāda pati aina bija vērojama arī «Venēras-9» un «Venēras-10» apkaimē); šāda īpašība vulkāniskiem iežiem ir tieši raksturīga.

Lai arī reģistrēt pāris stundu ilga seansa laikā kaut cik spēcīgu «venētrīci» cerību tikpat kā nebija, planētas dziļu pašreizējās aktivitātes provizoriskai novērtēšanai uz nolaižamo aparātu balstiem bija nostiprināti nelieli

vienass seismometri. Rezultātā «Venēras-14» atrašanās vietā konstatēti divi mikrosatricinājumi, kas, pēc visām pazīmēm spriežot, nav saistīti nedz ar paša aparāta mehānismu darbību, nedz ar vēja nestu grunts daļiņu trāpījumiem. Tādējādi tie varbūt ir īstu seismisko notikumu atbalsis, taču nevar arī gluži noraidīt iespēju, ka instrumentu satricinājusi korpusa lēcienveidīga deformēšanās termisko spraugumu ietekmē.

Rūpīgi pārbaudot ar «Pioneer-Venus-2» («Pioneer-13») gāzhromatogrāfu iegūtos rezultātus, eksperimenta autori atraduši, ka izmēritais argona daudzums sākumā kļūdaini piedēvēts skābeklim, bet tvana gāzes — argonam. Atbilstošais labojums uzreiz novērsis nesaskaņas ar analogiskā «Ve-



2. att. Venēras vispārējais reljefs pēc radiolokācijas novērojumiem no pavadoņa «Pioneer-Venus-1»: apgabali zem līmeņa ar rādiusu 6051 km — balti (arī neizpētītā teritorija ap abiem poliem), starp līmeņiem 6051 km un 6053 km — punktēti, virs 6053 km — iesvītoti. (Pēc «Радиофизические исследования планет».) Ar burtu β atzīmēts Beta apgabals — vulkāniskas dabas augstiene, kuras tuvākajā vai tālākajā apkaimē nosēdušies visi seši tagadējās paaudzes padomju automātisko staciju nolaižamie aparāti («Venēra-13» un «Venēra-14») — vietās, kas atzīmētas ar zvaigznītēm). Kartes detalizētu variantu krāsās sk. «Zvaigžņotās debess» 1981. gada vasaras numura ielikumā.

nēras-12» instrumenta ziņām par CO un O₂ koncentrāciju: pirmajai gāzei tā iznākusi vienāda ar $0,003 \pm \pm 0,001\%$ — pēc padomju un ap $0,002\%$ — pēc amerikāņu datiem, bet otrajai izrādījusies zem abu iekārtu jutības sliekšņa; tā konstatēta tikai nesen ar «Venēras-13» un «Venēras-14» gāzhromatogrāfiem nepilnu $0,002\%$ apjomā. Ar šiem pilnveidotajiem instrumentiem arī pirmoreiz droši izmērīta koncentrācija trim vielām, par kurām «Pioneer-Venus-2» bija apliecinājis tikai pašu klātbūtnes faktu, — sērūdeņradim (H₂S), oglekļa sēroksīdam (COS) un ūdeņradim (H₂), katram pa dažām procenta tūkstošdaļām. Visbeidzot, šajā eksperimentā provizoriski identificēta vēl viena diezgan eksotiska Venēras atmosfēras mazākā sastāvdaļa — sēra heksailuorīds (SF₆), kura koncentrācija tur mērāma procenta simttūkstošajās daļās.

Vispusīgi analizējot 1978. gadā veiktos pētījumus un izdarot jaunus, precīzākus, 1982. gadā, beidzot izdevies panākt labu saskaņu (iespējamās mērījumu kļūdas robežās) par svarīgākās inertās gāzes — argona daudzumu Venēras atmosfērā. Pēc visu sešu maspektrometru (četrus padomju, vienu amerikāņu un vienu rietumvācu) precizētajiem datiem (2. tab.) un izlabotajiem «Pioneer-Venus-2» gāzhromatogrāfa rezultātiem tās iznāk ap $0,010\%$, pēc analogiska «Venēras-12» instrumenta mērījumiem — kādas divas reizes mazāk (par līdzīgiem «Venēras-14» datiem pagaidām ziņu nav). Šķietami slīstāk ir ar citu inerto gāzu — kriptonu, jo jaunākie maspektrometrijas un gāzhromatogrāfijas rezultāti savā starpā krasi atšķiras un it kā apstiprina divas radikāli atšķirīgas agrāk iegūtās vērtības (2. tab.). Taču patiesībā eksperimentu dziļāka analīze, izrādās, ļauj pietiekami droši izšķirties par labu zemāka-

Inertās gāzes Venēras atmosfērā pēc maspektrometriskiem mērījumiem*

(kopējā koncentrācija tilpuma miljondaļās un izotopu relatīvā koncentrācija)

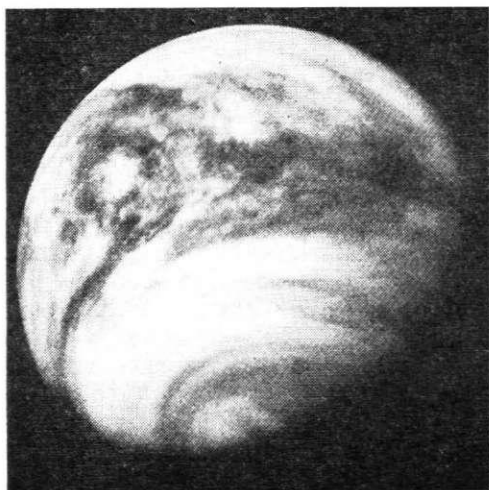
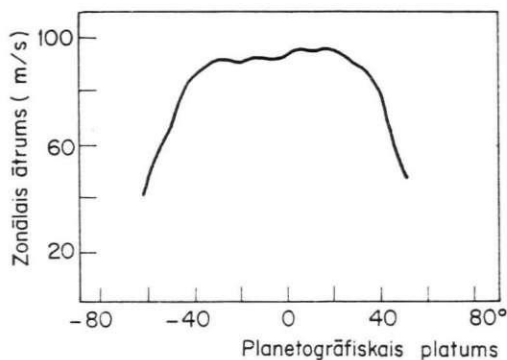
Gāzes un izotopi	Nolaižamais aparāts un eksperimenta datums		
	«Pioneer-Venus-2» (9. XII 78.)	«Venēra-11», «Venēra-12» (25./21. XII 78.)	«Venēra-13», «Venēra-14» (1./5. III 82.)
Neons (Ne)	9^{+20}_{-6}	12 ± 3	7
Argons (Ar)	70^{+50}_{-20}	110 ± 20	100
Kriptons (Kr)	0,007—0,028	$0,4 \pm 0,2$	0,020
Ne-20/Ne-22	$14,3^{+7}_{-3}$	—	$11,8 \pm 0,7$
Ar-36/Ar-38	$5,55 \pm 0,05$	5,2	$5,45 \pm 0,1$
Ar-40/Ar-36	$1,03 \pm 0,04$	1,2	$1,11 \pm 0,02$

* Par gāzhromatogrāfisko mērījumu rezultātiem sk. tekstā.

jam kriptona saturam, ko aptuveni noteica jau «Pioneer-Venus-2», — procenta miljondaļām.

Tādējādi ar gandarījumu var konstatēt, ka Venēras atmosfēras ķīmiskais sastāvs, par kuru vēl pavisam nesen bija stipri daudz domstarpību, tagad zināms visumā viennozīmīgi un izsmeloši līdz pat procenta tūkstošdaļās mērāmām sastāvdaļām vai varbūt vēl detalizētāk.

Pilnveidotie «Venēras-13» un «Venēras-14» maspektrometri arī pirmoreiz snieguši pietiekami precīzas ziņas par galveno neona izotopu relatīvo koncentrāciju uz Venēras (2. tab.), lai varētu droši apgalvot, ka tā ir savādāka nekā Zemes atmosfērā un arī savādāka nekā Saules vējā (attiecīgi ap 10 un 14). Tāpat kā jau agrāk konstatētās ļoti krasās atšķirības argona izotopiskajā sastāvā, šis fakts liecina,

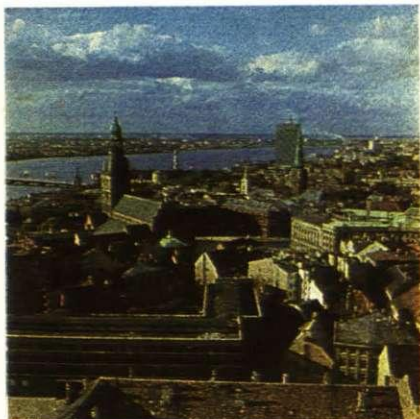


ka abu kaimiņplanētu atmosfēru evolūcijas ceļi bijuši pavisam dažādi.

Pateicoties visai precīziem apgaismojuma un siltuma starojuma mērījumiem ar «Pioneer-Venus-2» lielāko nolaižamo aparātu, kļuvis iespējams izstrādāt arī detalizētu uz Venēras valdošā siltumnīcas efekta modeli, kurš ataino gaisa temperatūru ne vien pie planētas virsmas, bet arī visā daudz maz blīvajā atmosfēras daļā. Izrādās, ka 55% planētas infrasarkanā starojuma aiztur ogļskābā gāze, 25% — ūdens tvaiks (tādā koncentrācijā, kādu fiksējuši padomju optiskie spektrometri un gāzhromatogrāfi), 15% — mākoņi un dūmaka virs tiem, 5% — sēra dioksīds. Savukārt, triju mazo aparātu mērījumi vienlaikus dažādos platumu grādos dienas un naktis puslodē noskaidrojuši, ka temperatūras un spiediena maiņa līdz ar augstumu uz Venēras ir viscaur vienāda tikai līdz 40—45 km līmenim, bet virs tā parādās jau ievērojamas atšķirības, kas acīmredzot arī ir cēlonis plašām gaisa kustībām mākoņu segā.

Ilgstoši sekojot mākoņu segas veidojumiem pēc pavadoņa «Pioneer-Venus-1» («Pioneer-12») pārraidītajiem attēliem un salīdzinot rezultātus ar analogiskiem kosmiskā aparāta «Mariner-10» novērojumiem, Venēras atmosfēras globālajā cirkulācijā konstatētas ilgtermiņa pārmaiņas. Proti, kopš 1979. gada zonālo (ekvatoram paralēlo) vēju ātrums bijis visai viendabīgs: 90—95 m/s planetogrāfisko platumu joslā līdz $\pm 35^\circ$, ārpus tās pakāpeniski kritoties līdz apmēram divas reizes zemākai vērtībai $\pm 50^\circ$ platumā (3. att.). Turpretī 1974. gada februārī

3. att. Venēras atmosfēras cirkulācija pēc novērojumiem ultravioletajos staros no pavadoņa «Pioneer-Venus-1»: *augšā* — zonālo (ekvatoram paralēlo) vēju ātrums atkarībā no planetogrāfiskā platumā 1979. gadā (*pēc «Icarus»*), *vidū* un *apakšā* — pārmaiņas mākoņu segā laikā starp 1980. gada 2. un 4. maiju (*NASA attēli*).



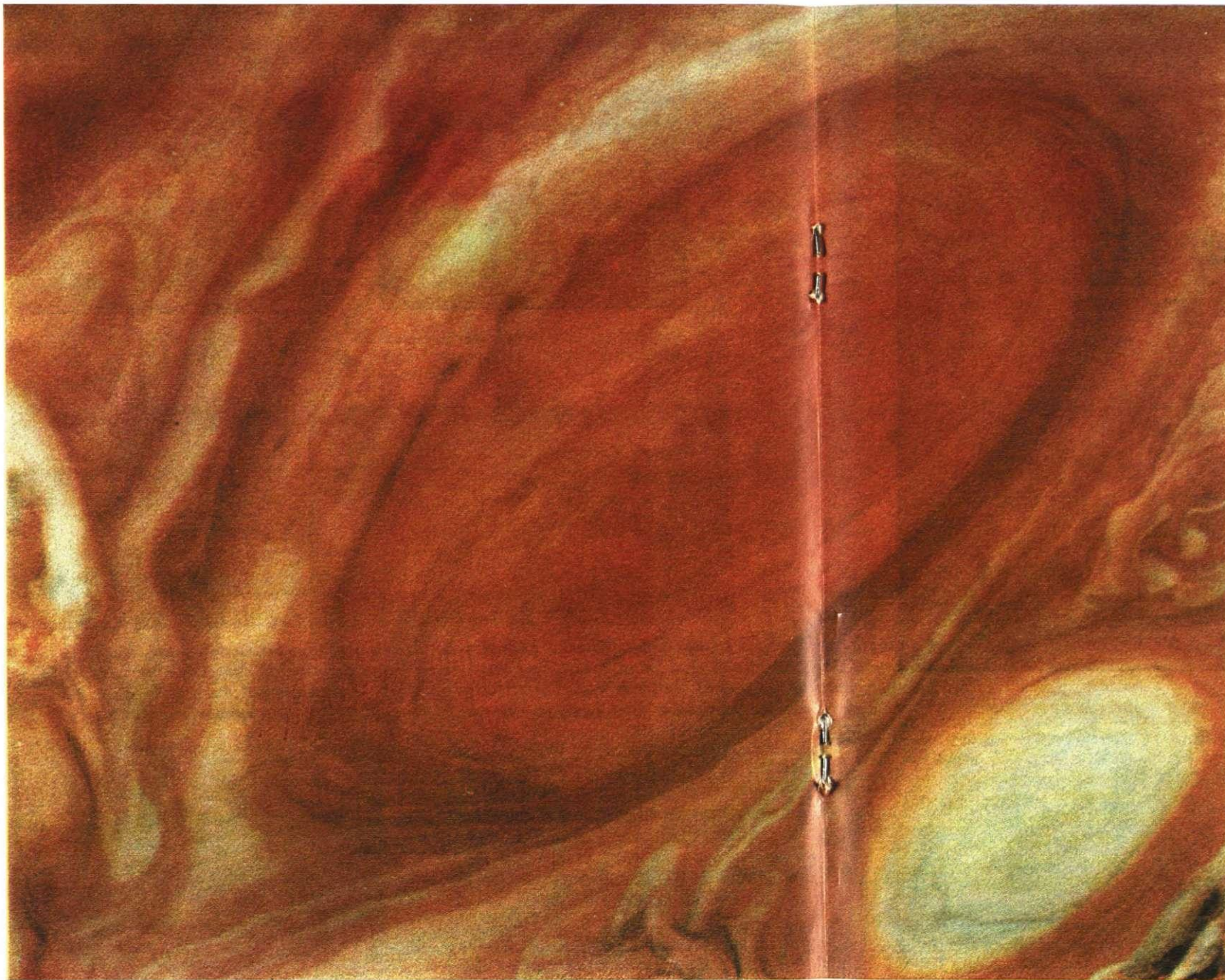
Vecrīgas ainava no Pētera baznīcas torņa skatu laukuma. Lai uztvertu telpisko ainu, stereofotogrāfija jātur vislabākās redzes attālumā (ap 25 cm) un jāskatās ar katru aci uz savu attēlu, līdz tie saplūst kopā.



Arheologa J. Apala vadībā atsegta mūra siena arheoloģiskajos izrakumos Āraišu pilsdrupās.

Āraišu ezerpils, 9.—10. gs. arheoloģiskais piemineklis. Fotografiskais dokumentējums pirms 1980. g. arheoloģisko izrakumu sezonas uzsākšanas.



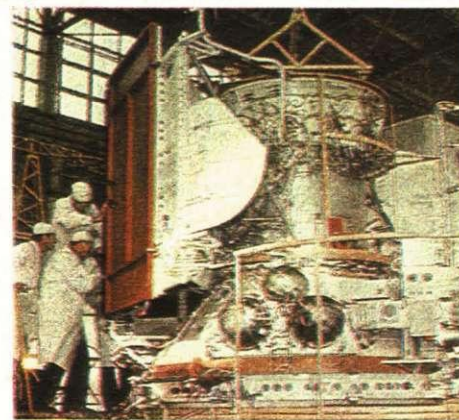


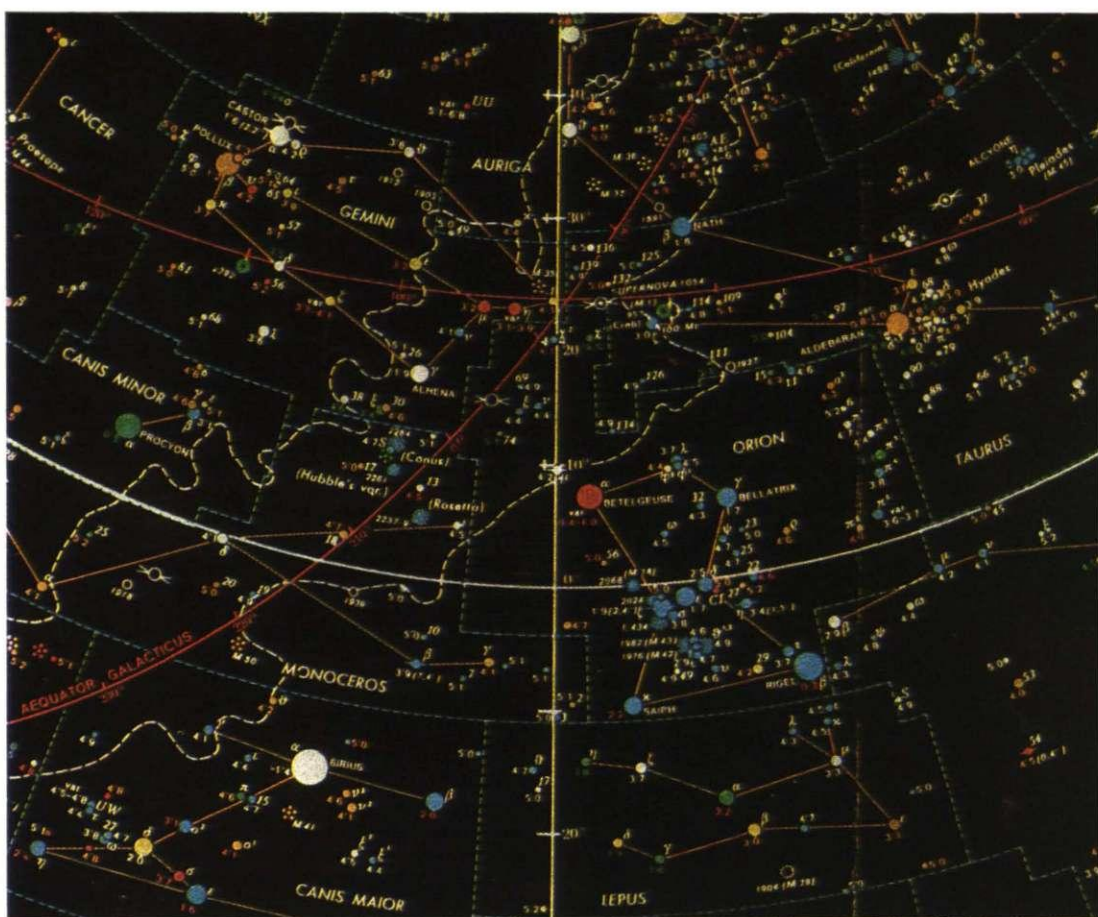
Jupitera Lielais Sarkanais plankums un tam līdzīgs, taču mazāks un balts, ovāls planētas mākoņu segā «Voyager-2» telekamerā skatījumā (NASA/JPL attēls); divi grandiozi anticikloni, kuru pastāvēšanas laiks mērāms vismaz daudzos desmitos gadu mazākajam un simtos (bet drīzāk pat tūkstošos) lielākajam. (Sk. E. Mūkina rakstu «Jupiters un Saturns».)



