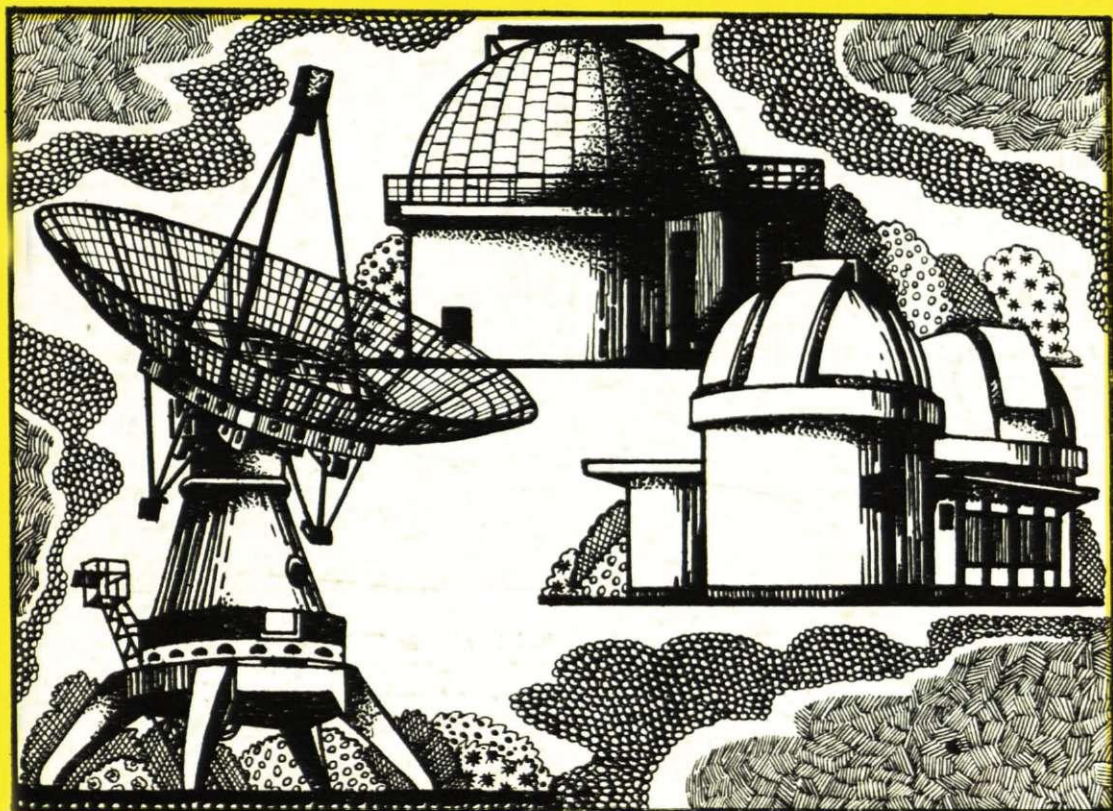
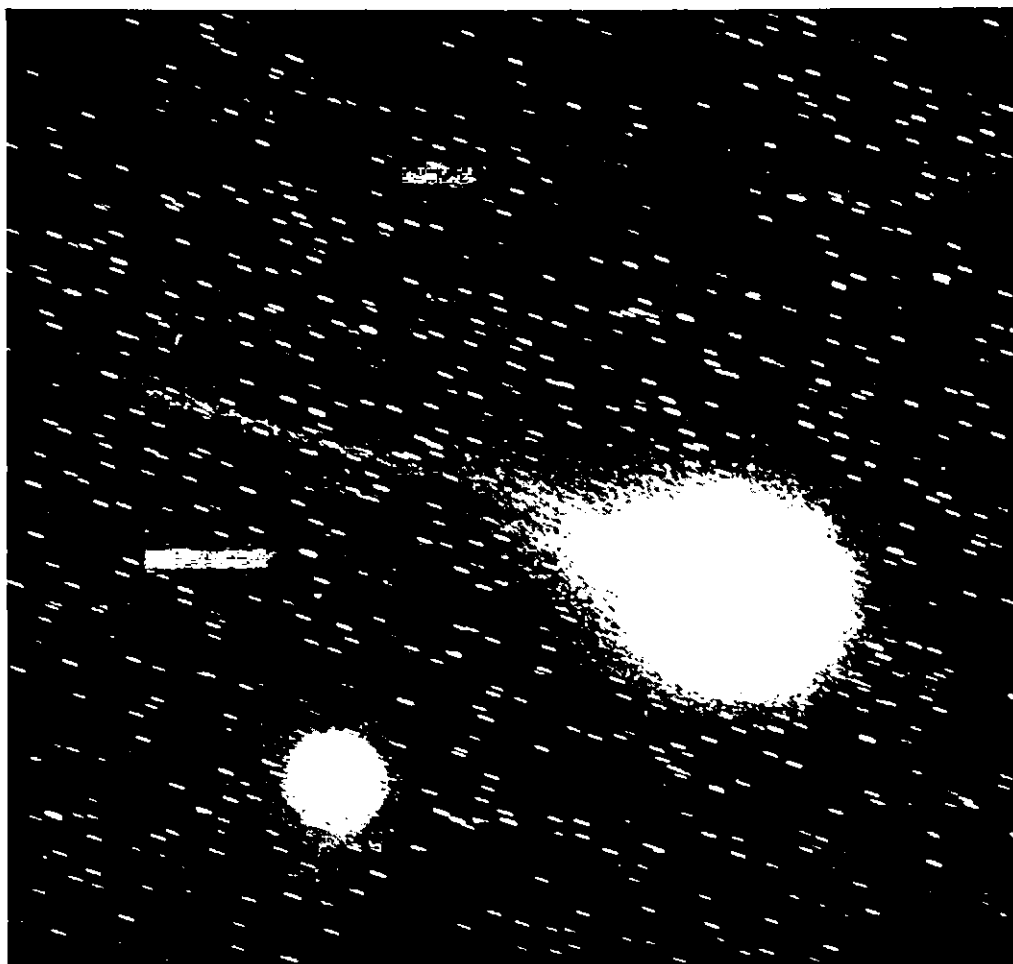


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

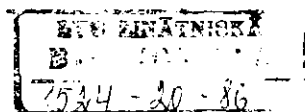


Astronomijai Zinātņu akadēmijā — 40 ● No lāpu
telegrāfa līdz gaismvadsakariem ● Jauni mazo pla-
nētu nosaukumi ● Kosmiskā stacija «Mir» ● Kos-
miskās tikšanās ar Haleja komētu ● Kā rodas
īspēriņa komētas ● Sena astronomiskās novēro-
šanas vieta Palangā

1986 RUDENS



Haleja komēta 1985. gada 15. decembra vakarā, kad tā atradās Zivju zvaigznāja spožās zvaigznes γ tuvumā. Uzņēmums ieguts ar Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu uz ORWO fotoplates ZU 21 caur filtru GG 13 (zilajos staros) 20 min ilgā ekspozīcijā. Noverotais A. Alksnis, I. Jurgiša fotokopija.