Pilotējamā orbitālā stacija «Saljuts-7» ar tai pieslēgušos transportkuģi «Soyuz T-5». Kopīgās padomju-franču apkalpes uzņēmums caur kuģa «Soyuz T-6» iluminatoru.

Otrās paaudzes padomju automātiskā starplanētu stacija «Venēra» pirmslidojuma sagatavošanas laikā. (Sk. E. Mūkina rakstu «Kosmiskie automāti zonde Venēru».)





Oriona zvaigznāja un tā apkārtnes krāsainā karte. Zvaigžņu krāsas atbilst to spektrālajām krāsām. O/B spektra klases zvaigznes — gaiši zilas, A — baltas, F — zaļas, G — dzeltenas, K — oranžas, M — sarkanas. Pārsvītrotie aplīši — dubultzvaigznes, aplīši ar horizontāliem un vertikāliem stariem — radiostarojuma avoti, ovāli — galaktikas, punktiētie aplīši — lodveida zvaigžņu kopas, punktiētie piecstūriši — vaļējās zvaigžņu kopas, šķērsvītrotie plankumi — miglāji.

Šī karte ir 1971. gadā Prāgā izdotās zvaigžņu kartes fragments (Mapy severní a jižní hvězdne oblohy. Praha, Karografie, 1971.)

šāda aina novērota tikai krietni šaurākā joslā — līdz $\pm 30^\circ$, bet ap platumu -40° bijusi vērojama strūkļa ar gandrīz pusotras reizes lielāku ātrumu, kuras iekšienē mākoņi aprīņķojuši planētu reizi trijās Zemes diennaktīs parasto četru piecu diennakšu vietā. Izskaidrojuma tik gausiem pārkārtojumiem Venēras atmosfērā pagaidām nav, jo gada ilgums uz šīs planētas, kā zināms, ir pat mazāks nekā uz Zemes, bet gadalaiku maiņas vispār nav sakarā ar rotācijas plaknes niecīgo slīpumu pret orbītas plakni.

Pavadonim «Pioneer-Venus-1» ik aprīņķojumā nolaižoties līdz tikai 150 km augstumam (darbības pirmajos gados), pamanīti savdabīgi efekti Venēras atmosfēras augstākajos slāņos, kuru rašanās, domājams, saistīta ar kaut cik spēcīga vienota magnētiskā lauka trūkumu (tā intensitāte pēc šī lidaparāta mērījumiem ir vis-

maz 20 tūkst. reižu zemāka nekā uz Zemes). To vidū ir, piemēram, «caurumi» planētas nakts jonosfērā — kādus 1000 km lieli apgabali ar krasi pazeminātu jonizāciju, kuri parasti mēdz parādīties pāros — pa vienam ziemeļu un dienvidu puslodē.

«Pioneer-Venus-1» turpināja darboties vēl 1983. gada rudenī, regulāri sekojot procesiem Venēras mākoņu segā, vidējos un augšējos atmosfēras slāņos un tuvējā starpplanētu telpā (virsmas radiolokācija bija izbeigta jau agrāk). Bet 10. un 14. oktobrī par jauniem Venēras mākslīgajiem pavadoņiem kļuva padomju automātiskās stacijas «Venēra-15» un «Venēra-16», kas bija palaistas 2. un 7. jūnijā. To darbības programmā paredzēti gan planētas virsmas, gan atmosfēras pētījumi, turklāt pēdējie — izmantojot arī Vācijas Demokrātiskajā Republikā izstrādātu aparāturu.

E. Mūkins

JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Uzturēt vārda pilnā nozīmē nepārtrauktus radiosakarus ar zemu lidojošiem pavadoņiem līdz šim praktiski nebija iespējams, jo jau pāris tūkstošu kilometru attālumā no raidošās un uztverošās stacijas šāds ZMP izrādās zem tās horizonta. Tādēļ ASV Nacionālā aeronautikas un kosmonautikas pārvalde (NASA) pasūtījusi firmai «Spacecom» speciālus pavadoņus TDRS, kas, atrodoties ģeostacionārās orbītas divos pretējos punktos, pastāvīgi paturētu savā radiorezāmības zonā praktiski visu kosmonautikā izmantojamo Zemes apkārtni. Pirmais pavadoņš tika pacelts izplatījumā šā gada aprīlī ar kosmoplānu «Challenger» un sasniedza paredzēto orbītu 29. jūnijā. Pēc sistēmas TDRS stāšanās ekspluatācijā pašreiz eksistējošo NASA globālo sakaru staciju tīklu paredzēts gandrīz pilnīgi likvidēt, saglabājot vienu vienīgu staciju darbam ar pašiem pavadoņiem — retranslatoriem un trīs — sakariem ar starpplanētu lidaparātiem.

★★ Starptautiska astronomijas amatieru grupa, kas ietver ap 250 locekļiem no ASV, Kanādas un desmit citām valstīm, būvē kosmisko teleskopu ar galvenā spoguļa diametru 45 cm, t. i., tikpat lielu kā profesionālu astronomu vidū pašlaik ļoti populārajam pavadoņim IUE (ASV+Rietumeiropa). Teleskops paredzēts augstas izšķirtspējas attēlu (ne sliktāk par 0,35 loka sekundēm) un nelielas izšķirtspējas spektru iegūšanai un fotometrisku novērojumu veikšanai diapazonā no 1900 līdz 10 000 angstrēmiem, t. i., ultravioletajos, redzamajos un tuvējos infrasarkanajos staros. To iecerēts pacelt orbītā 80. gadu pašā vidū un darbināt saskaņotībā ar NASA/ESA 2,4 m kosmisko teleskopu, kura startu plāno 1986. gadā.



IESKATS ARHEOASTRONOMIJĀ

ZENTA
ALKSNE

Kad cilvēces vēsturē mūsu senči pirmoreiz sākuši apzināties savu stāvokli telpā un laikā? Kāds bijis seno cilvēku priekšstats par Visuma uzbūvi? Uz šiem un citiem jautājumiem meklē atbildi vēl samērā jaunā zinātnes nozare — arheoastronomija, kuras aizsākumi likti arī mūsu republikā.

Pēdējos gadu desmitos strauji pieaugusi interese par tādu zinātnes nozari kā arheoastronomija.

Arheoastronomiju mēdz dēvēt arī par paleoastronomiju. Šo salikteņu pirmās daļas pamatā ir grieķu cilmes vārdi *archaios* un *palaios*, kuru abu nozīme — «sens». No vienas puses, «paleo ...» attiecina galvenokārt uz zinātnes nozarēm, kuru pētījumu objekti saistīti ar pagājušiem ģeoloģiskiem periodiem, kā paleobotānika, paleoģeokīmija u. c., bet paleoastronomija pie tādām nepieder. No otras puses, arheoloģija jeb stāsts par senatni ir zinātnes nozare, kuras galvenā darba metode — izrakumi, bet nebūt ne visi arheoastronomijas pētījumi balstās uz izrakumu materiāliem. Tātad abi apskatāmās zinātnes nozares termini ir gan pamatojami, gan noraidāmi, un dzīve rādis, kurš no tiem ieviesies plašāk. Līdz šim zemēs, kur valda angļu valoda, runā tikai par arheoastronomiju. Baltijas republikās bieži tiek lietots termins «paleoastronomija», varbūt tāpēc, ka līdzšinējos pētījumos te galvenokārt izmantoti folkloras materiāli.

Kur un kas nodarbojas ar arheoastronomiju? Sevišķi plaši pētījumi izvērsušies abos Amerikas kontinentos. Arheoastronomijas centrs pie Mērilendas universitātes (ASV) izdod žurnālu «Archaeoastronomy». Bez tam notiek

konferences, tiek izdoti to materiāli, kā arī pētījumus apkopjošas grāmatas. Austrālijā, Āfrikā, Āzijas dienvidos (arī senajā kultūras šūpulī Tuvajos Austrumos) tāda aktivitāte nebūt nav novērojama. Kas attiecas uz Eiropu, tad arheoastronomi īpaši darbīgi ir Anglijā, kur ir daudz akmens veidojumu ar iespējamu astronomisku nozīmi. Latvijas PSR par celmlaužiem arheoastronomijā uzskatāmi, piemēram, I. Rabinovičs, V. Grāvītis, J. Urkāns un A. Egle, kuru atsevišķi ziņojumi parādījās 60.—70. gados. Tagad viņiem pievienojas astronomu, ģeodēzistu, valodnieku un citu zinātņu pārstāvji, pagaidām gan darboties diezgan izolēti. Augstāku organizētības pakāpi arheoastronomiskie pētījumi saņieguši Igaunijas PSR, kur tos vada ZA Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūta līdzstrādnieks H. Ēlsalu. Viņš pats pēta astronomiskus motīvus folkloras materiālos. Igaņu arheoastronomijas interesentu vidū ir astronomi, arheologi, mākslinieki. Jau vairākus gadus viņi sanāk vienas divu dienu seminārā. Arhitekta S. Petrosjana atklājumi Gēgamas kalnos veicina arheoastronomiskos pētījumus Armēnijas PSR. Tomēr visumā PSRS astronomu vidū arheoastronomija pagaidām nav iemantojusi popularitāti.

Pirmais, galvenais arheoastronomisko pētījumu mērķis ir izdibināt, kad un kā cilvēki

sākuši apzināties, bet pēc tam arī fiksēt savu stāvokli telpā un laikā. Debespušu un būtisku laika momentu noteikšana neizbēgami bija saistīta ar spīdekļu novērošanu. Šis process savukārt mijiedarbībā ar citu dabas norišu novērojumiem radīja debess spīdekļu nozīmības un varenības apjausmu, kas, neizprotot parādību īsto būtību, noveda pie spīdekļu dievināšanas. Tāpēc otrs arheoastronomijas mērķis ir spīdekļu kulta un pirmatnējās astronomiskās maģijas pētīšana. Visbeidzot, uzmanību saista seno cilvēku priekšstati par Visuma izcelsmi un uzbūvi.

Līdzšinējie arheoastronomu pētījumi liecina galvenokārt par astronomijas zināšanu līmeni akmens laikmeta beigū posmā neolītā (4.—2. g. t. p. m. ē.), bronzas laikmetā (2.—1. g. t. p. m. ē.) un jaunākos laikos. Iespējams, ka daži atradumi attiecināmi arī uz vēl akmens laikmetu — paleolītu (30.—4. g. t. p. m. ē.).

Sobrid visā pasaulē veikto un pasākto arheoastronomisko pētījumu pilnīgai atspoguļošanai vajadzīga vismaz mērena apjoma monogrāfija. Lai īsumā ilustrētu panākumus, kā arī parādītu, kādi pētniecības materiāli un kādas metodes ir tipiskas šai zinātnes nozarei, izmantosim dažus Eiropā un Āzijas ziemeļos gūtos atradumus. Šis zemeslodes reģions ir tuvākais Latvijas PSR, kas nosaka gan spīdekļu redzamās kustības, gan dabas apstākļu aptuvenu līdzību. Apskatāmajā laikposmā dabas apstākļi bija saistīti ar pēdējā apledošanas atkāpšanos. Šis teritorijas iedzīvotāju — mednieku un vācēju, bet vēlāk laukopju un mājlopu audzētāju — saimniecības formas tad arī noteica astronomisko interešu ievirzi un līmeni. Lai neatkārtotu latviešu valodā publicētos materiālus, tekstā dosim tikai norādes uz attiecīgajiem rakstiem. Vairums to veltīti tieši senlatviešu astronomijai. Tālo senču astronomiskais mantojums glabājas dažāda veida izziņas avotos.

Kā pirmos minēsim arheoloģisko izrakumu materiālus: akmens, kaula, raga, keramikas, koka, metāla izstrādājumus. Šos materiālus samērā precīzi datē, ņemot vērā kultūras slāņu stratifikāciju un to saistību ar ģeoloģiskajiem slāņiem, iespēju robežās izmanto-

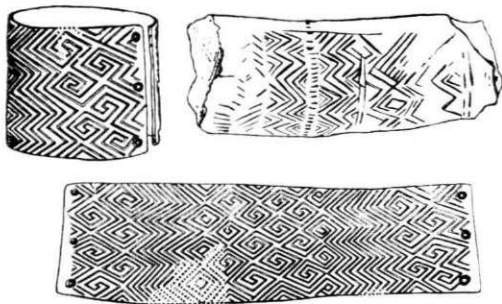
jot radiokarbons metodi. Ipašs kultūru secību atspoguļojošs materiāls ir māla trauki, to forma un rotājums. Tieši trauku un citu priekšmetu rotājumā dažkārt izpaužas arī attiecīgo kultūru astronomiskās zināšanas. Arheoloģiskais izziņas materiāls glabājas neskaitāmu publikāciju un neaptverami bagātu fondu veidā. Arheoastronomam tas viss būtu pacietīgi jāsiņā cauri, jo dažs atradums, ko profesionāls arheologs ieskaita nenosakāmas nozīmes vai mākslas priekšmetos, patiesībā var būt vērtīgs senās astronomijas izpētes objekts.

Interesantus secinājumus izdarījis B. Ribakovs, analizējot Tripoles kultūras ornamentēto keramiku. Šī kultūra attīstījās 4.—3. g. t. p. m. ē. starp Karpatiem un Dņepru. Domājams, ka tripoliešiem bijusi pilnībā apgūta telpas un laika izjūta, viņi lieliski mācējuši to izteikt savā mākslā. Piemēram, spirāles, kas blodas ornamentā (1. att.) vijas spīdekļa kustības virzienā no vienas Saules apakšas uz nākamās Saules augšu, var interpretēt kā laika virzības un nepārtrauktības idejas izpaušmi. Saules (dažkārt Mēneši) parasti uz trauka sienām bija četras un izvietotas tā, lai katra skatītos uz savu debespusi. Ukrainā atrastie trauki, kuri attiecināmi uz mūsu ēras sākumu un kuru rotājumā jau izteikta kalendāra būtība [8, 14], uzskatāmi par neolīta cilvēku astronomisko ideju tālākas attīstības apliecinājumu.

Bet vai dažkārt arheoastronomi nesaskata pārāk daudz? B. Frolovs stingri aizstāv domu, ka attīstītas astronomiskās zināšanas iemūžinātas daudz vecākos izstrādājumos — no mamuta ilkņa darinātās rokassprādzēs. Tās arī atrastas Ukrainā, Dņepras vidustecē, Mezinās apmetnē, kas bijusi apdzīvota paleolītā pirms aptuveni piecpadsmitūkstoš gadiem. Balstoties uz svītru skaitu skujiņu, cik-



1. att. Laika ritums tripoliešu uzīverē. Aplis ar krustu — Saules zīme. Māla trauka rotājums.

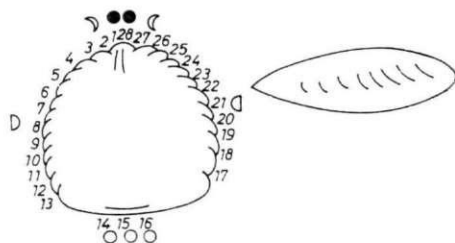


2. att. No mamuta ilkņa darināta rokassprādze un nepabeigtas rotas sagatave. Rokassprāzdes rakstā B. Frolovs saskata Mēness un Saules kalendāra sakopojumu. (Ar pārtrauktām līnijām iezīmētas rotas bojātās daļas.)

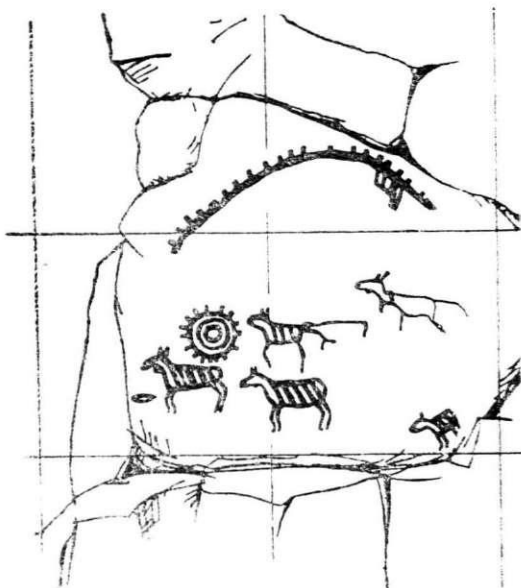
cakveida un meandru rakstos, B. Frolovs apgalvo, ka no piecām plāksnītēm sastāvošā rokassprādze ar skujiņu rakstu ir Mēness kalendāra arhaiska forma (atspoguļo 10 Mēness mēnešus), bet nepārtrauktā rokassprādze (2. att.) ir jau Mēness un Saules kalendāra pārdomāts savienojums (20 Mēness mēnešu un Saules gads). Ja nerunājam par to, vai tik senos laikos precīzs kalendārs bija dzīvei nepieciešams un kā to izstrādāja, tad ne mazākas šaubas rada apskatāmās kalendāra formas konkrētā pielietojamība. Arheologi šo rokassprādžu rotājumus uzskata par Mezinās kultūras izteiktu īpatnību un meandru raksta tapšanu saista ar dabiskiem rakstiem, kādi redzami mamuta ilkņa griezumos zem dažādiem leņķiem. Tomēr ir zināmi arī citi akmens laikmeta darinājumi, kurus var atšifrēt kā Mēness kalendārus, gan pašus vienkāršākos. Tā, Ungārijā atrasta pakavveida kaļķakmens figūra, uz kuras redzamos ierobus un švikas diezgan pārliecinoši var identificēt ar Mēness fāzēm (3. att.).