Vāku 1. lpp.: Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas galvenie objekti Baldones ciema Riekstukalnā. T. Čudnovskus zīmējums.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS.
IZNĀK KOPS 1958. GADA RUDENS
CETRAS REIZES GADĀ.
1986. GADA RUDENS (113)



REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

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

Numuru sastādījis J. Francmanis

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu padomes
1986. gada 19. jūnija lēmumu



SATURS

A. Balklavs. Astronomijai Zinātņu akadēmijā — 40	2
Zinātnes ritums	
E. Riekstiņš. Naturālo skaitļu nosaukumi pasaules tautu valodās	5
J. Bīrzvalks, G. Kotovičs, K. Svarcs. No lāpu telegrāfa līdz gaismvadsakariem	12
Jaunami	
A. Balklavs. Cik liels ir Metagalaktikas kustības daudzuma moments un masa?	17
I. Rudzinska, M. Diriķis. Jauni mazo planētu nosaukumi	19
N. Cimahoviča. Zemes ierāgnētiskais lauks bremzē ZMP	20
Kosmosa apgūšana	
Orbitālā stacija «Mir» (pēc padomju preses materiāliem)	21
E. Mūkins. Trīs kosmiskās tikšanās	24
E. Mūkins. Kosmoplāna «Challenger» katastrofa	31
Zinātnieks un viņa darbs	
J. Francmanis. S. Čandrasekars un V. A. Fawlers — Nobela prēmijas laureāti fizikā	38
Hipotēžu lokā	
A. Balklavs. Hipotēze par reliktiem komētu ķermeņu gredzeniem	40
Atskatoties pagātnē	
L. Klimka. Sena astronomiskās novērošanas vieta Palangā	43
Skolā	
J. Jantovskis. Pārrunas par enerģijas plūsmām	47
Mūsu republikā	
Leonids Roze. Automatizācija zvaigžņu identificēšanā	55
Amatieru lappuse	
L. Garkuļa astronomiskie uzņēmumi	56
J. Kauliņš. Ērts zvaigžņotās debess atlants novērotājiem	57
Konferences, sanāksmes	
A. Balklavs. Uzmanības centrā Saules radionovērojumi	60
Grāmatas	
A. Alksnis. Astronomija vismazākajiem lasītājiem	62
J. Klētnieks. No laikmeta laikmetā	63
Leonora Roze. Zvaigžņotā debess 1986. gada rudenī	65

ASTRONOMIJAI ZINĀTŅU AKADĒMIJĀ — 40

Sogad Padomju Latvijas zinātne atzīmēja ievērojamu notikumu — pirms 40 gadiem, 1946. gada 7. februārī, tika nodibināta Latvijas PSR Zinātņu akadēmija — mūsu republikas galvenais un lielākais zinātnes centrs. Tajā pašā gadā, vadoties no apsvērumiem par nepieciešamību nodrošināt vispusīgu un harmonisku zinātnes izaugsmi mūsu republikā, kā arī pēc aizrautīgo astronomijas entuziastu J. Ikaunieka un K. Šteina iniciatīvas Zinātņu akadēmijas Prezidijs pieņēma lēmumu par astronomisko pētījumu attīstību akadēmijas sistēmā. Ar Latvijas PSR ZA prezidenta prof. P. Lejiņa 1946. gada 19. jūlija pavēli nr. 61 Latvijas PSR ZA Fizikas un matemātikas institūtā (tag. Fizikas inst.) sāka darbu Astronomijas sekcija (vēlāk — Astronomijas sektors) prof. F. Blumbaha vadībā. Tajā sākotnēji ietilpa tikai divi jaunākie zinātniskie līdzstrādnieki — J. Ikaunieks un K. Steins — un divi vecākie laboranti — M. Dirīķis un I. Kurzemniece (Daube).

Sie Padomju Latvijas astronomijas celmlauži savā darbā guvuši ievērojamus panākumus, un tagad, jubilejas reizē, šķiet, ir īsti vietā tos kaut īsumā atcerēties.

J. Ikaunieks (1912—1969) — tagadējās Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas pirmais direktors (līdz 1969. g. 27. IV), plaši pazīstams vēlo spektra klašu zvaigžņu — tā saukto sarkano milžu — pētnieks, fizikas un matemātikas zinātņu doktors (1969), izcils zinātnes, it sevišķi astronomijas, popularizētājs, Ļeņina ordeņa kavalieris (1967), Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības (VAĢB) Latvijas nodaļas dibinātājs un pir-

mais priekšsēdētājs (1947—1961), «Astronomiskā kalendāra» (1953) un «Zvaigžņotās Debess» (1958) izdošanas iniciators, organizētājs un pirmais atbildīgais redaktors, Starptautiskās astronomijas savienības biedrs, 40 zinātnisku un ap 130 populārzinātnisku darbu, to skaitā piecu grāmatu¹, autors utt.

K. Steins (1911—1983) — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas ilggadējs vadītājs, pazīstams kosmogonijas, debess mehānikas un starptautiskā laika dienesta speciālists, fundamentālo komētu difūzijas likumu atklājējs, fizikas un matemātikas zinātņu doktors (1964), profesors (1966), Latvijas PSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks (1965), vairāk nekā 120 zinātnisku darbu un vairāku izgudrojumu autors, mazās planētas nr. 1284 vārda devējs (Latvia) utt.

M. Dirīķis (dz. 1923) — debess mehānikas speciālists, daudzu mazo planētu un komētu orbītu aprēķinātājs, kas viņam deva tiesības vienai no tām 1971. gadā dot nosaukumu (nr. 1796, Rīga), fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts (1953), LVU Astronomiskās observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks, vairāk nekā 30 zinātnisku un ap 50 populārzinātnisku darbu, to skaitā vienas grāmatas², autors, VAĢB Latvijas nodaļas priekšsē-

¹ Ikaunieks J. Debess spidekļu pasaulē. R., 1953; Bezgalīgā Visuma tālēs. R., 1954; Zvaigžņotais Visums. R., 1958; Kosmoloģija. Antipasaule. Kvarki. R., 1968 (līdzautors V. Veldre); Kas ir bezgalība? (Rokraksts, 1968).

² Dirīķis M. Pazīsti zvaigžņoto debesi. R., 1958. (Ir atkārtots izdevums.)

dētājs (kopš 1961) un «Astronomiskā kalendāra» atbildīgais redaktors (kopš 1971). Atzīmējot M. Dirīķa nopelnus Saules sistēmas mazo ķermeņu pētniecībā, 1974. gadā viņa vārdā nosaukta mazā planēta nr. 1805 (Dirīķis).

I. Daube (dz. 1918) — zvaigžņu astronomijas speciāliste un maīnzvaigžņu pētniece, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāte (1952), ilggadēja Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas vecākā zinātniskā līdzstrādniece un zinātniskā sekretāre, vairāk nekā 45 zinātnisku un ap 200 populārzinātnisku darbu, to skaitā vienas grāmatas³, autore, Starptautiskās astronomijas savienības biedre utt.

Astronomijas sektora zinātniskās pētniecības darba pirmā tematika bija saistīta ar precīza laika noteikšanu, kas atspoguļoja prof. F. Blumbaha zinātniskās intereses. 1948. gadā prof. F. Blumbahs aizgāja pensijā un par sektora vadītāju iecēla J. Ikaunieku. Astronomijas sektora darba plānā tika iekļauta tēma par sarkano milžu statistiskajiem pētījumiem. Tas bija pagrieziena punkts uz tagad jau par tradicionālu kļuvsu observatorijas zinātnisko pētījumu virzienu — zvaigžņu evolūcijas pēdējo stadiju izpēti.

1953. un 1954. gadā Latvijas PSR ZA Prezidijs izskata jautājumu par observatorijas celtniecību un pieņem attiecīgus lēmumus.

1957. gadā nākamās observatorijas teritorijā Baldonē pie Riekstukalna uzcēla pirmo laboratorijas ēku, kas tagad pazistama ar nosaukumu «Baltā māja», bet 1958. gadā trīs pagaidu paviljonos izvietoja pirmos observatorijas instrumentus un sāka novērojumus ar tiem. Tajā pašā gadā Astronomijas sektors atdalās no Fizikas institūta un kļūst par patstāvīgu Zinātņu akadēmijas struktūrvienību — Astrofizikas laboratoriju.

1958. gadā aizsākās otrs Astrofizikas laboratorijai raksturīgais zinātniskās pētniecības darba virziens — Saules radiostarojuma novērojumi un Saules aktivitātes parādību izpēti ar radioastronomijas metodēm.

1964. gada pēdējās dienās no Vācijas Demokrātiskās Republikas pienāca ilgi gaidītais Šmita sistēmas teleskops — pats lielākais šīs sistēmas teleskops Baltijā un viens no lielākajiem visā Padomju Savienībā.

1967. gada 1. decembrī Latvijas PSR ZA Astrofizikas laboratorija pēc reorganizācijas tika pārdēvēta par Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatoriju, un ar šādu nosaukumu tā darbojas vēl joprojām.

Pašlaik Radioastrofizikas observatorijā (RO) strādā ap 80 darbinieku, no kuriem 22 ir zinātniskie darbinieki, to skaitā 11 zinātņu kandidāti. Pārējie 58 ir inženiertehniskie darbinieki un apkalpojošais personāls.

Savas darbības 40 gados Latvijas PSR ZA astronomi ir ieguvuši vienu zinātņu doktora (J. Ikaunieks) un 22 zinātņu kandidāta grādus. Kopš 1946. gada RO zinātniskie darbinieki sagatavojuši un izdevuši ap 40 rakstu krājumu un monogrāfiju. Sarakstīts un dažādos PSRS un ārzemju zinātniskajos izdevumos publicēts vairāk nekā 350 zinātnisko darbu. Sākot ar 1974. gadu, RO izdod periodisku tematisku rakstu krājumu «Saules un sarkano milžu pētījumi», kurā tiek publicēti RO līdzstrādnieku oriģinālo pētījumu rezultāti abos jau minētajos zinātniskās pētniecības darba virzienos. Šogad iznāca krājuma 24. numurs.

Vairāki RO zinātnisko līdzstrādnieku darbi guvuši augstu novērtējumu un starptautisku ievēribu. 1971. gadā Latvijas PSR ZA Prezidija prēmija tika piešķirta Z. Alksnes un J. Ikaunieka monogrāfijai «Oglekļa zvaigznes» (R., 1971; krievu val.), 1978. gadā — rakstu krājumam «Oglekļa zvaigžņu fotometriskie pētījumi» (R., 1977; autori A. Alksnis, Z. Alksne, I. Daube u. c., atb. red. A. Balklavs; krievu val.), 1986. gadā — Z. Alksnes, A. Alkšņa un U. Dzērviša monogrāfijai «Galaktikas oglekļa zvaigžņu īpašības» (R., 1983; krievu val.). Jau minētā Z. Alksnes un J. Ikaunieka monogrāfija par oglekļa zvaigznēm 1981. gadā izdota Amerikas Savienotajās Valstīs.⁴

³ Daube I. Mēness — Zemes mūžīgais pavadoņs. R., 1960.

⁴ Alksne Z. K. and Ikaunieks Ya. Ya. Carbon Stars. — Astronomy and Astrophysics Series. Tucson, 1981, vol. 11.

Dažādās zinātniskajās konferencēs, simpozijos un citās sanāksmēs gan Padomju Savienībā, gan ārzemēs RO zinātniskie līdzstrādnieki nolasījuši desmitiem referātu un zinātnisko ziņojumu.

Radioastrofizikas observatorijai izveidota sava zinātniskā bibliotēka, kas satur vairākus desmitus tūkstošu ieraksta vienību. Plaša ir arī RO stikla bibliotēka, kurā glabājas jau vairāk nekā 15 000 debess uzņēmumu, to skaitā ap 1500 spektrālo uzņēmumu. RO uz tur sakarus un regulāri apmainās ar zinātnisko informāciju ar apmēram 50 PSRS un 250 ārvalstu observatorijām. Mūsu observatorijā bieži vien ierodas citu republiku un ārvalstu zinātnieki, lai strādātu ar mūsu instrumentiem un veiktu kopīgu zinātnisko darbu.

Ļoti svarīgs ir arī RO darbinieku veiktais zinātnes, it īpaši astronomijas, sasniegumu popularizēšanas darbs. Sogad lasītāji saņems 35. gadagājuma «Astronomisko kalendāru», kas tiek veidots sadarbībā ar VAQB Latvijas

nodaļu, iznāks vēl «Zvaigžņotās Debess» 114. numurs. Observatorijas līdzstrādnieki publicē populārzinātniskus rakstus arī citos izdevumos, lasa lekcijas, uzstājas radio un televīzijas raidījumos, dodot lielu ieguldījumu republikas iedzīvotāju, it sevišķi jaunatnes, ideoloģiskajā audzināšanā un pareiza pasaules uzskata veidošanā.

Latvijas PSR ZA astronomi un radioastronomi aizvadītajos 40 gados savā darbā tātad guvuši atzīstamus panākumus. Radioastrofizikas observatorija kļuvusi par ievērojamu sarkano milžu un Saules aktivitātes parādību pētniecības centru, kas pazīstams ne vien mūsu zemē, bet arī aiz tās robežām. Gan paveiktais, gan skaidri redzamās perspektīvas izvēlēto aktuālo zinātniskās pētniecības virzienu attīstībā veido stingru pamatu, kas observatorijas kolektīvam ļauj ar lielu pašāvību lūkoties nākotnē.

A. B a l k l a v s



NATURĀLO SKAITĻU NOSAUKUMI PASAULES TAUTU VALODĀS

(2. turpinājums)

EDUARDS RIEKSTIŅŠ

2.§. INDOEIROPIEŠU SKAITĪŠANAS SISTĒMAS

2.1.1. Jau 16.—18. gadsimtā vairāki valodnieki konstatēja, ka Eiropā dzīvojošajām tautām ir daudz līdzīgu vārdu, kas norāda uz šo tautu izcelsmes kopību. Tālāku impulsu šim konstatējumam deva iepazīšanās ar sanskritu 18. gadsimtā. Nākamajā gadsimtā radās salīdzināmā gramatika indoeiropiešu (ide) valodām, un kopš šā laika turpinās sistemātiski pētījumi par ide valodu kopību. Ir hipotētiski rekonstruēts daudz vārdu no iespējamās ide pirmvalodas (tie norādīti ar zvaigznīti pirms vārda).

Tomēr pēdējā laika pētījumi arvien vairāk liek apšaubīt šādas pirmvalodas eksistenci. Tās rekonstrukcija vairākkārt pārstrādāta, un tajā ir daudz kā nesavienojama. Šāda valoda iznāk arī pārāk plaša un sarežģīta. Tādēļ tagad lielākā daļa valodnieku un vēsturnieku atbalsta uzskatu, ka vienotas pirmvalodas nekad nav bijis, ka pastāvējusi tikai tādu valodu kopība, kurās jau izveidojušies dažādi dialekti. Tiem gan bija vienādas struktūras pazīmes, bet šīs struktūras ietvaros pastāvēja arī ievērojamas atšķirības. Līdzīgi neīiek atzīta arī etniskā un kultūras kopība, bet tās vietā liktas atsevišķu cilšu kultūras, dažkārt būtiski atšķirīgas savā starpā. Iespējams, ka šajā jautājumā lielāku skaidrību ieviests tā-

lākie arheoloģiskie un filoloģiskie pētījumi. Vienkāršības labad mēs tomēr turpmākajā tekstā izmantosim terminu «hipotētiskā pirmvaloda».