Svarīgs ir arī tāds arheoloģiskais materiāls kā alu un klinšu zīmējumi. Tie var būt zīmēti ar minerālkrāsām, visbiežāk okeru, vai cirsti, veidojot akmeņi gropi, vai arī griezti smalkām līnijām ar metāla rīkiem. Daļa zīmējumu izvietoti jau pa gabalu labi pārskatāmās klintīs, citi turpretim slēpti alu vistālākajos kaktos un grūti pieejamos dabas no-

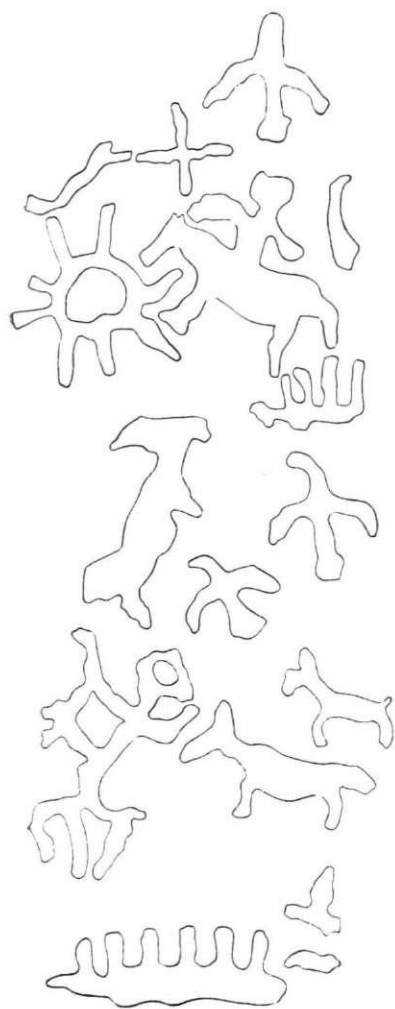
stūros. Par zīmējumu vecumu liecina galvenokārt to stils un saturs, to nosūbējuma jeb, kā arheologi saka, «iedeguma» pakāpe, kā arī tuvumā atrasto izrakumu materiālu vecums. Laika skala sniedzas no vēlā akmens laikmeta burtiski līdz mūsu dienām. Te nav runa par neapzinīgu tūristu izdarībām, bet gan par augstkalnu iedzīvotāju tradīcijām atdarināt senos zīmējumos. Daudzi zīmējumi sīki aprakstīti, un to precīzas kopijas sakopotas labi



3. att. Varbūtējs Mēness kalendārs no kaļķakmens. Parādīta robu un šviku interpretācija pa Mēness fāzēm.



4. att. Tipisks Urālu klinšu zīmējumu motīvs Tagilas krastā. Barā soļo aļņu mātes. Gājiena elements — Saule. Visam pāri, jādōmā, debesjums.



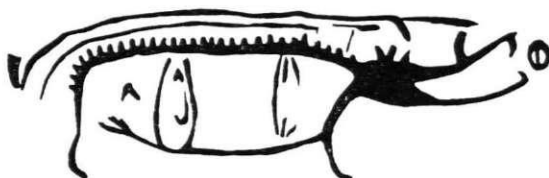
5. att. Kompozīcija Angaras leļastecē aptver šim rajonam tradicionālus klinšu zīmējumu elementus vienotā motīvā. Tas atspoguļo priekšstatus par debesīm, Sauli, viņpasauli, uz kuriem pārcel laivās.

pārskatāmos krājumos, kuri lieti noder arheo-astronomiskajiem pētījumiem.

Tas, ka klinšu zīmējumi, vismaz Urālos un Sibīrijā, bieži ir vērsti pret dienvidiem un ka tajos bieži vienkopus redzami dzīvnieku un Saules attēli, liecina par autoru dziļajiem da-

bas ritmu vērojumiem un šo vērojumu izraisīto Saules kultu (4., 5. att.). Klinšu zīmējumos izpaužas arī pirmatnējo cilvēku domas par Saules virzītājspēkiem un pasaules uzbūves elementiem. Šie jautājumi varētu veidot atsevišķu rakstu loku, kuram pieslēdzas jautājumi par spēkiem, kas negaidīti izdzēs Saules mirdzumu (6. att.).

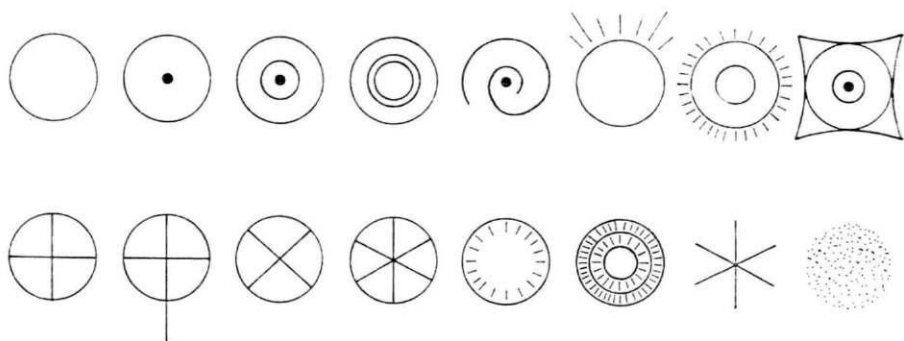
Ši raksta ietvaros atzīmēsim, ka Eiropas klinšu zīmējumos atrodami arī tieši laika skaitīšanas motīvi. A. Maršaks izsaka varbūtību, ka uz Spānijas klinšu sienām drīz pēc ledāja atkāpšanās tapuši Mēness kalendāri. Vienā no tiem atzīmētas 27 Mēness redzamības dienas, sākot ar jaunu Mēnesi (7. att.). F. Ravdoniks pēc sava tēva un dažu citu pētnieku



6. att. Nezvērs Sišķinas klintīs Ļenas krastā grasās apriņķi Sauli (Mēnesi?).



7. att. Uz klints zīmēts Mēness kalendārs (Spānija). Parādīta iespējamā interpretācija pa fāzēm.



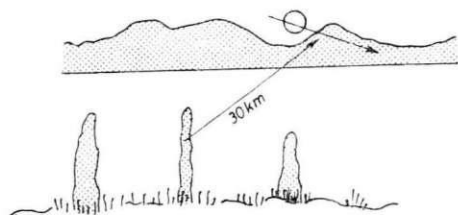
8. att. Klinšu zīmējumos un trauku ornamentos sastopamie elementi, kurus tulko kā Saules zīmes.

gatavotām Ņeegas ezera klinšu zīmējumu kopijām parādījis, ka tur vairumā sastopamie diskī un pusmēneši ar diviem piedēkļiem patiešām ir lunārās zīmes, kuras senatnē kalpojušas laika skaitīšanai. Igaņu arheoastroņomi tagad šo hipotēzi pārbauda dabā.

Diemžēl izrakumu materiālos un klinšu zīmējumos astronomiskās zināšanas parasti ir šifrētas mums grūti izprotamu zīmju vai to kompleksu veidā. Pat to zīmju semantika, kuras tiek uzskatītas par Saules zīmēm, nav nemaz tik vienkārša (8. att.). Publicēti mēģinājumi izprast latviešu tautisko rakstu dažu elementu iespējamo astronomisko semantiku [6, 11, 12]. Saules un vēl jo vairāk citu astronomiskās nozīmes elementu izprašana sagādā lielākas grūtības nekā mirušo valodu rakstu zīmju iepazīšana. Galvenais balsts šajā darbā ir attiecīgā reģiona vēstures, folkloras, etnogrāfijas un valodniecības datu laba pārzināšana. Miti un citi tautas gara izpausmes veidi, pat tādi, kādi tie nonākuši līdz mūsu dienām, arī paši par sevi ir bagātīgi zināšanu avoti arheoastroņomijas pētniekiem. Latvijas PSR pie tādiem avotiem pieskaitāmas tautasdziesmas, miklas, sakāmvārdi un spēles, kuru analīze no astronomiskā aspekta jau uzsākta [2—4, 9, 10, 13]. Ir ieilgusi domu apmaiņa par to, kas tad ir seno laikmetu māksla — estētisko jūtu izpausme, maģija vai vēl kāda cita veida garadarbības atbalss. Tieši pēdējā laikā izvirzīta hipotēze, ka tā ir vissenāko mītu — tātad arī to mītu, kuri stāsta par Visuma rašanos, — materiāls iemiesojums.

Minētais liecina par plašo un dziļo darbalauku, kāds gaida katru «kabineta» arheoastroņomu.

Pavisam citi uzdevumi un grūtības sagaida tos arheoastroņomus, kuri meklē dabā pašu pirmatnējāko observatoriju pēdas. Runa ir par primitīvām konstrukcijām, kas kopā ar dabīgiem orientieriem senatnē palīdzējušas fiksēt svarīgus laika momentus pēc Saules un Mēness, retāk citu debess spīdekļu, stāvokļa. Lidz pat mūsu dienām saglabājušies daudzi veidojumi no akmens blūķiem vēlāk maz apdzīvotās vietās. Tā, Britu salās un Bretaņā to ir simtiem. Citāda rakstura krāvumi bieži sastopami Vidusāzijā, Mongolijā un Japānā. Akmens konstrukciju veidotājiem ir bijuši dažādi mērķi. Visur vairums krāvumu saistīti ar apbedījumiem, parasti ievērojot kādu tradicionālu orientāciju pēc debespusēm. Daļa kaņeņu celtas tā, ka pilnīgi skaidri izpaužas Saules kulta iezīmes. Sastopamas arī tādas konstrukcijas, kuras, šķiet, veidotas tieši spi-

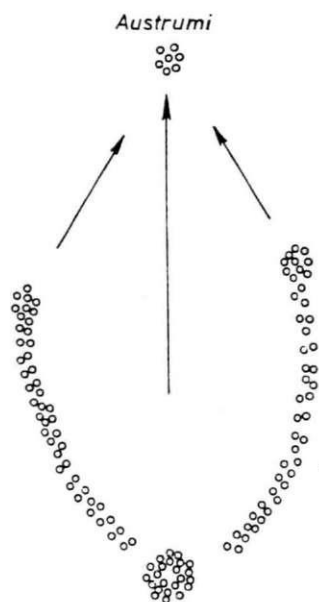


9. att. Saules riets vasaras saulstāvjos apmēram 1800. g. p. m. ē., skatoties gar centrālā akmens plakano sānu pāri jūrai uz 30 km tālo kalnu smailli (Britu salas).

dekļu vizēšanai. Protams, ka arheoastronomu interesi galvenokārt saista pēdējās, bet vispirms tās ir jāatrod, pēc tam ilgstošu novērojumu un sarežģītu aprēķinu ceļā jāpierāda to sakars ar astronomiju.

Domājams, ka megalītiskās (megalīts — liels akmens) astronomijas uzplaukums bijis aptuveni 3500—1500 g. p. m. ē. Britu salās un to tuvumā. Tā būtība un iemesli nav dažās rindās izsakāmi, tāpēc tiks dots pavisam īss ieskats. Izcilākā starp astronomiskas nozīmes celtnēm salās ir slavenā Stounhendža, kas kalpojusi aptuveni no 2800. gada līdz 1600. gadam pirms mūsu ēras. Tomēr, lai noteiktu, piemēram, saulstāvju dienu, principā vajag tikai attālu skaidru orientieri virs horizonta un norādi, kur jāstāv novērotājam. Pateicoties inženierzinātņu speciālista A. Toma ilggadējiem neatlaidīgiem meklējumiem un mērījumiem, Britu salās atklātas daudzas vietas, kur varētu būt nosprausti virzieni gan Saules, gan Mēness vizēšanai. Tā, Kintairas pussalā stāvā krastā ir līdzens laukumiņš ar trīs augstiem akmeņiem. Ja skatās gar centrālā akmeņa nogludināto sānu, tad skats krit tieši uz vienu no 30 km attālās salas kalnu smailem (9. att.). Ap 1800. g. p. m. ē. Saule vasaras saulstāvjos rietēja tieši aiz šīs smailes. No šā paša laukumiņa uz citu pusi var vizēt Saules rietu ziemas saulstāvjos. Par daudzu A. Toma atklāto objektu astronomisko nozīmi pagaidām noris karsti strīdi. No akmeņiem veidoti novērošanas laukumi, kuru galvenais pielietojums varētu būt kalendāra nosprausšana, pēdējos gados atklāti arī Šveicē, Itālijā un Rumānijā. Varbūt Britu salu megalītiskā astronomija nav nemaz tik atrauta no Tuvo Austrumu senajiem kultūras centriem, kā tas līdz šim likās? Interesanti pieminēt, ka VDR atrakta koka baļķu riņķveida konstrukcija, kurai varētu būt sakars ar Saules kultu.

Kazahijas PSR teritorijā ievēribu pelna tā sauktie kurgāni ar ūsām — diviem akmeņiem, kas stiepjas austrumu virzienā. Dažos kurgānos apbedījumus neatrod. Alma-Atas tuvumā viens šāds veidojums rūpīgi uzņemts (10. att.). Tajā centrālo kurgānu aizstāj akmeņu riņķis, vaļņu garums ir 70 m, to galā vēl 40 m uz austrumiem atrodas neliels ak-



10. att. Akmeņu riņķis ar «ūsām» — Saules vizēšanas ierīce Kazahijas PSR teritorijā.

meņu pakalniņš. Līnija no riņķa centra uz pakalniņu norāda Saules lēktu pavasara un rudens ekvinokcijas dienās, bet līnijas no ūsu galiem uz pakalniņu norāda Saules lēktu vasaras un ziemas saulstāvjos. Kurgānus ar ūsām attiecina uz 7.—5. gs. p. m. ē. Tā kā šajā laikā Vidusāzijā bija attīstīta zemkopība, nav izslēgts, ka aprakstītos akmeņu krāvumus lietoja Saules kalendāra nosprausšanai.

Arī Latvijas PSR ir atrasti daži akmeņi, kuri varētu būt kalpojuši Saules vizēšanai [5, 7]. Arheoastronomiskā aspektā rūpīgāk būtu jāizpēta Ķintu māju apkārtnē, kur kādreiz bijuši vareni akmeņu veidojumi [15]. Interesanti objekti var atrasties arī pēdākmeņu vidū [1].

Diemžēl ne Latvijas PSR, ne citur apskatāmajā teritorijā pagaidām nav ziņu par aizvēsturiskām zvaigžņu kartēm (izņemot laikrakstu ziņojumus par atradumiem Gegamas kalnos) un izcilu astronomisku parādību fiksējumiem.

Papildliteratūra latviešu valodā

1. Caune A. Pēdakmeņi Latvijā. — Dabas un vēstures kalendārs 1971. gadam, 247.—251. lpp.
2. Egle A. Astronomijas elementi latviešu folklorā. — Zvaigžņotā debess, 1974. gada vasara, 33. lpp.
3. Egle A. Latviešu folkloras materiāli. — Zvaigžņotā debess, 1973. gada pavasaris, 50., 51. lpp.
4. Egle A. Mūsu senču priekšstati par debess ķermeņiem un astronomiskajām parādībām. — Zvaigžņotā debess, 1972. gada vasara, 33.—40. lpp.
5. Grāvitis V. Laukākmeņi ar senām iecirstām zīmēm. — Dabas un vēstures kalendārs 1979. gadam, 123.—126. lpp.
6. Grāvitis V. Par «Saulies ratiem» un «Saulies zirdziņiem». — Zvaigžņotā debess, 1968. gada vasara, 50., 51. lpp.
7. Grāvitis V., Vaskis A. Daži tautas astronomiskie novērojumi. — Dabas un vēstures kalendārs 1977. gadam, 72.—74. lpp.
8. Mauriņš A. Dabas ritmika senajos kalendāros. — Dabas un vēstures kalendārs 1983. gadam, 60.—62. lpp.
9. Rabinovičs I. Astronomijas elementi latviešu folklorā. — Astronomiskais kalendārs, 1963, 118.—126. lpp.
10. Rabinovičs I. Kas tas ir — Saules meita? — Zvaigžņotā debess, 1966. gada ziema, 36.—39. lpp.
11. Rabinovičs I. Vai jauns informācijas avots par seniem astronomiskiem priekšstatiem? — Zvaigžņotā debess, 1967. gada ziema, 44., 45. lpp.
12. Sudmalis J. Rotajošais raksts tautas mākslā. — Dabas un vēstures kalendārs 1972. gadam, 240.—243. lpp.
13. Tavare R. Materiālisma elementi latviešu mitoloģijā. — Dabas un vēstures kalendārs 1969. gadam, 211.—213. lpp.
14. Ūrtāns J. Kalendārs pirms 1600 gadiem. — Dabas un vēstures kalendārs 1965. gadam, 163.—166. lpp.
15. Ūrtāns J. Ķintu aka. — Dabas un vēstures kalendārs 1978. gadam, 202.—205. lpp.

JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Pēc detalizētiem Marsa virsmas uzņēmumiem, kas iegūti no mākslīgajiem pavadoņiem «Viking-1» un «Viking-2», ar vulkāniskiem objektiem visbagātākajā planetas apgabalā *Tharsis* kartētas pavisam 475 sastingušas lavas plūsmas ar garumu pāri par 20 km. Spriežot pēc stipri atšķirīgā meteorītu krāteru daudzuma šajos veidojumos, Marsa vulkāniskā aktivitāte turpinājusies visai ilgi (saskaitīti vismaz 14 atsevišķi periodi) un norimusi tikai samērā nesen. Taču lielu tektonisku pārvērtību visā šajā laikposmā minētajā apgabalā nav bijis, jo tikai vienā vienīgā gadījumā lavas plūšanas virziens nesaskan ar tagadējo virsmas slīpumu; tas nozīmē, ka planētas litosfēra tur ir stipri bieza (domājams, pāri par 150 km) un tādēļ arī visai stabila. Pēc tā paša pētījuma, par Marsa lielāko vulkānu būtu atzīstams nevis plaši pazīstamais *Olympus Mons*, bet gan drīzāk kāds cits — *Arsia Mons*, kurš līdz šim acimredzot nav pienācīgi novērtēts tādēļ, ka tā milzīgā konusa perifērija laika gaitā stipri izdēdējusi vēja u. c. faktoru iedarbības dēļ.

★★ Amerikāņu kosmiskais aparāts «Pioneer-10», dodoties uz visiem laikiem ārā no Saules sistēmas, ļāvis pirmoreiz izmērīt starpplanētu vides raksturlielumus miljardiem kilometru attālumā no Zemes un Saules — kopš jūnija jau aiz Neptūna orbītas. Izrādās, ka mūsu zvaigznes magnētiskais lauks, lai arī pa ceļam pakāpeniski pavājinās, stiepjas pat līdz tūrienei, vienīgi kļūst mazāk simetrisks un regulārs — intensitātes līnijas dažnedažādi izliecas, brīžiem pat it kā savijas. Tāpat tur joprojām reģistrējams Saules vējš (zemas enerģijas lādētu daļiņu plūsma), kura ātrums nav manāmi mazāks kā Zemes apkaimē un ir visur praktiski vienāds, kamēr Saulei tuvākos apgabalos mēdz pastāvēt 2 līdz 10 ātras un lēnas plūsmas, kuru saskares vietās vērojama spēcīga turbulence. Bet triecienviļņi, ko starpplanētu vidē izraisa stipri Saules aktivitātes uzliesmojumi, šajos tālajos apgabalos nenorimst pat gadu un ilgāk!



KĀRLIS ŠTEINS
(13. X 1911—4. IV 1983)



Latvijas astronomija cietusi smagu zaudējumu. 1983. gada 4. aprīlī miris Latvijas PSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks, fizikas un matemātikas zinātņu doktors, P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes profesors Kārlis Šteins.

Profesora Kārļa Šteina mūžs ir apbrīnojami bagāts ar paveikto. Viņš iz-

veidoja pašreizējo LVU Astronomisko observatoriju, tā veicinot astronomijas izaugsmi mūsu republikā, un bija tās zinātniskais vadītājs. Gandrīz katrs Latvijas astronoms ir prof. K. Šteina skolnieks. Astronomijas zinātņi viņš bagātināja ar saviem pētījumiem kosmogonijā, debess mehānikā un dažādos precīzā laika noteikšanas jautājumos. K. Šteina vārdā nosaukti viņa atklātie komētu difūzijas likumi. K. Šteins publicējis vairāk nekā 120 zinātnisko darbu.

Savas republikas astronomijas slavu viņš iznesa mūsu valsts astronomu plašajā saimē. Savas tēvzemes vārdu viņš ierakstīja Visuma tālēs, dodot vienai no mazajām planētām nosaukumu «Latvia».

Kā pedagogs un jaunatnes audzinātājs prof. K. Šteins ilgus gadus sniedza savas bagātās zināšanas studējošajai jaunatnei. Daudzi LVU Fizikas un matemātikas fakultātes absolventi klausījušies prof. K. Šteina saistošās lekcijas. Viņa vadībā izaugusi jauna astronomu paaudze.

Savu zinātnieka dzīves pieredzi un idejas prof. K. Šteins bagātīgi nodeva aspirantiem un zinātniskajiem līdzstrādniekiem. Viņa vadībā izstrādātas un aizstāvētas desmit zinātņu kandidāta disertācijas.

Prof. K. Šteinu viņa studenti, kolēģi, visi, kas kādreiz mācījušies pie viņa vai strādājuši viņa vadībā, dziļi cienīja. Cienīja ne tikai kā izcilu zinātnieku un pedagogu, bet arī kā iejūtīgu cilvēku. Profesors bija ļoti sav-

dabīgs, interesants cilvēks, kura spriedumi bieži bija itin oriģināli, atšķirīgi no vispārpieņemtajiem. Ar profesoru strādāt dažreiz bija pagrūti, bet ārkārtīgi interesanti. Viņam vienmēr bija daudz oriģinālu zinātnisko ideju, pie kurām viņš strādāja ar ārkārtīgu interesi un entuziasmu un prata šo interesi modināt arī citos.

Ko varēja iemācīties no profesora K. Steina? Pirmkārt, ārkārtīgu cieņu, atbildības sajūtu un mīlestību pret zinātni. Cilvēkos viņš visaugstāk vērtēja attieksmi pret darbu.

Nekad neatzīstot savā dzīvē un zinātniskajos pētījumos kompromisu, neapmierinoties ar jau sasniegto, profesors K. Steins bija jaunu ideju uzsācējs, kas aicināja sev līdzī staigāt pa jauniem, neparastiem ceļiem zinātnē.

Profesora zinātnisko ideju domu biedrus un viņa talanta cienītājus var sastapt daudzās mūsu zemes malās.

Profesoru Kārli Steinu gaišā piemiņā paturēs visa tagadējā astronomu paaudze — viņa kolēģi, skolnieki un darba turpinātāji.

Redakcijas kolēģija

PAR PROFESORU K. STEINU

Zinātnisko problēmu loks, ar kurām nodarbojās profesors Kārlis Steins līdz pēdējai sava mūža dienai, bija plašs. Gribētos šeit pakavēties tikai pie viena no zinātniskās darbības virzieniem, kurš raksturoja profesoru K. Steinu kā labu speciālistu debess mehānikā, proti, pie komētu pētīšanas. Galvenā vieta šo ķermeņu izpētē tika ierādīta to orbītu evolūcijai. Noskaidrojot komētu orbītu evolūcijas likumsakarības, K. Steins ir devis lielu ieguldījumu komētu kosmogonijas problēmu risināšanā. Daudzo pētījumu rezultāti bieži vien ir bijuši asu diskusiju degpunktā.

Kometu problēmām profesors

K. Steins pievērsās jau uzreiz pēc kandidāta disertācijas aizstāvēšanas 1952. gadā. Pētniecības darbā profesors ar panākumiem izmantoja tās debess mehānikas metodes, kuras bija apguvis, studējot aspirantūrā pie Maskavas Valsts universitātes speciālistiem. Kosmogonijā K. Steins pazīstams kā konsekvents komētu saistīšanas hipotēzes aizstāvis. Savos darbos viņš precizēja īsperioda komētu izcelšanās teoriju, parādot Jupitera pievilksanas spēka lomu komētu orbītu pārveidošanā. Balstoties uz Stremgrēna (Strömgren), Epika (Öpik) un Oorta (Oort) darbiem, viņš izstrādāja komētu difūzijas teoriju. (Par difūziju sauc mazu izmaiņu uzkrāšanos orbītu lielo pusasu apgrieztajos lielumos, kas rodas, Jupitera pievilksanas spēka ietekmē garperioda komētām vairākkārtīgi šķērsojot Saules sistēmu.) Izstrādājot difūzijas teoriju, tika ņemta vērā gan novērojumu selekcija, gan arī komētu dezintegrācijas process (pakāpeniska komētu saīršana Saules starojuma ietekmē).

So pētījumu rezultātā tika atklātas jaunas statistiskas likumsakarības, kuras speciālajā literatūrā tagad pazīstamas kā komētu difūzijas likumi. K. Steina atklātie difūzijas likumi skan šādi:

- 1) difūzijas dēļ komētu orbītām ar mazākām lielās pusass vērtībām ir mazāks slīpums, t. i., šīs orbītas koncentrējas ap Jupitera orbītas plakni;
- 2) komētu orbītām ar lielāku peri-hēlija attālumu vidēji ir mazāka ekscentricitāte, t. i., mazāka orbītu lielā pusass;
- 3) jauno komētu ir jo vairāk, jo mazāks ir orbītu perihēlija attālums.

Difūzijas teorija parāda, ka garperioda komētu orbītas planētu perturbāciju ietekmē, kurām ir gadījuma raksturs, pārveidojas par orbītām ar mazākām lielo pusasu vērtībām.

Apmēram desmit gadus ilgajā pētniecības darbā K. Šteins izstrādāja doktora disertāciju «Komētu orbītu evolūcija», kuru aizstāvēja 1963. gadā PSRS ZA Galvenajā astronomiskajā observatorijā Pulkovā.

Pēc doktora disertācijas aizstāvēšanas K. Šteins turpināja komētu pētīšanu, gan vadot aspirantu zinātnisko darbu, gan arī veicot patstāvīgus pētījumus. Viņš plaši izmantoja iespējas, ko dod ESM. Lietojot ESM, daudzi procesi tika modelēti ar Monte-karlo metodi.

Savos darbos K. Šteins novērtēja komētu eksistences ilgumu atkarībā no perihēlija attāluma. Viņš pieskārs arī negravitācijas spēkiem un to ietekmei uz komētu orbītu evolūciju. Pētot komētu mākonī ar uzlabotām metodēm, ko savā laikā ieviesa Oorts, K. Šteins noteica mākoņa rādiusu, kurš izrādījās ap 100 000 a. v. Šis rezultāts sa-

skan ar citu autoru aprēķiniem, kuri izdarijuši novērtējumu ar citām metodēm.

Kopā ar LVU Astronomiskās observatorijas līdzstrādniekiem K. Šteins izstrādāja metodi, kas dod iespēju noteikt komētu piederību pie hiperboliskajām komētām. Lielu vietu komētu kosmogonijas pētījumos ieņem perturbācijas, ko komētu kustībā izraisa zvaigznes. K. Šteins ir izstrādājis zvaigžņu kustības modeli Saules sistēmas apkaimē, kā arī novērtējis zvaigžņu blīvumu un to plūsmas intensitāti šajā apgabalā. Pēdējos gados profesors nodarbojās galvenokārt ar garperioda komētu orbītu evolūcijas problēmām. Viņa vadībā ir izpētīta noteiktu kaimiņzvaigžņu ietekme uz garperioda komētu evolūciju. Lietojot statistiskās metodes, ir atrasts varbūtības blīvuma sadalījums perturbācijām no kaimiņzvaigžņu puses. Tā rezultātā



1. att. Prof. K. Šteins 1981. gadā LVU Mazajā aulā 70 gadu jubilejā.

iegūts precizēts komētu difūzijas vienādojums, ņemot vērā zvaigžņu izraisītās perturbācijas. K. Steina vadībā ir risināta arī komētu orbītu uzlabošanas metožu pilnveidošana, ņemot vērā gan negravitācijas rakstura faktoros, gan arī pievēršoties objekta redzamajai formai. K. Steina vārds ir labi pazīstams komētu pētnieku vidū gan mūsu zemē, gan ārzemēs.

Vērtējot profesora K. Steina zinātnisko darbu, nedrīkst paiet garām viņa personībai. To raksturot ir ļoti grūti profesora daudzpusības dēļ. Nevaru nepieminēt spilgtākās viņa rakstura īpašības, ko mūžam saglabāšu atmiņā.

Raksturojot profesoru kā zinātnieku, pirmkārt, būtu jāizceļ viņa drosme jaunos meklējumos, kā arī ideju praktiskā izmantošanā, zinātniskā intūcija un ideju bagātība. Otrkārt, jāatzīmē lielās darbaspējas, kas piemita profesoram līdz pēdējai mūža dienai. Treškārt — neatkarība un patstāvība zinātniskajā darbā, balstoties uz lielo darba pieredzi un zināšanām debess mehānikas problēmās.

Darbā ar kolēģiem, un it sevišķi aspirantiem, profesors bija allaž izpalīdzīgs. Viņam bija raksturīga laba humora izjūta un vienkāršība. Jaunie zinātnieki bez bažām varēja uzdot profesoram K. Steinam vienkāršus un tagad liekas — pat naivus jautājumus. Būdams labs pedagogs, profesors saprata, ka var gadīties arī vienkārši jautājumi, uz kuriem dažkārt uzreiz nevar rast atbildi.

Profesors bieži mēdza arī metodiska rakstura jautājumus apspriest ar kolēģiem un aspirantiem, vienmēr uzmanīgi uzklusīja kolēģu viedokli attiecībā uz jaunām metodēm priekšmeta pasniegšanā.

PROFESORA KĀRĻA ŠTEINA PĒDĒJĀ PUBLIKĀCIJA

Ar zinātnes vēstures jautājumiem profesors Kārlis Šteins nekad speciāli nav nodarbojies, un ar astronomijas vēsturi saistītās publikācijas viņš netika sevišķi cienījis. Tomēr, kad sakarā ar profesora Tadeuša Banahēviča simtgadi no Krakovas pienāca aicinājums dalīties atmiņās par poļu izcilo astronomu, Kārlis Šteins atbildēja piekritoši un pēc kāda laika arī uzrakstīja pieprasīto rakstu. Viņš to nolasīja LVU Āstronomiskās observatorijas padomes sēdē, kur radās doma ar šīm atmiņām iepazīstināt arī «Zvaigžņotās debess» lasītājus, pret ko autors neiebilda. Pārtulkotu poļu valodā, rakstu par Banahēviču pēc tam nosūtīja uz Krakovas observatoriju.



A. Salītis

I. alt. K. Šteins 1935. gadā.

Sis atmiņu apraksts izgaismo zinātniskās darbības ikdienu pirms apmēram piecdesmit gadiem (tātad trīsdesmitajos gados), kad gan Polija, gan Latvija bija izolētas buržuāziskas valstis, kurās centās nostiprināties diktatoriskie režīmi. Par tā laika poļu un latviešu astronomu cita veida sadarbību trūkst lietisku pierādījumu, un tādēļ nesapratni var izraisīt tas, ka jauns latviešu astronomijas students varēja kļūt par praktikantu pie tolaik jau pasaules atzinību iemantojuša poļu zinātnieka.

Sis fakts saprotams kļūst tad, ja uz zinām, ka Kārļa Steina vecākiem — 1905. gada revolūcijas dalībniekiem — ilgu laiku nācās uzturēties Kazaņā. Tur viņi abi paspēja arī izstudēt: tēvs Augusts pabeidza studijas Kazaņas universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē, māte absolvēja augstākos sieviešu kursus valodniecībā. V. P. Engelharta observatorijā (Kazaņa) no 1910. gada līdz 1915. gadam strādāja T. Banahēvičs un šajā laikā paspēja tuvāk iepazīties ar Steinu ģimeni. Kazaņā 1911. gada 13. oktobrī arī piedzimis Kārlis Steins. Steinu ģimenes labās attiecības ar T. Banahēviču deva iespējas dēlam ne tikai praktizēties Krakovas observatorijā, bet arī uz kādu laiku pat apmesties observatorijas direktora dzīvoklī.

Krakovas observatorijā Kārlis Steins praktizējies ar pārtraukumiem ilgākus laikposmus no 1933. gada līdz 1938. gadam, bet, sākoties otrajam pasaules karam, kopš 1939. gada septembra, tieša sadarbība ar profesoru Banahēviču pārtrūkst pavisam. Tomēr kopīgais darbs atstājis pēdas ne tikai praktikanta tālākajā zinātnieka izaugsmē, bet arī skolotāja vēlākajos pētījumos par Saules sistēmas ķermeņu aprēķināto orbītu elementu precizitāti, kas publikācijā nāk klajā viņa mūža novakarē 1950. gadā.

Krakovas observatorijas un profe-

sora T. Banahēviča ietekme Kārļa Steina turpmākajās astronoma gaitās ir saskatāma gan problemātikas, gan pētniecības līdzekļu izvēlē. Šī ietekme tālu pārsniedz samērā fragmentāros iespaidus, ko viņš guvis 1937. gadā, dažus mēnešus nostrādādams pie cita tā laika astronoma ar pasaules vārdu — dāņu profesora E. Stremgrēna Kopenhāgenā.

No K. Steina visai plašo astronomisko interešu loka nekad nav izslidējuši Saules sistēmas mazie ķermeņi. Ne tikai viņš pats, bet arī daudzie viņa skolnieki dažādiem matemātiskiem pārveidojumiem arvien ir izmantojuši T. Banahēviča radītās matricas, t. s. krakoviānus.

Starp citu, sava nozīme iepriekšējai sadarbībai ar T. Banahēviču bijusi arī tajā apstākļi, ka pēc kara K. Steina neklātienas aspirantūras vadīšanu uzņēmis Maskavas Debess mehānikas skolas vadītājs profesors N. Moisejevs.

Taču liekas, ka pats būtiskākais K. Steina guvums no Krakovas prakses bija starptautiski noderīgas astronomiskās darbības piesātinātā atmosfēra, kas valdīja šajā observatorijā, kur katrs veicamais uzdevums bija kādas internacionālas kooperācijas sastāvdaļa, kur katrs iegūtais pētījumu rezultāts atrada vietu kādā publikācijā, kas pieejama it visiem pasaulē, kuriem šis jautājums aktuāls. Šajā sakarā Kārlis Steins saviem skolniekiem dažkārt skaidroja, ka nav un nevar būt vietējas nozīmes zinātnes, ka zinātne ir tikai viena un tā ir vispār-noderīga.

Profesora Kārļa Steina mūža darbs ir LVU Astronomiskās observatorijas izveidošana tās pašreizējā apjomā. Pirms viņa jau bija gan telpas, gan virkne mācību darbam piemērotu instrumentu, gan observatorijas nosaukums, bet nebija sistemātiska sabiedrībai vajadzīga zinātniskā darba.