Balstoties uz arheoloģiskajiem datiem, tagad par ide pirmdzimteni galvenokārt tiek uzskatīti PSRS Eiropas daļas dienvidi un Vidusāzijas rietumdaļa līdz Arāla jūrai. No šejienes dažādas ciltis izplatījās uz visām pusēm, sajaucās ar svešām tautām un pēc tam atkal savā starpā, radot valodu dažādību. Jau lielie attālumi, kādos atradās atsevišķas ciltis, norāda uz neizbēgamu dialektu izveidošanos. To novērojam dažādām tautām arī mūsdienās.

2.1.2. Pievēršoties skaitļu nosaukumiem un salīdzinot tos savā starpā, jāizvēlas pēc iespējas senāki nosaukumi. Par tiem varam spriest tikai pēc visvecākajiem tagad pieejamiem rakstiem. Jāņem arī vērā, ka valodu gramatikas sāka nopietni attīstīties tikai pēc rakstības izveidošanās. Visvecākie ide rakstu pieminekļi ir hetu ķīļu raksti. Heti ap 2. g. t. p. m. ē. sākumu izveidoja Mazāzijā lielu valsti, savā kultūrā daudz ko mantojot no pirmiedzīvotājiem hatiem, tādēļ viņu valodā ir daudz aizguvumu. Diemžēl skaitļus heti pierakstīja vienīgi ķīļu rakstā, tādēļ nosaukumi ir zināmi tikai dažiem skaitļiem, kas mazāki par 10. Tajā laikā Mazāzijā dzīvoja arī citas ide fautas — luvieši, pālieši, lidieši, vēlāk arī illīrieši un trāķieši, bet arī par viņu skaitļu nosaukumiem maz kas zināms.

Nākamie ide rakstu pieminekļi attiecas uz at-radumiem Krētas salā. Daļu no tiem atšifrējot, nonāca pie Mikēnu grieķu valodas (ap 1500. g. p. m. ē.). Grieķu literārā valoda sākās ar 8. gs. pirms mūsu ēras. Jāpiebilst, ka grieķu alfabēts, kas daļēji aizgūts no fenīciešiem, bija pirmais pilnīgais burtu alfabēts, kurā atsevišķas zīmes bija arī patskaņiem. Grieķiem bija daudz dialektu — joniešu, akadiešu, ajoliešu, tesāliešu, bojotiešu. Skaitļu nosaukumi tajos ir nedaudz atšķirīgi, tomēr skaitīšanas sistēma ir tā pati. Klasiskā grieķu valoda ar klasisko rakstību izveidojās ap 5. gs. p. m. ē. uz Atēnu dialekta bāzes.

Ap 8.—7. gs. p. m. ē. aramiešu alfabētā pierakstīta persiešu Avesta — svēto rakstu krājums. Pirmajā gadu tūkstoši pirms mūsu ēras izveidojās arī indiešu sanskrits. Vecākajos indiešu rakstu pieminekļos atrodamas vēdas — reliģiskas himnas u. c. teksti —, kas izveidojušās vēl senāk (ap 15., 16. gs. p. m. ē.). Skaitļu nosaukumos starp vēdu valodu un sanskrita valodu atšķirības ir visai mazas. Arī avestas valodā un sanskritā skaitļu nosaukumi atšķiras ļoti maz. Indieši savā kultūrā daudz aizguva no Indijas pirmiedzīvotājiem.

Romiešiem pirmie rakstu pieminekļi attiecas uz 6., 7. gs. p. m. ē., bet klasiskā latīņu valoda izveidojās tikai 1. gs. pirms mūsu ēras. Uz tās bāzes vēlākajos gadsimtos, tautām sajaucoties, radās «tautas latīņu valoda» ar dažādiem dialektiem dažādās Eiropas daļās. No tām savukārt izveidojās pašreizējās romāņu valodas. Skaitļu nosaukumi šajās valodās ir atšķirīgi, un dažas atšķirības pastāv arī skaitīšanas sistēmā (sk. p. 2.3.—2.5.).

Pārējām ide tautām rakstu pieminekļi parādījās tikai pēc mūsu ēras sākuma sakarā ar kristīgās ticības pieņemšanu un bībeles tulkošanu. Pirmie tādi bija gotiem 4. gs., armēņiem 5. gs. sākumā, īriem 7.—8. gadsimtā. No 4. gs. saglabājušās vairākas teikas īpaši īru alfabētā. Arī ģermāņiem bija savs īpatnējs alfabēts — rūnu raksti (kopš mūsu ēras sākuma), tomēr skaitļu nosaukumu tajos nav. Tādēļ par ģermāņu tautu (izņemot gotus) skaitļu nosaukumiem var spriest, tikai sākot ar 8. gadsimtu. Vēl šeit jāmin ide atzars tohāri, kas dzīvoja Ķīnas Turkestānā. Viņu rakstu pieminekļi ir no 6.—8. gs. indiešu alfabētā.

Slāviem alfabētu ieviesa un daļu garīgo rakstu pārtulkoja 9. gs. vidū brāļi Kirils un Metodījs, kuri nāca no Bulgārijas dienvidiem. Savu darbību viņi izvērsa Morāvijā. Krievijas slāvi kristīgo ticību un alfabētu pārņēma tikai 10. gadsimtā. Valodu atšķirības dažādām slāvu tautām toreiz nebija sevišķi lielas, tādēļ maz atšķiras arī skaitļu nosaukumi.

No baltu tautām vecākie rakstu pieminekļi ir senprūšiem. Vācu-prūšu Elbingas vārdnīcā (ap 1400. g.), kura satur 802 vārdus, skaitļa vārdu nav. Nedaudzos skaitļu nosaukumus (g. k. kārtas skaitļa vārdus) var atrast tikai trijos 16. gs. katķisma tulkojumos (1545.—1561. g.). Pilnu prūšu-latviešu vārdnīcu devis J. Endzelīns.¹³ Tā satur ap 2000 vārdus.

Lietuviešu valodā pirmie raksti parādījās 1547. gadā, turklāt pašu lietuviešu rakstīti. Bet tie ir garīga rakstura un satur ļoti maz skaitļa vārdus. Par lietuviešu skaitļu nosaukumiem visā pilnībā var secināt no pirmās lietuviešu gramatikas, kas iznāca 17. gs. vidū.¹⁴ Atšķirības no pašreizējiem nosaukumiem ir niecīgas.

Kādi bijuši skaitļu nosaukumi latviešu valodā, var spriest pēc Kanīzija katķisma tulkojuma (1585. g.) un p. 1.2.5. minētās Manceļa vārdnīcas (1638. g.). Jāpiebilst, ka 1532. gada nesēju ģildes locekļu sarakstos atrodama frāze: «seši vīri vienā kopā». Tie varbūt ir pirmie rakstos minētie latviskie skaitļu nosaukumi.

Kaut gan pirmie baltu rakstu pieminekļi ir visai jauni, tomēr baltu valodu salīdzinājums ar sanskritu vai avestas valodu uzrāda daudz līdzīgu vārdus. No tā secināms, ka latviešu un jo sevišķi lietuviešu valoda laika gaitā mainījušās samērā maz.