Šteins sāka ar laika dienestu, kura vajadzībām iesākumā pietika ar esošo aparatūru. Veicot vairākus gadus pēc kārtas sistemātiskus novērojumus un ar entuziasmu piedaloties PSRS Vientotā laika dienesta darbā, Rīgas laika dienestam Starptautiskajā ģeofizikas gadā (1957—1958) jau izdevās pacelties jaunā kvalitātē ar modernākiem instrumentiem un kadriem speciāli zinātnisku uzdevumu risināšanai. Iesaistot aktīvus darbiniekus, sevišķi tādus, kas spēj paši radīt arī jaunu aparatūru un novērošanas ietaises, observatorija tagad izveidojusies par vērā ņemamu pētniecības iestādi gan laika dienesta, gan pavadoņu novērošanas jomā, gan arī astronomisko instrumentu būvniecībā un debess mehānikas pielietojumos. Visi šie darbi mērķtiecīgi vērsti uz nozīmīgu problēmu risināšanu un daudzkārt cits citu papildina un stimulē. Doma par zinātnisko pētījumu praktisku lietošanu un starptautisku nozīmīgumu arvien ir aktuāla.

Leonids Roze

K. Šteins

PAR T. BANAHEVIČA DARBU ORBĪTU TEORIJĀ LIETIŠĶU IZMANTOŠANU*

Pirmo reizi Krakovas astronomiskajā observatorijā, kuras direktors bija profesors T. Banahēvičs (T. Banachiewicz, 1882—1954), par brīvprātīgu asistentu strādāju 1933. gadā, kad studēju astronomiju beidzamā kursā Latvijas Universitātes Matemātikas un dabas zinātņu fakultātē. Mani pārsteidza Krakovas astronomiskās observatorijas zinātnisko darbinieku lielā slodze un pašai izziņība. Darbs ritēja intensīvi kā dienā, tā arī

katru skaidru nakti. Observatorijas direktors prof. T. Banahēvičs gulēja pēcpusdienā un agri no rīta. Vienos nakti neatkarīgi no laika apstākļiem viņš veica pārdomu pastaigas pa observatorijas lielo balkonu. Šinī laikā T. Banahēvičs labprāt stāstīja par aktuāliem notikumiem astronomijā, kā arī par idejām, kā attīstīt astronomiju Krakovas astronomiskajā observatorijā. Iespējas uzlabot observatorijas darbu prof. T. Banahēvičs galvenokārt paredzēja astronomisko instrumentu pilnveidošanā. Šinī nolūkā viņa ieceres saistījās ar jaunu spējīgu konstruktoru iesaistīšanu observatorijas darbā un sevišķi modernu, samērā lētu astronomisko iekārtu iegūšanu.

Precīzi vienos dienā zinātniskais līdzstrādnieks J. Jasnoževskis (J. Jasnorzewski) pa telefonu ziņoja prof. T. Banahēvičam par stāvokli observatorijā. Darba slodze bija milzīgi liela, un es, piemēram, iemācījos, ejot pa ielu, samērā labi izgulēties. Nekādus iebildumus pret lielo slodzi darbinieki neizteica, jo pats direktors strādāja ne mazāk intensīvi. Vienīgi reizēs, kad prof. T. Banahēvičs aizbrauca komandējumā uz Varšavu, darbs observatorijā pārtrūka. Lai gan profesora Varšavas komandējumi parasti ilga vairāk par nedēļu, zinātniskie līdzstrādnieki darbu uzsāka jau pēc divām dienām. Sarunās darbinieki prof. T. Banahēviču kritizēja vienīgi par to, ka viņš, būdams izcils un pasaulslavens zinātnieks, pārāk daudz laika veltī observatorijas administratīvajam darbam un neiesaista tanī kādu no darbiniekiem.

Krakovas tuvumā kalnos observatorijai bija novērojumu bāze, kurā novērotājam reizi divās nedēļās pienesa pārtiku. Kad devāmies uz šo bāzi, prof. T. Banahēvičs ņēma līdzī divus metrus garu kārti, lai būtu vieglāk kāpt kalnā. Mani brīdināja, ka izrādīt profesoram jebkādu palīdzību ir

* Materiālu publicēšanai sagatavojis Leonids Roze.

netaktiski, jo viņš cenšas fiziskā ziņā neatpalikt no jaunajiem. Tīri instinktīvi palīdzēju profesoram, kad viņš noslīdēja kādā dziļākā spraugā, bet dusmīgs par palīdzību viņš nebija, tieši otrādi — bija pateicīgs.

Ar saviem panākumiem zinātnes laukā zinātniskie līdzstrādnieki bija pilnīgi apmierināti, jo prof. T. Banahēvičs rūpējās, lai visi darbi un sasniegumi būtu pietiekami plaši publicēti. Profesors mēdza teikt, ka izstrādāt zinātnisku publikāciju ir vieglāk nekā pārbaudīt, vai tā ir oriģināla. Jautājumam par oriģinalitāti tika pievērsta sevišķi liela uzmanība.

Krakovas astronomiskajā observatorijā apguvu visus kārtējos darbus, tomēr vairāk iedziļinājos orbītu aprēķināšanas jautājumos. Jaunatklāto mazo planētu orbītu aprēķināšanu veica maģ. L. Stankēviča (L. Stankiewicz), mani iesaistot šinī darbā vienīgi nepieciešamības gadījumos. Es ar ne visai gaismas jutīgu astrogrāfu fotografēju mazās planētas, apstrādāju iegūtos uzņēmumus un noteicu planētu pozīcijas. Šos darbus veicu, balstoties uz prof. T. Banahēviča lekcijām, ko bija konspektējis maģ. S. Pjotrovskis (S. Piotrowski). Pats prof. T. Banahēvičs uzskatīja, ka orbītu aprēķināšanu pēc sfērisko koordinātu trīs stāvokļu mērījumiem ideāli ir atrisinājis K. Gauss.

Trīsdesmitajos gados pasaules mērogā darbu par mazo planētu orbītu aprēķināšanu vadīja prof. G. Strake (G. Stracke). Skaitļošanas institūts Berlīnē izdeva dažādas palīgtabulas perturbāciju aprēķināšanai un noteica, kura no jaunatklātajām mazām planētām tiks numurēta. Prof. G. Strake publicēja monogrāfiju «Bahnbestimmung der Planeten und Kometen», kurā apskatīja dažādas orbītu aprēķināšanas metodes. Galvenais uzsvars tika likts uz Gausa orbītas noteikšanas metodi. Monogrāfijā

bija aplūkots arī prof. T. Banahēviča ieteiktais paņēmieni paraboliskas orbītas noteikšanai, kas ievērojami saīsina aprēķinus.

Kad es biju iepazinis un apguvis orbītu aprēķināšanu, lūdzu prof. T. Banahēviču izvirzīt man risināšanai kādu zinātnisku problēmu orbītu aprēķināšanas teorijā. Prof. T. Banahēvičs man ieteica iepazīties ar S. Arenda (S. Arend) darbiem, kas publicēti Ukles (Uccles) observatorijā Beļģijā, un tos turpināt. S. Arends bija agrāk stažējies pie prof. T. Banahēviča un minētos darbus uzsācis Krakovā. Profesors uzskatīja, ka nepieciešams atrast iespēju ar vienkāršiem aprēķiniem pateikt, vai pēc dotiem trīs pozīciju leņķa mērījumiem pietiekami precīzi var noteikt orbītas elementus. Ja tas nebūtu iespējams, tad varētu lietot prof. T. Banahēviča izstrādāto metodi pozīciju aprēķināšanai tuvākā debess sfēras apgabalā. Šādas problēmas atrisinājumam nenoliedzami būtu liela nozīme. Prof. T. Banahēvičs šo jautājumu pētīja daudzus gadus, līdz mūža beigās deva atbildi rakstā «Sur l'étude de M. Steins concernant la précision d'une orbite provisoire» (Acta Astronomica, vol. 5, 1950). Risināt šo problēmu tā, ka no novērojumiem aprēķina sešus orbītas elementus un to kļūdas, nav iespējams, jo praktiski bija noskaidrots ka pēc elementu kļūdām par orbītas precizitāti spriest nevar. Prof. T. Banahēvičs bija izteicis pārliecību, ka orbītas precizitāti var raksturot ar divām kļūdām, proti, ar «rādiusa vektora Zeme—planēta» kļūdu un kļūdu starpībai rādiuss vektors Zeme—planēta divos stāvokļos, dalītu ar planētas orbītas hordu. Šis apgalvojums bija vairāk intuitīvs nekā matemātiski pamatots. Astronoms S. Arends aprēķināja vairākām mazām planētām minētās kļūdas un konstatēja, ka prof. T. Banahēviča ideja attaisnojas.

Atšķirībā no S. Arenda es šo problēmu risināju analītiski tā, lai pēc iespējas apmierinātu T. Banahēviča pamatideju. Uzdevums bija grūts, jo atklātā veidā to precīzi atrisināt nevar. Nepieciešams izdarīt tuvinājumus, par kuru korektumu spriedu pēc intuīcijas, kas bija izveidojusies Krakovā, rēķinot vairāku mazo planētu orbītas. Prof. T. Banahēvičs ar manis izvestajām formulām bija apmierināts tikai daļēji, jo ar tām neizdevās analizēt apgalvojumus, ko bija izteikuši izcili orbītu teorijas speciālisti P. Hanzens, J. Baušingers un F. Multons. No visiem literatūrā pazīstamajiem neizskaidrotiem gadījumiem ar manis izvestajām formulām varēja izskaidrot vienīgi to, kāpēc nebija iespējams pietiekami precīzi noteikt orbītas elementus Plutonam tūlīt pēc tā atklāšanas, lai varētu prognozēt tā tālāko ceļu pie debesīm. Kad Plutons tika atklāts, tad vienīgi prof. T. Banahēvičs prata aprēķināt precīzu tā efemerīdu, bet to viņš neizdarīja ar orbītas elementu palīdzību. Pārējo teorētiski nesaprotamo gadījumu analīzi veica T. Banahēvičs, sadalot problēmu divās daļās: t. s. asteroidālā un neasteroidālā problēmā. Viņš noskaidroja, ka P. Hanzena un F. Multona gadījumi pieder pie neasteroidālās problēmas un ka Hanzens un Multons šos gadījumus nav analizējuši pietiekami detalizēti. Tādā kārtā prof. T. Banahēvičs pārliecinoši pierādīja: viņa ideja par to, ka orbītu noteikšanas precizitāti raksturo divas kļūdas, ir korekta.

Sākot ar 1947. gadu, mazo planētu problēmas vadību pārņēma PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūts Ļeņingradā. Praktiskos aprēķinos lielāku svaru ieguva prof. M. Subotina monogrāfija «Курс небесной механики», т. 1, 1941. g. izdevums. Šinī grāmatā ieteikts orbitālo asu virzienu koeficientus aprēķināt ar T. Banahēviča rotācijas krakoviānu palīdzību.

Profesore N. Jahontova 1944. g. rakstā par elementu uzlabošanas metodēm apgalvo, ka T. Banahēvičs ir bijis pirmais, kas ieviedis orbitālo koordinātu sistēmas virzienu koeficientus. Šinī rakstā arī tiek rekomendēti krakoviāni orbītas elementu uzlabošanas rēķinos.

D. Brauers (D. Brouwer) un G. Klemenss (G. Clemence) monogrāfijā «Methods of Celestial Mechanics», kas izdota 1961. gadā, apskata rotācijas matricas un to pielietojumus. Šī darba daļa gandrīz identiski atbilst T. Banahēviča darbu izklāstam, kas publicēti divdesmitajos gados. P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas zinātniskais līdzstrādnieks M. Dīriķis orbītu uzlabošanā un efemerīdu aprēķināšanā mūsu dienās ar ātri darbojošām ESM saglabājis formulas krakoviānos. LVU Astronomiskā observatorija aktīvi piedalās gadagrāmatas «Эфемериды малых планет» sastādīšanā.

Pēdējā laikā katalogu nullpunktu precizēšanā izmanto lielo planētu Merkura, Venēras, Marsa un mazo planētu Cereras, Junonas un Vestas astronomiskos novērojumus. Vispilnīgāk šo problēmu ir risinājis fizikas un matemātikas zinātņu doktors D. Duma Ukrainas galvenajā astronomiskajā observatorijā. Pilnīgi dabiski, ka formulu izvedumi tiek veikti ar rotācijas matricu palīdzību, kā to analogiski divdesmitajos gados darīja T. Banahēvičs sfēriskajā poligonometrijā. Kataloga nullpunkta problēmā nezināmo skaits ir visai liels — no 12 līdz 14 nezināmo. D. Duma noskaidrojis, ka optimālā variantā nezināmie ir jāsadala divās grupās atkarībā no to ipašvērtībām. Precīzi noteikt izdodas tikai daļu nezināmo. Nav šaubu, ka prof. T. Banahēviča pētījumi orbītu teorijā, izmantojot matricas, laiduši dziļas saknes mūsdienu astronomijā, sevišķi tās praktiskos pielietojumos.



VIENPADSMITĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

Par tradicionālām kļuvušas Rīgas pilsētas atklātās astronomijas olimpiādes. Tās iemantojušas lielu popularitāti skolēnu vidū. Olimpiādes pamatoti jāuzskata par svarīgu ārpusklases darba formu, kas padziļina skolēnu zināšanas astronomijā un kosmonautikā, palīdz jauniešiem izveidot materiālistisko pasaules uzskatu. Jau kopš 1973. gada olimpiādes organizē Republikāniskais Zinību nams kopīgi ar Rīgas pilsētas Skolu metodisko kabinetu un Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļu. Katru gadu olimpiādēs piedalās arī vairāku republikas rajonu pārstāvji. Tas liek padomāt, vai beidzot nav pienācis laiks organizēt astronomijas olimpiādes republikas mērogā.

Sogad vienpadsmito pavasari pēc kārtas mēroties zināšanām astronomijā un kosmonautikā pulcējās Rīgas un republikas rajonu skolu jaunieši. Saskaņā ar olimpiādes nolikumu, tā norisinājās divās kārtās. Olimpiādes pirmā kārtā norisinājās 8. aprīlī rakstveidā Skolu metodiskā kabineta telpās, bet otrā kārtā — 9. aprīlī Zinību nama planetārijā.

Pavisam uz vienpadsmitās olimpiādes pirmo kārtu ieradās 35 dalībnieki, kuri pārstāvēja Rīgas 1., 10., 12., 22., 26., 28., 35., 38., 45., 50., 53., 59., 60., 63., 75. un 79. vidusskolu, Tukuma rajona Kandavas internātskolu un Tumes astoņgadīgo skolu, kā arī Kuldīgas rajona Alsungas vidusskolu. Dalībnieku skaits salīdzinājumā ar

iepriekšējiem gadiem ir samazinājies, sevišķi latviešu plūsmā. Jāatzīmē vairākuma Rīgas vidusskolu pasivitāte. Vai tas neliek domāt, ka daudzās Rīgas vidusskolās astronomijas pasniegšanas līmenis neatbilst mūsdienu prasībām? Skolā astronomijas stundu skaitu palielināt nav iespējams, tāpēc visu izšķir paša skolotāja attieksme pret mācāmo priekšmetu un prasības. Tikai skolotāja entuziasms un ieinteresētība var radīt skolēnos milestību pret astronomiju. Skolēns, kas iemīlējis šo mācību priekšmetu, ne tikvien apgūs to pēc programmas skolā, bet arī turpmāk dzīvē interesēsies par astronomijas jautājumiem.

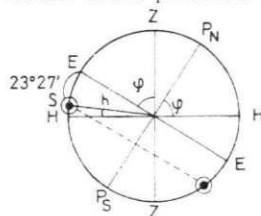
Tagad par pašas olimpiādes norisi. Pirmajā kārtā dalībniekiem bija jāatrisina pieci uzdevumi rakstiski un jāatbild uz diviem jautājumiem. Sniedzam vienu no pirmās kārtas variantiem un uzdevumu atrisinājumus.

1. uzdevums.

Kāds ir Saules maksimālais augstums Ļeņingradā 23. decembri, ja ģeogrāfiskais platums $\varphi = 59^{\circ}57'$?

Atrisinājums.

Ieteicams uzzīmēt debess sfēras projekciju uz debess meridiāna plaknes ar attiecīgiem debess sfēras punktiem un līnijām (sk. 1. att.).



$\sphericalangle EH = 90^{\circ} - \varphi =$
 $= 90^{\circ} - 59^{\circ}57' =$
 $= 30^{\circ}03'$. Ja ar h
 apzīmē Saules augšējo kulmināciju,
 tad $h = 30^{\circ}03' -$
 $- 23^{\circ}27' = 6^{\circ}36'$.

1. att.

2. uzdevums.

Vegas redzamais zvaigznes lielums ir +0,1. Kāds būtu tas redzamais zvaigznes lielums, ja Vega atrastos 1000 reižu tālāk? Vai to varētu saskatīt ar neapbruņotu aci?

Atrisinājums.

Pēc formulas $M = m + 5 - 5 \lg D$, kur M — zvaigznes absolūtais lielums, m — zvaigznes redzamais lielums, D — attālums līdz zvaigznei parsekos,

Vegai tuvumā $M = 0,1 + 5 - 5 \lg D$,
Vegai 1000 reižu tālāk $M = x + 5 - 5 \lg 1000D$ }
no kurienes

$$0,1 + 5 - 5 \lg D = x + 5 - 5 \lg 1000D$$

$$0,1 = x - 5 \cdot 3,$$

$$x = 15,1 \text{ (zvaigznes redzamais lielums).}$$

Ar neapbruņotu aci to saskatīt nevarētu.

3. uzdevums.

Lidmašīna izlidoja no Sverdlovskas ($\lambda = 69^\circ$) plkst. 11h20m un ielidoja Irkutskā ($\lambda = 104^\circ$) plkst. 17h45m pēc attiecīgo joslu laika. Cik ilgi lidmašīna bija ceļā?

Atrisinājums.

Sverdlovskā

11h20m

$\lambda = 69^\circ$

V josla + 1h dekr.

Griničas l. 5h20m

Lidmašīna bija ceļā

$$9h45m - 5h20m = 4h25m.$$

Irkutskā

17h45m

$\lambda = 104^\circ$

VII josla + 1h dekr.

Griničas l. 9h45m

4. uzdevums.

Komēta perihēlijā novērota 1790., 1858. un 1909. gadā. Aprēķināt tas apgriešanās periodu ap Sauli un orbītas lielo pusasi.

Atrisinājums.

1790. g. — 1859. g. = 68 gadi,

1858. g. — 1909. g. = 51 gads.

Periods 17 gadi (vai arī 8,5 gadi ...).

No 3. Keplera likuma

$$\frac{T_z^2}{T_k^2} = \frac{a_z^3}{a_k^3},$$

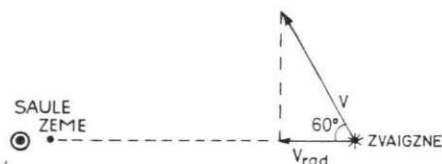
kur T_z un T_k — Zemes un komētas apriņķošanas periodi ap Sauli, bet a_z un a_k — Zemes un komētas orbītu lielās pusasis,

$$\frac{1^2}{17^2} = \frac{1^3}{a_k^3},$$

$a_k = \sqrt[3]{17^2} = 6,61$ (a. v.), ja komētas apriņķošanas periods ir 17 gadi.

5. uzdevums.

Ir zināms, ka zvaigznes spektra līnija ar viļņa garumu $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ nobidita uz spektra zīlo galu par 1 \AA . Kāds ir zvaigznes kustības ātrums, ja tā kustas 60° leņķi pret skata līniju?



2. att.

Atrisinājums (sk. 2. att.).

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_{\text{rad}}}{c},$$

$$\frac{1}{5000} = \frac{v_{\text{rad}}}{300\,000},$$

$$v_{\text{rad}} = \frac{300\,000}{5000} = 60 \text{ (km/s).}$$

$$v_{\text{rad}} = v \cdot \cos 60^\circ,$$

$$v = \frac{v_{\text{rad}}}{\cos 60^\circ} = \frac{60}{\frac{1}{2}} = 120 \text{ (km/s).}$$

6. uzdevums.

Kas līdzīgs un kādas atšķirības piemīt Algola tipa mainīzvaižznēm un ceļeidām?

7. uzdevums.

Ziemas zvaigznāji.

Par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai atbildētu jautājumu skolēns saņēma noteiktu punktu skaitu. Maksimālais punktu skaits pirmajā kārtā bija 40 punkti.

Noslēguma kārtā piedalījās 19 labākie dalībnieki, kuri pirmajā kārtā bija ieguvuši lielāko punktu skaitu. Skolēniem mutiski bija jāatbild uz diviem jautājumiem astronomijā un kosmonautikā. Sniedzam dažus no šiem jautājumiem:

Saules sistēmas uzbūve. Mēness fizikālie apstākļi un reljefs. Mazās planētas — asteroīdi. Saule — mūsu tuvākā zvaigzne. Kvazāri, pulsāri, «melnie caurumi». Ko pēta Latvijas astronomi? Ar kādām īpašībām ir jābūt apveltītam kosmonautam? Mēness izpēte ar kosmiskajiem aparātiem. Orbitālo staciju galvenie uzdevumi. Venēras izpēte ar padomju starpplanētu automatiskajām stacijām un aparātiem. Zemes izpēte ar ZMP un citiem kosmiskajiem aparātiem. Starptautiska sadarbība kosmosa apgūšanā programmas «Interkosmos» ietvaros.

Saskaņā ar olimpiādes nolikumu, vērtējot galīgos rezultātus, žūrijas komisija ņēma vērā arī skolēnu patstāvīgos darbus — referātus, estētiski noformētus materiālus par kosmonautikas jautājumiem.

Rezumējot vienpadsmitās astronomijas olimpiādes rezultātus, jāteic, ka lielākā daļa dalībnieku bija nopietni gatavojušies tai. Un, tāpat kā iepriekšējos gados, labākas zināšanas parādīja tie skolēni, kuri piedalās jauno astronomu pulciņā, regulāri apmeklē planetārija astronomijas lekcijas un kuri paši ar lielu interesi, mīlestību un entuziasmu risina astronomijas un kosmonautikas problēmas.

Par vienpadsmitās astronomijas olimpiādes uzvarētājiem latviešu plūsmā kļuva 10. klašu grupā — Gints Barkovskis (Rīgas 45. vidusskola) un Dainis Šulcs (Rīgas 1. vidusskola), bet 8. klašu grupā — Ēriks Āboliņš un Helmutš Ancāns (abi Rīgas 50. vidusskola). Otrajās vietās ierindojās 10. klašu grupā — Edmunds Gulbis (Rīgas 1. vidusskola) un Arvis Steinbergs (Rīgas 45. vidusskola), bet 8. klašu grupā — Ilva Pērkone (Tumes astoņgadīgā skola). Krievu plūs-

mā pirmo vietu izcīnīja Sergejs Volkovs (Rīgas 60. vidusskola), otrās vietas — N. Boikova (Rīgas 60. vidusskola), A. Arhipovs-Prokofjevs (Rīgas 63. vidusskola) un Ilja Tabačņiks (Rīgas 79. vidusskola).

Skolēnu zināšanas vērtēja olimpiādes žūrijas komisija, kurā ietilpa fizikas un matemātikas zinātņu kandidāti E. Grasbergs (LPSR ZA Radioastrofizikas observatorija), J. Zagars (P. Stučkas LVU Astronomiskā observatorija), A. Asare (VAĢB Latvijas nodaļa), A. Vērđiņa (Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets), E. Detlava (Rīgas 1. vidusskola), G. Svabadnieks (Rīgas 45. vidusskola), N. Boborikins (Rīgas 60. vidusskola), D. Kalašņiks (Rīgas 63. vidusskola), L. Kondraševa un J. Mieziš (Zinību nams).

Nākamajā gadā notiks kārtējā olimpiāde. Būsim aktīvi tās entuziasti un dalībnieki. Olimpiādes termiņi tiks izziņoti 1984. gada martā laikrakstā «Padomju Jaunatne».

G. Svabadnieks

REPUBLIKAS ASTOTĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

(organizācija, rezultāti,
uzdevumi, risinājumi)

1983. gada aprīlī risinājās Republikas astotā atklātā fizikas olimpiāde. Pēc jau izveidojušās tradīcijas to kopīgi organizēja Latvijas ĻKJS CK, Latvijas PSR Zinātņu akadēmija (Fizikas institūts), Zinātniski tehnisko biedrību Latvijas republikāniskā padome, A. Popova Radiotehnikas, elektronikas un sakaru ZTB LRP, Mašīnbūvniecības ZTB LRP, Republikas zinību biedrība un Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa.

Olimpiādē piedalījās vairāk nekā 300 skolēnu no dažādiem republikas rajoniem. Pirmās vietas izcīnīja Normunds Jēkabsons (Suntažu vidusskola), Kārlis Freibergs (Rīgas 77. vidusskola), Agris Auce (Rīgas 1. vidusskola), Andris Klēgeris (Rīgas 4. vidusskola), Oļegs Rževskis (Rīgas 63. vidusskola) un Ilja Tabačņiks (Rīgas 79. vidusskola).

Šajā un nākamajā «Zvaigžņotās debess» numurā publicējam olimpiādē piedāvātos uzdevumus un to atrisinājumus.

Olimpiādes organizācijas komitejas vārdā autors izsaka atzinību LPSR ZA Fizikas institūta darbiniekiem I. Fabrikantam, A. Čuhrovam, A. Cēberam un M. Kaudzei un P. Stučkas LVU docentam V. Fļorovam par ieguldījumu olimpiādes uzdevumu sagatavošanā un visa pasākuma organizēšanā.

Piezīmes un priekšlikumus par jautājumiem, kas saistīti ar atklātajām fizikas olimpiādēm, lūdzu adresēt: 226050, Rīga 50, Galvenajā pastā, abon. k. 209, ZTB Komitejai darbam ar jaunatni.

1. uzdevums

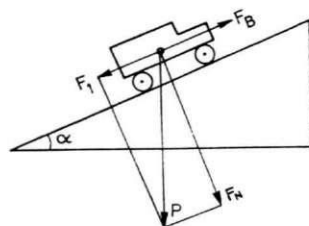
(9., 10. latv. un 8., 9. krievu klase).

Maksimālais slīpums, kuru pret kalnu nebuksējot var pārvarēt automobilis ar četriem dzenošajiem riteņiem, ir 40 grādi. Pie kāda slīpuma šis automobilis sāks buksēt, ja par dzenošajiem riteņiem tiks izmantoti tikai pakalējie riteņi (uzskatīt, ka uz pakalējiem riteņiem balstās 60% automobiļa svara)?

Atrisinājums.

Ja automašīna, balstoties uz abām asīm vienmērīgi, brauc pret kalnu (vai, neslīdot lejup, atrodas uz slīpas virsmas, kas ar horizontu veido leņķi α), tad virsmai paralēlā smagumspēka komponente F_1 (sk. 1. att.) viēnāda ar miera stāvokļa berzes spēku F_B .

$$F_1 = P \sin \alpha = F_B = k F_N = k P \cos \alpha, \quad (1)$$



1. att.

kur k — berzes koeficients, P — mašīnas svars, F_N — smaguma spēka normālā komponente. No šejienes izriet, ka

$$k = \tan \alpha. \quad (2)$$

Ja par dzenošajiem riteņiem izmantos tikai pakalējos riteņus, tad priekšējie mašīnas noturēšanā vairs nepiedalīsies. Tā kā uz pakalējiem riteņiem balstās 60% svara, tad samazinās berzes spēks, kam uz slīpās plaknes jānotur visas mašīnas svars. Rezultātā mašīna nebuksēs pie kāda cita (mazāka) slīpuma leņķa.

Aizstājot izteiksmē (1) ietilpstošos lielumus ar analogiem un ievērojot izteiksmi (2), iegūstam, ka

$$P \sin \beta = 0,6 \tan \alpha \cdot P \cdot \cos \beta \quad (3)$$

vai

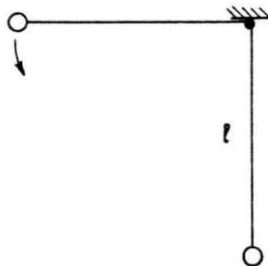
$$\beta = \arctg (0,6 \cdot \tan \alpha). \quad (4)$$

Ievietojot $\alpha = 40^\circ$, iegūstam maksimālo slīpuma leņķi $\beta \approx 26,7^\circ$, pie kura mašīna nebuksē, ja dzenošie ir tikai pakalējie riteņi.

2. uzdevums

(9. latv. un 8. krievu klase).

Divas vienādas lodītes piekārtas nestaipīgos diegos, kuru garums l (diega masu neievērot). Vienu no lodītēm atvērta no līdzsvara stāvokļa tā, ka diegs, kurā tā piekārtā, ieņem horizontālu stāvokli (sk. 2. att.). Pēc tam šo lodīti atlaiž. Kādā augstumā pacelsies lodītes pēc sadursmes, ja a) to sadursme ir absolūti elastīga, b) sadursme ir absolūti neelastīga (lodītes salīp)?



2. att.

Atrisinājums.

Augšējā lodīte līdz sadursmei ar apakšējo iegūst ātrumu v . Absolūti elastīgu sadursmi (aplūkotajā gadījumā tā ir arī centrāla) apraksta enerģijas un impulsa saglabāšanās likumi:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}, \quad (1)$$

$$mv = mv_1 + mv_2, \quad (2)$$

kur v_1 un v_2 ir attiecīgi pirmās un otrās lodītes ātrumi pēc sadursmes.

Atrisinot (izdarīt patstāvīgi!) sistēmu (1) un (2), iegūstam, ka

$$(v_1)_1 = v \quad \text{un} \quad (v_2)_1 = 0 \quad (3)$$

vai

$$(v_1)_2 = 0 \quad \text{un} \quad (v_2)_2 = v. \quad (4)$$

Sakņu pāris $(v_1)_1$ un $(v_2)_1$, kas norāda, ka abu lodīšu ātrumi nav mainījušies, fizikāli nozīmē to, ka lodītes nav sadūrušās. No otra sakņu pāra $(v_1)_2$ un $(v_2)_2$ izriet, ka pirmā lodīte pēc sadursmes pati apstājas un savu ātrumu piešķir otrai. Tā tad sasniedz pirmās sākuma augstumu $h=l$.

Absolūti neelastīgu lodīšu sadursmi apraksta impulsa saglabāšanās likums

$$mv = 2mv_1. \quad (5)$$

No šejienes $v_1 = \frac{v}{2}$. Rezultātā «salīpušās»

lodītes sasniedz augstumu

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v^2}{8g} = \frac{h}{4} = \frac{l}{4}. \quad (6)$$

3. uzdevums

(9. latv. un 8. krievu klase).

Par cik izmainīsies ūdens līmenis cilindriskos savienotajos traukos, ja vienā no tiem iemet koka gabalu, kura masa m (savienoto trauku šķēluma laukumi S_1 un S_2 , ūdens blīvums ρ)?

Atrisinājums.

Tā kā koka gabals peld, tad cēlējspēks, kas uz to darbojas, vienāds ar tā svaru un (tas izriet no Arhimēda likuma) ar izspiestā ūdens svaru. Koka gabala un izspiestā ūdens masas ir m , bet izspiestā ūdens tilpums $V = \frac{m}{\rho_0}$.

Ja savienotajos traukos ar šķērsriezuma laukumiem S_1 un S_2 tiek izspiests ūdens ar tilpumu V , tad līmenis celsies par

$$h = \frac{V}{S_1 + S_2} = \frac{m}{\rho_0(S_1 + S_2)}.$$

4. uzdevums

(9. latv. un 8. krievu klase).

Piedāvāriet veidu, kā ar dzīvsudraba termometru (ied. vērt. $0,2^\circ\text{C}$) ūdenstilpē (ezerā, jūrā) izmērit ūdens temperatūru 10–15 m dziļumā. Laivu un citus pieejamos līdzekļus var izmantot pēc saviem ieskatiem.

Atrisinājums.

Ja mēra ūdens temperatūru 10–15 m dziļumā ar dzīvsudraba termometru, tad termometru no minētā dziļuma var izcelt ne ātrāk kā 15–20 sekundēs, turklāt tas šķērso slāņus ar visai atšķirīgu temperatūru (vasarā no apmēram 10°C dziļumā līdz 20°C augšējos slāņos). Tādēļ pēc izcelšanas no ūdens termometrs rādīs nevis temperatūru 10–15 m dziļumā, bet gan augšējo ūdens slāņu temperatūru. Tātad jāpanāk, lai termometrs nemainītu sākotnējo rādījumu. Šo uzdevumu var atrisināt, termostatējot termometru.

Viens no visvienkāršākajiem veidiem, kā to realizēt, ir šāds: ievietojam termometru kādā traukā (piem., visparastākajā pudelē) ar ūdeni un nolaižam vajadzīgajā dziļumā. Pēc laika, kāds nepieciešams termiskā līdzsvara sasniegšanai, velkam sistēmu pudelē—termometrs ārā. Apmēram 0,5 l ūdens, kas ietilpst pudelē, nepagūs, to ceļot ārā, jūtami izmainīt savu temperatūru.

5. uzdevums

(9. latv. un 8. krievu klase).

Kā izmainās ūdens sasildīšanas laiks līdz vārīšanās temperatūrai, ja vienā gadījumā silda ar vienu iegremdējamu spirāli, bet otrā — ar divām tādām pašām sildspirālēm, kuras saslēgtas virknē (avota spriegumi abos gadījumos vienādi)?

Atrisinājums.

Pieņemsim, ka siltuma daudzums, kas nepieciešams dotā ūdens daudzuma sasildīšanai līdz vārīšanās temperatūrai, ir Q . Tomēr šim nolūkam jāpatērē lielāks enerģijas daudzums — $Q+q$, kur q — siltuma zudumi, kas rodas siltumapmaiņas procesā starp ūdens trauku un apkārtējo vidi. Šo enerģiju dod elektrospirāle. Tādēļ

$$Q+q = \frac{U^2}{R} t, \quad (1)$$

kur U — tīkla spriegums, R — sildelementa pretestība, t — sildīšanas laiks.

Pirmajā gadījumā (tiek lietota viena spirāle) attiecīgos lielumus apzīmēsim ar apakšējo indeksu «1», bet otrajā gadījumā (divas virknē saslēgtas spirāles) — ar indeksu «2». Ievērosim, ka $R_2=2R_1$, bet U nemainās. Tādā gadījumā

$$\frac{t_2}{t_1} = 2 \frac{Q+q_2}{Q+q_1} = 2 \frac{1 + \frac{q_2}{Q}}{1 + \frac{q_1}{Q}}. \quad (2)$$

Tā kā sildīšanas laiks virknē saslēgtajām spirālēm ir lielāks nekā vienai, tad arī siltuma zudumi $q_2 > q_1$ un izteiksmē (2) labajā pusē

$$\frac{1 + \frac{q_2}{Q}}{1 + \frac{q_1}{Q}} > 1. \text{ Tāpēc } \frac{t_2}{t_1} > 2.$$

Tātad, ja spirāles saslēdz virknē, ūdens sildīšanas laiks līdz vārišanās temperatūrai pieaug vairāk nekā divas reizes.

6. uzdevums

(9. latv. un 8. krievu klase).

Divas lampiņas, pieslēgtas paralēli barošanas tīklam, patērē attiecīgi 40 un 60 vatu lielu jaudu. Cik liela pilnā jauda tiks patērēta, ja minētās lampiņas pieslēgs virknē tam pašam barošanas tīklam?

Atrisinājums.

Spriegumu, pretestību un jaudu saista izteiksme

$$N = \frac{U^2}{R}. \quad (1)$$

Lampiņu jauda paralēlajā slēgumā ir attiecīgi

$$N_1 = \frac{U^2}{R_1} \text{ un } N_2 = \frac{U^2}{R_2}, \quad (2)$$

kur R_1 un R_2 — lampiņu pretestība.