2.1.3. Skaitļu nosaukumi laika gaitā ļoti maz mainījušies īru, grieķu un armēņu valodās. Turpretī ārkārtīgi lielas izmaiņas ir indoīrāņu atzara valodās, jo attiecīgās tautas vēstures gaitā lielā mērā sajaucušās ar citām ide tautām. Piemēram, sanskritā un avestā 3=«tri», bet 30=«trimšat» sanskritā, «trīsatam» — avestā.

¹³ Endzelīns J. Senprūšu valoda. R., 1943. 288 lpp.

¹⁴ Klein D. Grammatica Litvanica, 1653. Compendium Litvanico-germanicum. Königsberg, 1654.

Tagad irāņiem, kurdiem, fadžikiem u. c. ir atbilstoši nosaukumi 3=«se», 30=«si», hindi, urdu, nepāliešu, marathu valodās 3=«tīn», 30=«tīs», bet sīndhiem atbilstoši «tī», «tēha», gudžaratiem — «traṅ», «trīs», orijiem — «tīni», «trīša», utt. Vēl lielākas atšķirības no sanskrita skaitļu nosaukumiem vērojamas bengāļu valodā. Skaitļos 11—99, kā desmitnieku, tā arī vieninieku nosaukumos, nereti parādās ievērojamas fonētiskas izmaiņas. Piemēram, sindhu valodā 1=«hiku», 40=«cālīh», 41=«ēkētāla» (sanskritā 1=«ēka», 40=«čatvārimšat», 41=«ēkačatvārimšat»). Tādēļ galveno indiešu valodu gramatikās ir doti visi skaitļu nosaukumi no 1 līdz 100, jo saliktos skaitļus nevar vienkārši atvasināt no bāzes skaitļiem.

Šajā rakstā aplūkosim tikai nosaukumu veidošanas sistēmas, tādēļ fonētiskās izmaiņas nebūs svarīgas. Visumā skaitļu nosaukumi un to veidotās sistēmas ir samērā konservatīvas. Tādēļ domājams, ka turpmāk minētās dažādās īpatnības skaitīšanas sistēmās ir radušās ļoti sen.

2.2.1. Valodnieki rekonstruējuši skaitļu 1—10 un 100 nosaukumus hipotētiskajā ide pirmvalodā. Pirmais to izdarīja vācu valodnieks A. Fiks 19. gs. beigās. Laika gaitā šie nosaukumi nedaudz modificēti. Pašlaik tie ir šādi:¹⁵ 1=«*oinos», «*oikos» (arī «*sem»); 2=«*duwō», «*dwo»; 3=«*trī», «*treyses», «*tisres»; 4=«*k^wetwor(es)», «*k^wetesres»; 5=«*penk^we»; 6=«*s(w)eks», 7=«*septim», 8=«*okto» (senāk «*aštau»); 9=«*newn», 10=«*dek^m», «*dek^mt»; 100=«*k^mtom» («^m» lasa apmēram kā «^{om}» angļu vārdā «bottom»). Var parādīt, kā no šiem vārdiem izveidojušies attiecīgie nosaukumi atsevišķās senajās ide valodās, tomēr šis jautājums nepavisam nav vienkāršs.

Pakavēsimies tuvāk pie latviešu «deviņi», kam maz līdzības ar atbilstošu restaurēto nosaukumu. Turprefi sanskritā atrodam «nava(n)», avestā — «nava», klasiskajā grieķu valodā — «ennea» (dialektos ir daudz citu variantu), armēņu — «inn», latīņu — «novem», vecīru — «noi», gotu — «niun», vecislandiešu — «nio», vecangļu — «nigon», tohāru — «nū». Neviens no

šiem vārdiem nesatur skaņu «d», kas atrodama baltu un slāvu valodās 9 nosaukumā. Izkaidrojumu dod senprūšu valoda, kurā 9=«nevints» (katķismā sakarā ar bausjiem sastopami galvenokārt kārtas skaitļa vārdi). No šejienes atvasināts hipotētiskais baltu 9=«nevin».

Kādas skaņas pārvēršanās citā skaņā salīdzināmajā valodniecībā ir plaši izplatīta parādība. Tomēr valodnieku izskaidrojumi šajā gadījumā nav pārliecinoši. Pēc viena no tiem, «d» pārņemts no vārda «desmit», pēc cita — notikusi disimilācija, t. i., viens no diviem «n» pārvērties citā skaņā. Bet pāreja «n»→«d» notikusi ne tikai šajā vārdā vien. Piemēram, sanskritā «debes», «mākonis»=«nabhas», avestā — «nabah», trāķiešu valodā — «nebelā»; lietuviešiem «debesis» nozīmē «mākonis» («padebesis»). Salīdzinājumam var vēl pievienot hefu «nepišants»=«debesis», krievu «небо», vācu «Nebel», latīņu «nebulā» u. c. (pēdējo divu vārdu nozīmes izmaiņa arī nav reta parādība). Šajā gadījumā iepriekš minētie iemesli pāreju «n»→«d» neizskaidro.

2.2.2. Ir mēģinājumi dažiem no minētajiem skaitļiem (1—10) noskaidrot etimoloģiju, tomēr dotie skaidrojumi ir vājas hipotēzes līmenī. Visticamākais, ievērojot p. 1. l. teikto, ir saistīt 5 ar rekonstruēto vārdu «*punktis»=«roka», «dūre», kam atbilst senslāvu «няръ»=«dūre», vecgotu «fūst»=«dūre», lietuviešu «kumštis»=«dūre», latviešu «plauksta» vai arī «kumšķis». Var piebilst, ka pamiriešu tautas jagnobu valodā 5=«pandž», «vidējais pirksts»=«pandža», bet «dūre»=«mušt». Ja šī hipotēze ir pareiza, tad «*dek^mt» varēja nozīmēt «2 dūres».

Nosaukumu skaitlīm 8 daži valodnieki saista ar vārdu «ass» (sanskritā 8=«ašta»), ar to norādot, ka skaitīšanā uz pirkstiem īkšķim netika ņemti vērā, tāpēc skaitīšana bija pabeigta. Pēc tam 9 parādījās kā jauns skaitlis, un to valodnieki saista ar «*neuos»=«jauns». Tomēr šis skaidrojums ir visai fantastisks, jo pasaulē ir maz tautu, kuras īkšķi nepieskaita (sk. p. 1.1.). Gluži ofrādi — ar to bieži vien sāk skaitīšanu.

Daudzās ide valodās saskatāma liela radniecība starp skaitļu 10 un 100 nosaukumiem. Vispilgtāk tā izpaužas lietuviešu valodā: 10=«dešimt», 100=«šimtas». Valodnieki bieži ir rakstījuši par šo radniecību. Daži no viņiem domā,

¹⁵ Семереньи О. Введение в сравнительное языковедение. М.: Прогресс, 1980. 407 с.

ka «*kmtom» varētu nozīmēt «desmitais [desmits]». Tomēr tad šim nosaukumam bija jārodas daudz vēlāk, kad bija izveidoti tālākie nosaukumi skaitļiem, kas lielāki par 10. Bet laika gaitā nosaukumiem vajadzēja ievērojami modifīcēties, tādēļ diez vai «*kmtom» vairs bija saglabājies.

Varētu būt, ka abi nosaukumi radās vienlaicīgi un ar «*kmtom» vajadzēja parādīt kādu lietu, nenoteiktu skaitli, kas krietni vēlāk ieguva nozīmi 100. Šādi piemēri atrodami citu saimju tautu valodās. Sanskritā «śata» = 100 dažreiz nozīmē arī ļoti lielu daudzumu, pat bezgalību.¹⁶ Laikam gan šajā jautājumā var izteikt tikai hipotēzes.