Lampiņu virknes slēgumā

$$R = R_1 + R_2 = U^2 \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}. \quad (3)$$

Tāpēc lampiņu patērētā jauda virknes slēgumā ir

$$N = \frac{U^2}{R} = \frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2} = 24 \text{ (w)}. \quad (4)$$

Sis rezultāts iegūts, pieņemot, ka, mainot slēguma veidu, lampiņu pretestība nemainās.

Faktiski kvēldiegu temperatūras maiņas dēļ mainās to pretestība. Izspriediet patstāvīgi, kādā virzienā jākorģē izteiksmē (4) sniegtais rezultāts!

7. uzdevums

(10. latv. un 9. krievu klase).

Kā izmainīsies no balona caur mazu atveri izlidojošu gāzes molekulu izplūšanas ātrums (izlidojošo molekulu skaits laika vienībā), ja temperatūru samazinās 9 reizes, bet spiedienu palielinās 2 reizes?

Atrisinājums.

Caur nelielu atveri laika vienībā izlidojošo molekulu skaits N atkarīgs no molekulu koncentrācijas n un to kustības vidējā ātruma v :

$$N \sim n v. \quad (1)$$

Spiedienu, molekulu koncentrāciju un temperatūru saista sakarība

$$p = nkT, \quad (2)$$

kur k — Bolcmaņa konstante.

Molekulu kustības vidējais ātrums $v \sim \sqrt{T}$. Tāpēc caur atveri izlidojošo molekulu skaita attiecības divos dažādos gāzes stāvokļos (ievērojot izteiksmes (1) un (2)) ir

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_2 v_2}{n_1 v_1} = \frac{p_2}{p_1} \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}. \quad (3)$$

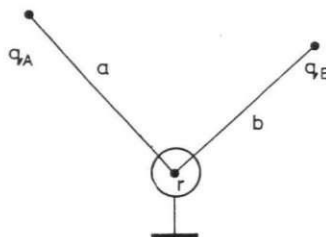
$$\text{Tā kā } \frac{p_2}{p_1} = 2 \text{ un } \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{9},$$

$$\text{iegūstam, ka } \frac{N_2}{N_1} = 6.$$

8. uzdevums

(10. latv. un 9. krievu klase).

Attālumos a un b no iezemētas lodes centra atrodas punktveida lādiņi q_A un q_B (sk. 3. att.). Kāds ir lodes lādiņš?



3. att.

Atrisinājums.

Noteiksim potenciālu lodes centrā. Tas ir

$$\varphi = \frac{q_A}{a} + \frac{q_B}{b} + \sum \frac{q_i}{r}, \quad (1)$$

kur q_i — uz lodes virsmas inducētie lādiņi un r — lodes rādiuss.

Meklētais lodes lādiņš $Q = \sum q_i$. (2)

Pārveidojot izteiksmi (1), rakstām:

$$\varphi = \frac{q_A}{a} + \frac{q_B}{b} + \frac{1}{r} \sum q_i = \frac{q_A}{a} + \frac{q_B}{b} + \frac{Q}{r}. \quad (3)$$

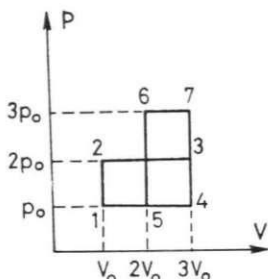
Tā kā lode ir iezemēta, tad tās potenciāls ir 0, un no izteiksmes (3) iegūstam, ka

$$Q = -r \left(\frac{q_A}{a} + \frac{q_B}{b} \right). \quad (4)$$

9. uzdevums

(10. latv. un 9. krievu klase).

Noteikt lietderības koeficientu attiecību diviem cikliskiem ideālas gāzes procesiem (sk. 4. att.). Pirmais process 1—2—3—4—1, otrs process 5—6—7—4—5.



4. att.

Atrisinājums.

Ciklu lietderības koeficienti η_1 un η_2 ir

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1} \text{ un } \eta_2 = \frac{A_2}{Q_2}, \quad (1)$$

kur A_1 un A_2 — lietderīgie darbi cikla laikā, bet Q_1 un Q_2 pievadītais enerģijas (siltuma) daudzums.

Cikla laikā veiktais lietderīgais darbs grafiski izteicams kā laukums, ko koordinātes p un V noslēdz cikla izolīnijas.

No zīmējuma izriet, ka

$$A_1 = A_2 = 2p_0V_0. \quad (2)$$

Pievadīto siltuma daudzumu Q , attiecībā pret darba ķermeni veikto pilno darbu A^1 un iekšējās enerģijas izmaiņu ΔU saista sakarība

$$Q = A^1 + \Delta U. \quad (3)$$

$$\text{Ideālai gāzei } U = \frac{3}{2} \mu RT, \quad (4)$$

kur μ — gāzes molu skaits, T — gāzes temperatūra, R — universālā gāzu konstante, un $\Delta U = \frac{3}{2} \mu R (T_{\max} - T_{\min})$. (5)

No stāvokļa vienādojuma $pV = \mu RT$ (6)

izriet, ka $\Delta U = \frac{3}{2} [(pV)_{\max} - (pV)_{\min}]$. (7)

Ievērojot uzdevuma parametrus, iegūstam

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \cdot 5p_0V_0 = \frac{15}{2} p_0V_0 \text{ un}$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \cdot 7 p_0V_0 = \frac{21}{2} p_0V_0. \quad (8)$$

Attiecībā pret darba ķermeni veiktie darbi (attiecīgi pa izobārām 2—3 un 6—7) būs

$$A^1_1 = 2p_0(3V_0 - 2V_0) = 4p_0V_0$$

un

$$A^1_2 = 3p_0(3V_0 - 2V_0) = 3p_0V_0. \quad (9)$$

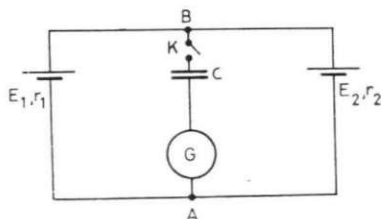
Tāpēc no izteiksmēm (1), (2) un (3), ievērojot izteiksmes (8) un (9), izriet, ka

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2^1 + \Delta U_2}{A_1^1 + \Delta U_1} = \\ &= \frac{3p_0V_0 + \frac{21}{2} p_0V_0}{4p_0V_0 + \frac{15}{2} p_0V_0} = \frac{27}{23}. \end{aligned} \quad (10)$$

10. uzdevums

(10. latv. un 9. krievu klase).

5. attēlā redzamajā shēmā $E_1 = 100 \text{ V}$, $r_1 = 3 \Omega$, $E_2 = 80 \text{ V}$, $r_2 = 2 \Omega$, kondensatora kapacitāte $C = 2 \mu\text{F}$. Aprēķināt lādiņu, kāds izplūdis caur galvanometru G , ja noslēdz slēdzi K (vadu pretestību neievērot).



5. att.

Atrisinājums.

Pēc slēdža K noslēgšanas kondensators C uzlādēties un iegūs lādiņu

$$q = C \cdot U_{BA}, \quad (1)$$

kur U_{BA} — potenciālu starpība starp punktiem B un A . Šāds lādiņš arī izplūdis caur kondensatoru.

Lai noteiktu U_{BA} , aplūkosim darbu, kādu veic pirmais EDS avots vienu vienību liela kontrollādiņa pārvietošanai pa noslēgtu kontūru.

$$E_1 = I r_1 + U_{BA}, \quad (2)$$

kur I — strāvas stiprums ķēdē.

Tā kā EDS avoti ieslēgti pretēji, tad to summārais EDS vienāds ar $E_2 - E_1$ un no Oma likuma pilnai ķēdei

$$I = \frac{E_1 - E_2}{r_1 + r_2}. \quad (3)$$

$$\text{Tāpēc } U_{BA} = E_1 - I r_1 = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2} \quad (4)$$

un

$$q = C \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2} = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ (C)}. \quad (5)$$

L. Šmits

JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ ★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Padomju orbitālajā stacijā uzstādīta (pēc atvešanas ar transportkuģi «Progress») jaunas paaudzes iekārta «Korunds» tehnoloģiskiem eksperimentiem kosmosa apstākļos. Tajā var iegūt samērā lielus, praktiskai izmantošanai derīgus materiālu paraugus, piemēram, monokristālus ar diametru līdz 50 mm un pusvadītājmateriālu plēvītes ar biezumu līdz 10 nm. Visu tehnoloģisko procesu saskaņā ar programmu, ko no pulsts ievada kosmonauti, realizē iekārtā iebūvētais elektroniskais skaitļotājs, un eksperimenti var noritēt (ar maksimāli 12 izejvielu sastāva variantiem) pat stacijas bezpilota lidojuma laikā.

★★ Izmantojot iespēju par apmēram 10 tūkst. dolāriem pasūtīt nelielas un maksimāli vienkārši apkalpojamās derīgās kravas nogādāšanu orbitā un atpakaļ (rīkdas kārtībā!) ar «Space Shuttle» tipa kosmoplānu, japāņu avīze «Asahi Shimbun» sarīkoja saviem lasītājiem konkursu par labāko šādā ceļā veicamo eksperimentu. No 17 tūkst. saņemto priekšlikumu tika izraudzīta mākslīgu sniega kristālu iegūšana tieši no ūdens tvaika bezsvara stāvoklī, jo šāds eksperiments ir gan vienkārši realizējams, gan zinātniski vērtīgs (savāktie dati varētu noderēt, līdzīgā veidā audzējot pusvadītāju kristālus), gan aizraujošs un saprotams plašai publikai. To istenoja šā gada aprīlī kosmoplāna «Challenger» pirmā lidojuma gaitā.

★★ Lai uzturētu un pastiprinātu amerikāņu jaunatnes interesi par kosmonautiku, NASA izsludinājusi šīs valsts koledžu (vidusskolu) audzēkņiem jaunu konkursu par labākajiem priekšlikumiem vienkāršu, bet reizē oriģinālu eksperimentu veikšanai kosmoplānu «Space Shuttle» lidojumos. Pirmā konkursa ietvaros NASA saņēma 1500 priekšlikumu, un desmit labāko autoriem tika dota iespēja ar šīs organizācijas pētniecisko centru, augstāko mācību iestāžu vai privātu firmu piepalīdzību realizēt savas ieceres «Space Shuttle» pēdējo izmēģinājumu lidojumu un pirmo ekspluatācijas reisu gaitā. Vienā eksperimentā tika novērota skudru kolonijas izturēšanās kosmiskā lidojuma apstākļos, citā — sūkļu augšana bezsvara stāvoklī.

★★ Atšķirībā no Venēras un Marsa, kur nav nedz šķidra ūdens (ne uz virsmas, ne atmosfērā), nedz augu valsts, nedz apkārtējo vidi pārveidojošas civilizācijas, Zemes klimata likumsakarības ir tik sarežģītas, ka ar gaidāmā laika precīzu izskaitļošanu (nevis tikai aptuvenu pareģošanu) praktiski netiek galā pat ļoti jaudīgas ESM. Lai situāciju kaut daļēji uzlabotu, Anglijas meteoroloģiskais dienests iegādājies pašu pirmo firmas «Control Data» izlaisto superskaitļotāju «Cyber-205», kas šāda tipa aprēķinos spēj veikt vairākus simtus miljonu aritmētisko darbību sekundē.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1983./84. GADA ZIEMĀ

1983./84. gada ziema sākas 22. decembrī 13^h30^m, beidzas 20. martā 13^h24^m pēc Maskavas dekrēta laika. 4. janvārī 1^h11^m Zeme atrodas perihēlijā (vistuvāk Saulei).

Ziemas naktis redzams skaistākais zvaigžnotās debess apgabals. Tas ir Oriona zvaigznājs un tā tuvākā apkārtnē — Vērša, Vedēja, Dvīņu, Mazā Suņa un Lielā Suņa zvaigznāji. Kad Orions paceļas augstu pie debesīm, te vienlaikus skatāmas septiņas spožas zvaigznes: Aldebarans (Vērša α), Kapella (Vedēja α), Kastors (Dvīņu α), Procions (Mazā Suņa α), Sīriuss (Lielā Suņa α), Rīgels (Oriona β) un Betelgeize (Oriona α). Sešas no tām veido lielu sešstūri, septītā — Betelgeize — atrodas tā centra tuvumā. Visas šīs zvaigznes (izņemot Kastoru) ir spožākas par 1. zvaigžņu lielumu, bet Sīriuss — visspožākā mūsu zvaigžnotās debess zvaigzne.

Starp šiem krāšņajiem un zvaigznēm bagātajiem zvaigznājiem ir arī daži tumšāki plankumi, kur ar neapbruņotu aci gandrīz nekas nav saskatāms. Tie ir mazāk pazīstamie Ēridanas, Zaķa un Vienradža zvaigznāji.

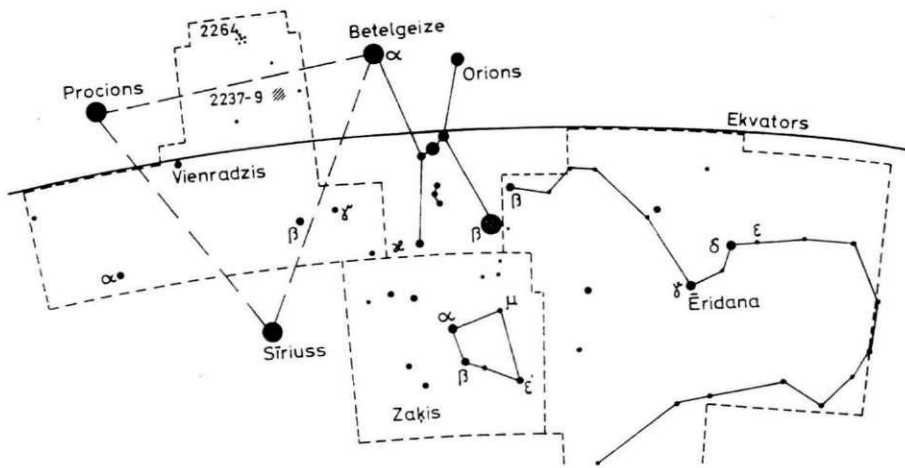
Ēridana ir dienvidu puslodes zvaigznājs. Pie mums redzama tikai neliela tā daļa. Vēl mūsu ēras sākumā sengrieķu astronoma Klaudija Ptolemaja un Vidusāzijas zinātnieka Biruņi

zvaigžņu katalogos Ēridanas zvaigznājs saucās vienkārši par Upi. Tikai vēlāk šī gluži parastā «upe» pārvērtās par leģendāro upi Ēridanu, kuras reālais prototips esot Itālijas upe Po.

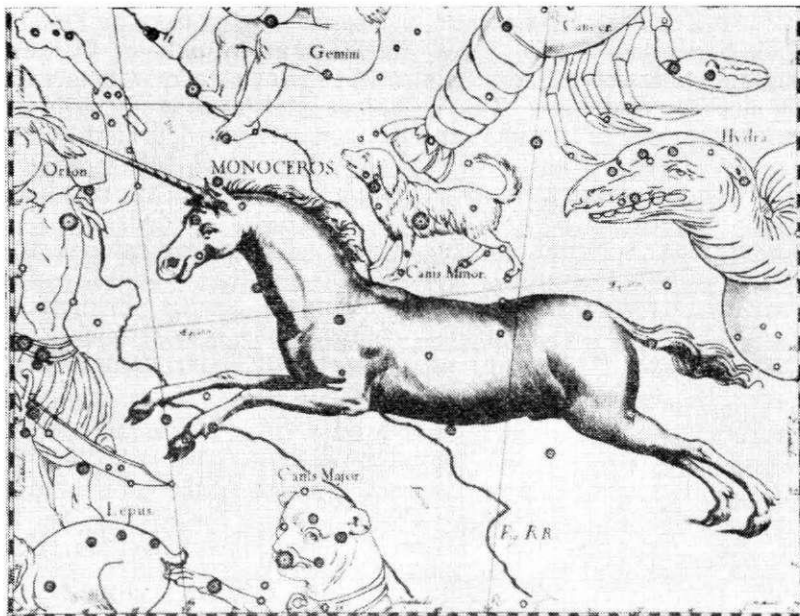
Sengrieķu teika stāsta, ka Saules dieva Hēlija dēls Faetonts izlūdzies tēvam atļauju izbraukt viņa pajūgā pa debess velvi, taču nespējis savaldīt ugunīgos zirgus, tie tuvojušies Zemei un gandrīz sadedzinājuši to. Lai glābtu Zemi, Zevs raidījis uz Faetontu zibens šautras. Jauneklis izkritis no ratiem un iekritis Ēridanā. Faetonta pārgalvības rezultātā uz Zemes radušies tuksneši un nomelnējuši Āfrikas iedzīvotāji.

Ēridana sākas zem Vērša zvaigznāja pa labi no Oriona, kur netālu no Regula atrodas daudz vājākā Ēridanas β jeb Kurša, 3. lieluma A3 spektra klases zvaigzne. Kā gara likloču vāju zvaigznišu ķēde Ēridana stiepjas tālu uz dienvidiem gar Zaķa, Valzivs, Krāsns, Grebļa, Feniksa un Pulksteņa zvaigznājiem. Tā beidzas ar spožu 1. lieluma zvaigzni α jeb Ahernaru pie Dienvidu Hidras zvaigznāja. Šī Ēridanas daļa pie mums nekad nav redzama.

No daudzajām Ēridanas zvaigznēm visplašāk pazīstama ir ϵ — 4. lieluma K2 spektra klases Saulei līdzīga zvaigzne, kas atrodas no mums 11



1. att. Vienradža un Zaķa zvaigznāji un daļa Ēridanas zvaigznāja.