2.3.1. Tālākajos ide skaitļu nosaukumos vairs nav vienvērdības. Izņemot dažas epizodiskas novirzes, indoeiropiešiem skaitļu 10—19 nosaukumi ir formā $n+10$. Šīs formas izteikšana vārdos liek visas ide valodas iedalīt trijās grupās, turklāt šāds iedalījums attaisnojas arī tālāk desmitnieku nosaukumos. Jāatgādina, ka, ievērojot 1.§ teikto, lielākā daļa pasaules tautu lieto formu $10+n$ (sk. p. 2.3.4.2°). Turklāt tā atbilst skaitļu pozicionālajam pierakstam — no kreisās uz labo pusi; tātad tā arī vajadzētu skaitli lasīt (jāatceras gan, ka pieraksts radās krietni vēlāk nekā nosaukumi). Desmitnieku nosaukumos bez izņēmuma ir forma $n \times 10$, kas atbilst lielākajai daļai pasaules tautu skaitļu nosaukumu (sk. 1. §).

Formas $n+10$ un $n \times 10$ rada zināmus sarežģītājumus skaitļa lasīšanā, jo abos gadījumos n un 10 figurē tajā pašā secībā. Lai nebūtu pārpratumu, darbības vārdos kaut kā jāatšķir. Grieķu 12 = «dodeka», piemēram, burtiski nozīmē «divdesmit». Šī atšķiršana arī rada iedalījumu grupās. Iepazīsimies ar to sīkāk.

2.3.2.1°. Latviešu, slāvu, albāņu un mūsdienu rumāņu un moldāvu valodās skaitļiem $n+10$ «+» lasa kā «pāri», «virs», «uz». Rumāņu un moldāvu valodas šajā ziņā ievērojami atšķiras no rietumrumāņu valodām. Valodnieki domā, ka tāda skaitļu nosaukumu maiņa šajās valodās notikusi slāvu valodu ietekmē pirmajā gadu tūkstošā. Šī maiņa novērojama arī visu tālāko skaitļu nosaukumos. Var vēl piebilst, ka rumāņu valodā

skaitļu nosaukumos nav fonētiskās saīsināšanas kā dažām citām te minētajām tautām. Piemēram, krievu «десять» skaitļos 11—19, 20, 30 ir modificēties par «дцать» bet latviešu «desmit» — par «dsmit». Fonētiskās saīsināšanās nav arī albāņu skaitļu nosaukumos.

2°. Īpatnēji un formāli visai atšķirīgi ir lietuviešu nosaukumi skaitļiem $n+10$, kur tiek lietots vārds «lieks»: 11 = «vienuolika» = «vienas liekas» = «viens lieks» utt. līdz 19. Jau minētajā 17. gs. lietuviešu gramatikā atrodam 11. = «liekas», 12. = «antras liekas» utt. Būtiskā atšķirība tomēr nav sevišķi liela. Ja latviešu valodā teiktu 11 = «viens pāri [desmitam]», tad nosaukuma jēga būtu tā pati, kas lietuviešiem. Var ievērot, ka sanskritā vārds «adhi» = «virs», bet «ādhikya» = «liekais». Iespējams, ka abi šie vārdi radušies no viena vārda, kuram bijušas abas nozīmes. Pēdējais vārds epizodiski sastopams sanskritā dažos skaitļu nosaukumos, piemēram, 101 = «śatadhika».¹⁷ Arī tagad marathu valodā finansu dokumentos lasa 101 = «1 virs 100», 102 = «2 virs 100» utt. Diemžēl nav (un laikam nekad nebūs) zināmi senprūšu nosaukumi skaitļiem 11—19.

Bez 10 baušļiem katķismā ir vēl arī 12 ticības apliecinājumi. Minētajā Kanīzija katķismā (sk. p. 2.1.2.) tie ir numurēti, tādēļ arī tulkojumā latviešu valodā (1585. g.) sastopam vārdus «vienpadesmit», «divpadesmit». Prūšu valodā tulkoiti citu autoru sastādīti katķismi,¹⁸ kuros šie apliecinājumi nav numurēti. Tādēļ nezinām, kā viņu valodā saucās skaitļi 11 un 12.

3°. Vārdi «lieks», «pāri», «virs», «vairāk» u. c., kas skaitļa nosaukumā izsaka vienu un to pašu jēdzienu, ir sastopami skaitļu nosaukumos daudz pasaules tautu valodās. Ņenciem vienā dialektā 11 = «no 10 viens lieks», otrā — 11 = «viens atsevišķi». Šāda sistēma turpinās arī tālāk, piemēram, 24 = «20, četri lieki» utt. Gruzīniem 11 = «viens vairāk» utt. Čukčiem 11 = «10, viens lieks» utt., turklāt skaitļiem 11—14 nereti sa-

¹⁶ Кочергина В. А. Санскритско-русский словарь. М.: Русский язык, 1978. 895 с.

¹⁷ Кочергина В. А. Санскритско-русский словарь.

¹⁸ Trautmann R. Die altpreussische Sprachdenkmäler. Göttingen, 1910. 470 S.; Мажюлис В. Памятники прусского языка. Вильнюс, 1966. 253 с.

runu valodā vārdu «desmit» izlaiž. Vārds «parol» = «lieks» sastopams arī tālākajā skaitīšanā, piemēram, 21 = «20, viens lieks» utt. Sis vārds var parādīties pat divreiz, piemēram, 32 = «20, desmit lieki, divi lieki». Analogi vārds «lieks» sastopams korjaku, viena eskimosu dialekta, aleutu un ketu skaitļu 11—19 nosaukumos.

Arī tagaiem Filipīnās 11 = «vairāk 1». Malaļiešu tautai cou, kas dzīvo Taizemē, 11 = «10, vairāk 1», bet malagasiem 11 = «1 virs 10»; arī havajieši lieto «lieks», «vairāk» utt. Vārdi «pāri», «vairāk», «klāt», «papildus» u. c. sastopami arī vairāku Ziemeļamerikas indiāņu cilšu valodās. Piemēram, klamotoiem 11 = «uz 10 viens», mivokiem — «desmitam ir 1 (1 ārpusē, 1 nācis klāt)», akomu ciltij — «10, papildus 1» utt.

2.3.3. Minētās sistēmas atliekas atrodamas arī ģermāņu tautu skaitļu 11 un 12 nosaukumos. To saskatīt ir grūtāk, jo vārdi «elf», «zwölf» vācu valodā, «eleven», «twelve» angļu valodā maz ko izsaka. Taču šo nosaukumu etimoloģija ir noskaidrojama pēc senajām ģermāņu valodām. Piemēram, gotu valodā 11 = «ainlif», 12 = «twalif», bet «af lifnan» = «palikt pāri»; vecaugšvācu valodā 11 = «einlif», 12 = «zwelif»; vecangļu valodā 11 = «endleofan», 12 = «twelf». Fonētiskās saīsināšanās un pārveidošanās rezultātā izveidojušies pašreizējie nosaukumi.

Par skaitļa 12 lielās nozīmes cēloņiem ģermāņu skaitīšanas sistēmā pastāv dažādas hipotēzes, tomēr skaidrības šajā jautājumā nav. Skaitlis 12 sastopams arī naudas un mēru vienībās kopš romiešu laikiem. Piemēram, Kārlis Liekais Francijā 8. gs. ieviesa naudas vienības 1 talents = 20 solidi, 1 solids = 12 dekurijs; no šejienes Anglijā radās 1 mārciņa = 20 šilīņi, 1 šilīņš = 12 pensi. Franciēm 1 livra = 20 sū, 1 sū = 12 denjē; šī iemesla dēļ sū sauca arī par «divpadsmitnieku» («douzaine»). Angļu 1 pēda = 12 collas utt. Nevar pievienoties kādā darbā¹⁹ izteiktajam apgalvojumam, ka lietuvieši savu skaitīšanas paņēmieni aizguvuši no ģermāņiem.

Tālākie skaitļu nosaukumi (13—19) ģermāņu tautām ir formā $n+10$, kur «+» nelasa, bet ir iespējami fonētiski pārveidojumi, jo sevišķi nosaukumam 10; piemēram, vecislandiešu valodā 10 = «tio» → «tān». Gotu valodā šādu pārveidojumu nav.

2.3.4.¹⁵ Pārējo ide tautu — romāņu, grieķu, ķeltu, āriešu (indoirāņu), armēņu — senvalodās arī visumā «+» nelasīja. Izņēmumi bija sengrieķu valodā, kur, sākot ar 13, «+» lasīja kā «un» («kain»), un vecarmēņu valodā, kur, sākot ar 17, arī «+» = «un» («ew»). Ķeltu valodās, skaitot konkrētus objektus, lietvārdu iesprauž starp n un 10, piemēram: «12 zirgi» = «2 zirgi [uz] 10». Šī īpatnība turpinās arī visiem skaitļiem, kas lielāki par 20; arī 1000 ir lietvārds.

Ir ziņas, ka latīņu un sengrieķu literatūrā epizodiski bija sastopama vēl forma $10+n$, kur «+» lasa vai nelasa. Grieķiem tāda forma bija Atikas dialektā. Mūsdienu valodās šī secības maiņa ir kļuvusi vēl plašāka. Forma $10+n$ armēņiem un vairākām pamīriešu tautām ir, sākot no 11, grieķiem — no 13, spāņiem un portugāļiem — no 16, itāļiem, frančiem un retoromāņiem (Šveicē) — no 17. Latīņu valodā skaitļu 18 un 19 nosaukumi tika veidoti ar atņemšanu: 18 = 20—2, 19 = 20—1; līdzīga paralēla forma skaitlim 19 sastopama arī sanskrita un epizodiski sengrieķu valodā. Tagad atņemšana skaitļos, kas beidzas ar 9, izplatīta Indijas tautu vidū (sk. p. 2.5.1.¹⁶).

2°. Citu saimju valodās skaitļi 11—19 galvenokārt sastopami formā $10+n$. Ķīnieši un draividī 10, un n apvieno vienā vārdā; arī pārējās galvenās Āzijas citu saimju tautas (turki, japāņi, tibetieši, mongoļi, mandžūri u. c.) «+» nelasa, bet vārdus neapvieno. Turpretī daļa Okeānijas tautu (maori, taiteiši u. c.), kā arī vairums Āfrikas tautu (svahili, somāļi, bagandi, lingali, fulbi u. c.) «+» lasa kā «un».

Forma $n+10$ ir senītu tautām, sākot ar senajām tautām babiloniešiem, asīriešiem u. c. Parasti n un 10 ir apvienoti vienā vārdā, izmantojot arī dažādus fonētiskos tsinājumus. Hamītiem (amhāriem, kopciem) turpretī ir forma $10+n$. Formu $n+10$ sastopam arī Indonēzijā, kur tiek lietots abu sastāvdaļu apvienojums vienā vārdā. Dažādi citi izteiksmes veidi skaitļiem 11—19 bija norādīti 1.5.

¹⁹ Menninger K. Number words and number symbols. London, 1970. 84 p.

2.4.1. Baltu, slāvu, albāņu un tagadējās rumāņu un moldāvu valodās desmitnieku nosaukumos ir skaidri saskatāms $n \times 10$, visskaidrāk baltiem un rumāņiem. Baltu valodās agrāk $n \times 10$ sastāvēja no diviem atsevišķiem vārdiem, piemēram, 20 = «divi desmiti». Dažās slāvu valodās saskatāma neliela fonētiska modifikācija, piemēram, krievu 20—30 «десять» → «дцать», čehu «deset» → «ceť». Krievu, ukraiņu un baltkrievu valodās no šīs sistēmas atšķiras 40 un 90 nosaukumi. Pārējām slāvu tautām šie nosaukumi atvasināti no $n \times 10$. Par pēdējo nosaukumu sk. p. 1.3.2, bet par «сорок» izcelsmi ir vairāki skaidrojumi.

Ticamākais no tiem ir hipotēze, ka «сорок» aizgūts no fatāru «kirik» = 40. Cits izskaidrojums saista šo vārdu ar senkrievu «сорока» (tagad «сорочка») — «kreklis», kas varēja nozīmēt arī «kažoks». Kādreiz bija paraža sabāzt maisā 40 sabuļu ādas, no kurām iznāca kažoks. Šī hipotēze saistās arī ar zviedru vārdu «serkr», kas vecskandināviem nozīmēja «200 ādas» (sk. p. 2.6,3^o).

Par «девятисто» = 90 var vēl piebilst, ka šis vārds rakstos sastopams, tikai sākot ar 14. gadsimtu. Albāņu valodā paralēli decimālajai sistēmai vērojami arī nosaukumi 1×20 un 2×20 (senāk līdz 4×20). Albāņu vārdam «zet» = 20 nav etimoloģiska skaidrojuma.

Saliktu skaitļu $n_1 \times 10 + n_0$ nosaukumos «+» liekotos nelasa, tomēr senāk latvieši un lietuvieši «+» lasīja kā «un».

Jāpiemēta, ka Mancela vārdnīcas «Lettus» otrajā daļā — leksikas krājumā «Phraseologia Lettica» (1638. g.) sastopami latviešu skaitļu nosaukumi, kas visai līdzīgi skaitīšanai no augšas: 21 = «1 otrā desmitā» (igauņiem un lībiešiem bija 21 = «1 trešajā desmitā»), ..., 91 = «1 devītā desmitā» utt. Varētu domāt, ka te Mancelis izmantojis igauņu vai lībiešu skaitīšanas sistēmu (Mancelis dzimis Kurzemē, Grenčos, vairāk nekā 10 gadus dzīvojis Igaunijā, 1636. g. bijis Tērbatas universitātes rektors).

Tomēr J. Langija latviešu-vācu vārdnīcā (1685. g., manuskripts), kurai pievienota arī tsa gramatika, atrodam to pašu sistēmu.²⁰ Turklāt

²⁰ B l e s e E. Jāņa Langija latviski-vāciskā vārdnīca. R.: Latv. Univ., 1936. 577 lpp.

Langijs pareizi izlaboja Mancela kļūdaino skaitīšanu no augšas. Tur atrodami nosaukumi 41 = «1 piektais», 81 = «1 deviņtais», 91 = «1 simt» utt. Ir zināms, ka Langijs 1638.—1685. g. bijis mācītājs Nīcas un Bārtas draudzēs. Ko no minētajiem faktiem var secināt? Vai nu tiešām kāda daļa Latvijas teritorijas iedzīvotāju lībiešu ietekmē (kas tolaik bija spēcīgāka nekā tagad) lietojusi šādus skaitļu nosaukumus, vai arī te izpaužas Langija fantāzija, izmantojot Mancela darbu (fantāzija Langija darbā novērojama vairākkārt).