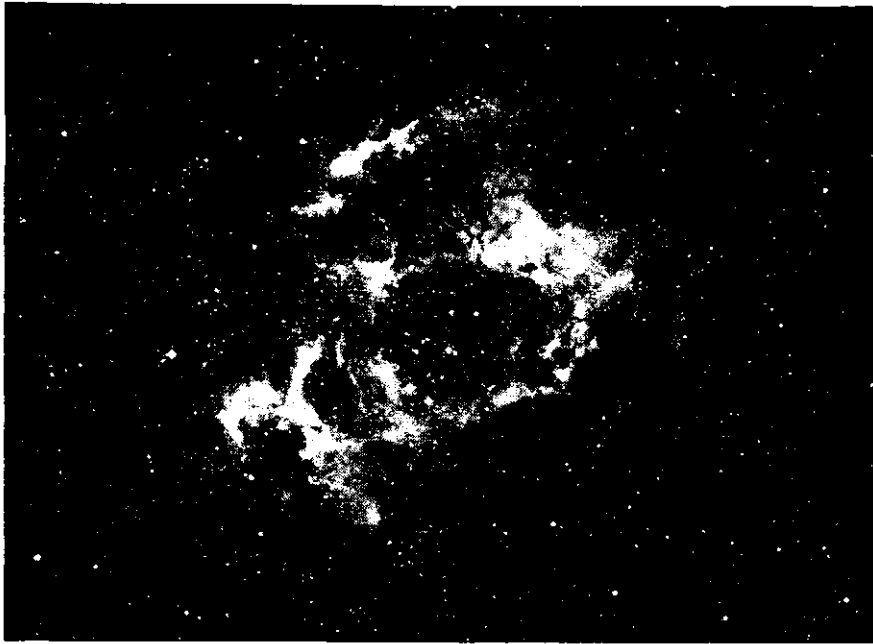


2. att. Vienradža zvaigznājs J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

gaismas gadu attālumā. Tā ir viena no pirmajām zvaigznēm, kuras 1960. gadā sāka novērot radioastronomi, meklējot citu civilizāciju pēdas Visumā.

Zem Oriona kājām atrodas nelielais

Zaķa zvaigznājs. Arī šis zvaigznājs ir ļoti sens un droši vien novietots debesis, lai kuplinātu izcilā mednieka Oriona svītu un neatstātu to bez medījuma. Tā attēls ir atrasts uz seniem akmens zīmogiem. Zaķa spožākā



3. att. Difūzais miglājs NGC 2237-9 jeb Rozete Vienradža zvaigznājā.

zvaigzne α jeb Arnebs ir 3. lieluma FO spektra klases pārmilzis. Kopā ar Rigelu un Oriona \times tas veido nelielu gandrīz vienādmalu trijstūri. Savukārt, zvaigznes α , β , ϵ un μ veido diezgan viegli pamanāmu četrstūri. Nekādu citu interesantu amatieriem pieejamu objektu zvaigznājā nav.

Arī Vienradzis ietilpst Oriona svītā. Tas ir plašs zvaigznājs starp Lielā un Mazā Suņa zvaigznājiem uz austrumiem no Oriona. Zvaigznāja vidusdaļa atrodas «ziemas trijstūra» Sīriuss—Procions—Betelgeize iekšpusē. Ar neapbruņotu aci zvaigznājā saskatāmas apmēram 80 zvaigznes, taču neviena no tām nav spožāka par 4. lieluma zvaigzni.

Vienradža zvaigznājā atrodas skaists difūzais miglājs NGC 2237-9 jeb Rozete, kas pēc ārējā izskata atgādina planetāro miglāju. To no iekšpusēs izgaismo karstas O spektra kla-

ses zvaigznes. Līdz miglājam ir vairāk nekā 3000 gaismas gadi. Visā savā krāšņuma tas parādās tikai fotogrāfijās.

Prizmatiskā binoklī ir redzama vajējā zvaigžņu kopa NGC 2264. Tās integrālais spožums ir 4,7, bet attālumš — 2400 gaismas gadi. Labos novērošanas apstākļos un ar labu redzi to varot saskatīt pat ar neapbruņotu aci miglaina plankumiņa veidā.

Vecās zvaigžņu kartēs attēlotais Vienradzis ir mistisks zirgam līdzīgs dzīvnieks ar vienu ragu pierē. Viduslaikos klīda dažādi fantastiski nostāsti un izdomājumi par to. Vienradzis ir arī vienīgais «jaunais» ziemas zvaigznājs. Tā ieviešanu piedēvē J. Keplera znotam J. Barčam 1624. gadā. Pēc dažu autoru ziņām, tas bijis sastopams arī dažās vecākās zvaigžņu kartēs un Barčš to tikai pirmais aprakstījis.

Mēness

☾ (pilns Mēness)

20. decembrī	pl.	5h01m
18. janvārī	„	17 06
17. februārī	„	3 42
17. martā	„	13 11

☾ (pēdējais ceturksnis)

26. decembrī	pl.	21h53m
25. janvārī	„	7 49
23. februārī	„	20 13
24. martā	„	10 59

Mēness perigejā

22. decembrī	pl.	21h
20. janvārī	„	1
17. februārī	„	12
17. martā	„	0

☉ (jauns Mēness)

3. janvārī	pl.	8h17m
2. februārī	„	2 47
2. martā	„	21 32
1. aprīlī	„	15 10

☾ (pirmais ceturksnis)

11. janvārī	pl.	12h49m
10. februārī	„	7 00
10. martā	„	21 28
9. aprīlī	„	7 52

Mēness apogejā

7. janvārī	pl.	23h
4. februārī	„	12
2. martā	„	14
29. martā	„	19

A. Alksne

★★ Baldones Riekstukalnā 1983. gada 4./5. februāra naktī bija samērā reta izdevība mūsu ģeogrāfiskajā platumā redzēt spilgtu ziemeļblāzmu. Tūlīt pēc astronomiskās nakts sākuma 20h15m negaidīti no ziemeļiem uznāca mākoņi. Ap 20h 30m mākoņu spraugās pavidēja neparasts sārtums. Drīz vien kļuva skaidrs, ka parādījusies ziemeļblāzma. Cauri zenīta apgabalam rietumu—austrumu virzienā stiepās divas gaišas baltas joslas, kas atradās 15—20° atstatumā viena no otras un lēni virzījās uz dienvidiem. Joslas bija nedaudz izliektas, ar liekuma centru ziemeļu pusē, un sastāvēja no atsevišķiem garenas formas izplūdušas kontūras gaišiem laukumiem, kas, cits gar citu vijoties, veidoja it kā pajukušu matupīni. Viena no joslām aizvirzījās ap 10—15° pāri zenītam uz dienvidu pusi. Starp joslām varēja redzēt sarkanus debess apgabalus, kas tomēr bija manāmi tumšāki nekā baltās joslas. Taču ap 21h debesis atkal apmācās.

Tikai ap 22h50m mākoņu pakaļējā fronte atkāpās uz dienvidiem un varēja redzēt to, kas palicis pāri no varenās parādības. Lūk, dažas novērotās ainas: 23h 18m — ziemeļos gaišs debess segments, ko augšpusē noslēdz baltas krāsas pabāla difūza lokveida josla, kas ziemeļos paceļas ap 45° augstu, bet ap 80° uz rietumiem un austrumiem no ziemeļu virziena nolaižas pie apvāršņa; 23h34m — loka augstums sarucis līdz apm. 25°, bet vāja blāzma manāma līdz Polārzsvaigznei; 0h24m — difūza blāzma līdz 20° augstumam; 1h58m — četri vertikāli stari («zobenī») ap 50° gari un ap 20° atstatu viens no otra; 2h11m — stari nav redzami; 2h22m — ziemeļziemeļaustrumu virzienā daži bāli vertikāli stari parādās uz kādām 10 s un pazūd; 2h50m — ziemeļblāzma vairs nav manāma. Tātad visa gaismas parādība ilgusi vismaz sešas stundas.

Tai naktī ziemeļblāzma redzēta arī Sverdlovskā.

A. Alksnis



PIRMO REIZI «ZVAIGZŅOTAJĀ DEBESĪ»

Jurijs GŅEDINS — astrofizikārs, fizikārs un matemātikas zinātnieks, PSRS ZA A. Jofes Fizikāli tehniskā institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks. Divu monogrāfiju un daudzu zinātnisko rakstu autors.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ 1983. gada 10. martā «Salūtam-7» pieslēdzās pavadoņš «Kosmos-1443» ar papildu zinātnisko aparāturu u. tml., tādējādi pirmo reizi kosmonautikas praksē īstenojot lielas orbitālā kompleksa samontēšanu lidojuma gaitā no atsevišķi palaistiem blokiem. (Līdzīga operācija sākotnēji bija paredzēta amerikāņu programmā «Skylab», taču galu galā visa orbitālā stacija tika pacelta kosmosā jau gatavā veidā ar vienu nesējraķeti «Saturn-5».) 20. aprīlī uz šādi izveidoto kompleksu tika sūtīts kosmosa kuģis «Sojuz T-8», kura apkalpē ietilpa V. Titovs, G. Strekalovs un A. Serebrovs, taču sakarā ar novīrēm no paredzētā tuvošanās režīma sakabināšanās ar orbitālo staciju nenotika un kuģa nolaižamais aparāts atgriezās uz Zemes 22. aprīlī. Tā paša gada 27. jūnijā kuģi «Sojuz T-9» startēja jauna apkalpe — V. Ļahovs un A. Aleksandrovs —, kas dienu vēlāk ieradās kompleksā.

★★ Savu otro lidojumu (septīto programmas «Space Shuttle» ietvaros) 1983. gada 18.—24. jūnijā veicis amerikāņu kosmoplāns «Challenger», paceļot orbitā četras galvenās kravas: Kanādai un Indonēzijai piederošus komerciālos sakaru pavadoņus «Anik-C» un «Palapa-B» kopā ar papildpakāpēm PAM-D to nosūtīšanai tālāk uz ģeostacionāro orbītu, kā arī VFR un ASV uzbūvētas instrumentu platformas SPAS-01 un OSTA-2 tehnoloģiskiem eksperimentiem un Zemes dabas resursu izpētei no kosmosa. Izmantojot Kanādā izgatavotu manipulatoru, rietumvācu platforma tika palaista patstāvīgā lidojumā un pēc desmit stundām atkal satverta un ievietota kosmoplāna kravas telpā. Tādējādi tā kļuva par pirmo pavadoņi, kas no orbītas atvēsts atpakaļ uz Zemi. Kosmoplānu pilotēja R. Kripens un F. Hauks, ar kravām darbojās Dž. Fabians un S. Raida (pirmā amerikāņu kosmonaute), medicīniskus pētījumus veica N. Tagards — pirmā piecu cilvēku apkalpe, kas devusies izplatījumā vienā kosmiskajā lidaparātā.

Trešo lidojumu «Challenger» veica 30. augustā—5. septembrī, ievadot orbitā (ar PAM-D palīdzību) tikai Indijas sakaru un meteoroloģisko pavadoņi «Insat-1B». (NASA pavadoņa TDRS-2 starts atliktis tā papildpakāpes IUS nepilnību dēļ.) Apkalpē atkal bija pieci cilvēki — R. Trūlijs, D. Brandenstains, D. Gārdners, G. Blūfords un V. Torntons (pienākumu sadalījums tāds pats kā iepriekš). Gan starts, gan nolaišanās pirmo reizi programmas «Space Shuttle» vēsturē notika naktī.

СОДЕРЖАНИЕ

Э. Мукин. Юпитер и Сатурн. Ю. Гнедин. Рентгеновские звезды и галактики. **НОВОСТИ.** Я. Клетниекс. Стереофотограмметрия документирует памятники культуры. А. Салитис. Еще раз о столкновении кометы с Солнцем. У. Дзервитис. У квазаров новый чемпион. У. Дзервитис. Водяной вулкан на спутнике Юпитера Европа. **ОСВОЕНИЕ КОСМОСА.** Э. Мукин. Космические автоматы зондируют Венеру. 2. **ИСТОРИЯ.** З. Алксне. Взгляд в археоастрономию. **УЧЕНЫЙ И ЕГО РАБОТА.** От редакционной коллегии. Карл Штейнс. А. Салитис. О профессоре К. Штейнсе. Леонид Розе. Последняя публикация профессора К. Штейнса. К. Штейнс. О прикладном использовании работы Т. Банахевича, связанной с теорией орбит. В ШКОЛЕ. Г. Свабадниекас. Одиннадцатая олимпиада школьников по астрономии. Л. Шмитс. Республиканская восьмая открытая олимпиада по физике. А. Алксне. Звездное небо зимой 1983/84 года.

CONTENTS

E. Mūkins. Jupiter and Saturn. Y. Gnedin. X-ray stars and galaxies. **NEWS.** J. Klētnieks. Stereophotogrammetry fixes cultural monuments. A. Salītis. Once more about the collision of a comet with the Sun. U. Dzērvītis. A new quasar champion. U. Dzērvītis. A water volcano on Europa, Jupiter's satellite. **SPACE EXPLORATION.** E. Mūkins. Space robots probe Venus. 2. **HISTORY.** Z. Alksne. A look on the archaeoastronomy. **SCIENTIST AND HIS WORK.** From editors. Kārlis Steins. A. Salītis. About professor K. Steins. Leonids Roze. The last publication of professor K. Steins. K. Steins. On the application of T. Banachiewicz's work on orbit theory. **AT SCHOOL.** G. Svabadnieks. The eleventh pupils' astronomical olympiad. L. Smits. The eighth open physics olympiad in Latvia. Ā. Alksne. Starry sky in the winter of 1983/84.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1983/84 ГОДА

Издательство «Зинатне». Рига 1983

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1983./84. GADA ZIEMA

Redaktore Z. Kļaviņa. Mākslinieciskais redaktors V. Kovaļovs. Tehniskā redaktore I. Zaļaiskalne. Korektore L. Brahmane.

ИБ № 2197

Nodota salikšanai 10.08.83. Parakstīta iespiešanai 14.11.83. JT 05416. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4 fiz. iespiedi.; 4,68 uzsk. iespiedi.; 5,85 uzsk. kr. nov.; 5,46 izdevn. l. Metiens 2500 eks. Pasūt. Nr. 101474. Maksā 25 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



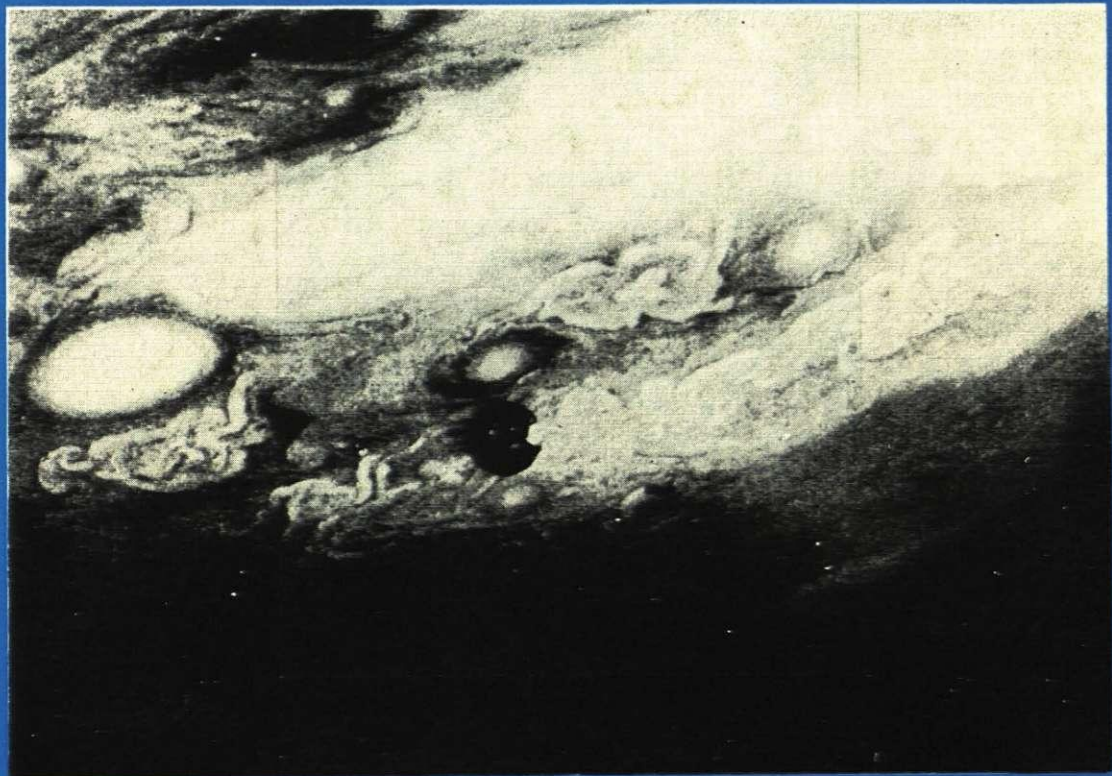
PSRS Kosmonautikas federācija ar 1981. gada 30. septembra lēmumu par PSRS sasniegumu kosmiskās telpas pētījumos un apgūšanā propagandu piešķīra J. Gagarina medaļu Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas līdzstrādniekam E. Mūkinam.

LU bibliotēka



220062578

● Jupitera mākoņu sega tuvplānā: amerikāņu kosmiskā aparāta «Voyager-2» uzņēmums no 12 miljonu kilometru attāluma 1979. gada jūnijā. Zonās, kur saskaras ar dažādu ātrumu plūstošas ekvatoram paralēlas gaisa strāvas, visu planētu apjož grandiozu viļņveida virpuļu virknes. Dažviet skatāmi arī atsevišķi noslēgti virpuļi — ovālas formas anticikloni, salīdzinājumā ar kuriem pavisam niecīgs šķiet pat Mēness lieluma ķermenis — Jupitera pavadoņi Jo (ap vidu). (Sk. rakstu 2.—11. lpp.)



● Pavisam abi kosmiskie aparāti «Voyager» pārraidījuši uz Zemi 70 tūkst. attēlu, 200 tūkst. detalizētu infrasarkanā spektra, daudz citas spektroskopiskas, fotometriskas un polarimetriskas informācijas, plašus magnētiskā lauka, plazmas plūsmu un radiācijas mērījumus. Tie snieguši jaunas atziņas ne vien par abām lielākajām Saules sistēmas planētām, bet arī par to gredzeniem un pavadoņiem — gan par visiem pieciem lielajiem un sešiem vidējiem, gan par gandrīz pusotra desmita mazo pavadoņu.