2.4.2. Arī ģermāņu tautām desmitnieku nosaukumi ir formā $n \times 10$, tikai novērojama skaitļa 10 nosaukuma fonētiska izmaiņa; vārds varētu nozīmēt arī «desmitnieks». Piemēram, gotu valodā 20 = «twai tigjus» (10 = «taihun»), vecangļu 20 = «twēn tig» (10 = «tien», «tyn»), vecislandiešu 30 = «trīr tiger» (10 = «tio») utt. Sākot ar 70, daļai ģermāņu tautu, izņemot ziemeļniekus, šī 10 modifikācija mainās; par tās cēloņiem valodniekiem jau simt gadus notiek dzīva diskusija. Visvarīgākā atšķirība ģermāņu tautu skaitļu sistēmā tomēr ir tā, ka 12 ietekme jūtama arī skaitļa 100 veidošanā — parastā 100 vietā (vai paralēli tam) senajās valodās pastāvēja arī «lielais simts» = 120, kuru nereti izmantoja tālāk skaitļu 240, 360, kā arī 1200 un 2400 nosaukumu veidošanā. Piemēram, vecislandiešu valodā 100 = 10×10 , 110 = 11×10 , 120 = «hundrath». Vācijā «lielais simts» sarunu valodā bija sastopams vēl 18. gadsimtā. Arī zviedriem un norvēģiem ir saglabājies vārds «storchundra» = «lielais simts», kas pirms mūsu ēras bija vienīgais simta nosaukums. Ņemot vērā sakarības 120 = 2×60 un 1200 = 2×600 , daži valodnieki izsaka domu, ka te saskatāmas sešdesmitnieku sistēmas pēdas. Tomēr šī hipotēze ir maz ticama.

Salikti skaitļi vecajās ģermāņu valodās sastopami gan formā $n_1 \times 10 + n_0$, gan arī $n_0 + n_1 \times 10$, turklāt nereti abas formas pat vienā un tai pašā valodā. Arī mūsdienās visā ģermāņu tautu grupā nav pilnīgas vienveidības; vācu valodā ir saglabājusies pēdējā forma, «+» = «un». Norvēģu valodā vēl tagad ir vērojamas abas formas, turklāt skaitlis izteikts ar vienu vārdu. Arī dāņu valodā $n_0 + n_1 \times 10$ izteikts vienā vārdā. Dažās ģermāņu valodās (dāņu, vecnorvēģu) sastopamas vigezimālās sistēmas pēdas (sk. p. 2.5.1,2^o).

2.4.3. Pārējo ide tautu senajās valodās izejas skaitļa 20 nosaukums nekādā veidā neatgādina 10. Vēl vairāk — šis nosaukums ir tuvāks 100. Piemēram, sanskritā 10=«daša», 20=«vimšati», 100=«šata(m)»; avestā atbilstoši — «dasa», «visaiti», «sašem»; sengrieķu — «deka», «eikosi», «kosioi» («simtiem»); latīņu — «decem», «vinginti», «centum» («c» izrunā kā «k»); vecrīu — «deich», «fiche», «chet»; bretoņu — «dek», «ugent», «kant»; osetīņu — «daes», «yssaes», «saedae» (izrunā: dās, esseidž, sada) u. c. Vecarmēņu un tohāru valodās nosaukumi ir pārāk izmainījušies, lai varētu meklēt etimoloģiju. Tuvāk grieķu nekā latīņu 20 nosaukumam ir umbru 20=«eikv-asafis».

Tomēr ir daudz valodnieku, kas cenšas pierādīt, ka desmitnieku nosaukumu veidošanā pamatā ir tas pats «*dekmt», tikai laika gaitā fonētiski stipri pārveidojies, turklāt dažādām tautām dažādi.²¹ Piemēram, grieķiem tālākos desmitniekos no «*dekmt» ir radies «konta», latīņiem — «ginta» uff.

Ja šī teorija būtu pareiza, tad rastos šāds secinājums. Desmitnieku nosaukumi parādījušies visai drīz pēc 10 nosaukuma, kamēr tas vēl nav paspējis mainīties. Tātad tie radušies pirms

«padsimtnieku» nosaukumiem, kur 10 nosaukums ir normālā vai nedaudz modificētā formā. Grūti atrast matemātiska, kā arī praktiska rakstura motivāciju, kādēļ tas būtu noticis. Pirmajā paragrāfā parādītā dažu tautu skaitļu etimoloģija liecina par citādu skaitļu nosaukumu evolūciju. Kādā darbā²² minēts, ka avestas 20=«visaiti» atvasināts no «dvidsmt», kas tuvs lietuviešu «dvidešimt».

Laika gaitā desmitnieku nosaukumi ir ārkārtīgi izmainījušies indoīraņu tautām un diezgan ievērojami arī rietumromāņu tautām. Ķeltu valodās paralēli decimālajai sistēmai vēl plaši izplatīta vigezimālā sistēma (sk. p. 2.5.1,2^o). Fakts, ka bretoņu valodā šī sistēma ir saglabājusies līdz $380=19 \times 20$, liecina par tās primaritāti. Pēdas ir palikušas arī franču valodā, kur $70=60+10$ (arī 7×10), $80=4 \times 20$, $90=4 \times 20+10$ (senāk bija arī 3×20 un 6×20 ; 13. gs. nodibināta neredzīgo patversme, saukta «15×20»).

Saliktu skaitļu nosaukumi ir gan formā $n_1 \times 10 + n_0$, gan arī otrādi. Galvenokārt sastopams pirmais veids, bet otrs epizodiski; «+» lasa kā «un» vai nelasa. Teiktais attiecas arī uz skaitļiem, kas lielāki par 100. Citām tautu saimēm desmitnieku nosaukumu veidošanā ir liela dažādība (sk. 1.§).

²¹ Szemerényi O. Studies in the indo-european system of numerals. Heidelberg, 1960. 190 p.

²² Соколов С. Н. Язык авесты. Изд-во Ленинградского ун-та. 1964. 414 с.

(Nobeigums nākamajā numurā)

NO LĀPU TELEGRĀFA LĪDZ GAISMVADSĀKARIEM

JURIS BIRZVALKS,
GĻEBS KOTOVICŠ,
KURTS ŠVARCS

Rakstā sniegts pārskats par sakaru tehnikas attīstības iezīmīgākajiem posmiem no senlaikiem līdz mūsdienām, īpašu vērību veicot dažiem relatīvi maz zināmiem aspektiem, piemēram, S. Morzes personībai un biogrāfijai. Aplūkoti vairāki informācijas teorijas pamatjēdzieni. Raksta nobeigumā pastāstīts par RPI un Rīgas telegrāfa un telefona centrāles darbinieku izstrādāto sakaru iekārtu; šā darba autoriem 1985. gadā piešķirta Latvijas PSR Valsts prēmija.

SENIE OPTISKIE TELEGRĀFI

Optikas aizsākumi ir meklējami senajās civilizācijās. Senajā Grieķijā Eiklīds (365?—300? p.m.ē.) jēdzienu par taisni — īsāko attālumu starp diviem punktiem (īsāko — Eiklīda ģeometrijas ietvaros!) pārņēma no optikas, no gaismas stara taisnvirziena izplatīšanās. Novirzes no šīs taisnvirziena izplatīšanās — gaismas difrakcija, kā arī laušana nevienādabīgās vidēs, piemēram, nedaudz arī atmosfērā, — tika atklātas krietni vien vēlāk.

Daudzas senās tautas briesmu gadījumos izmantoja gaismas signalizāciju — ugunsiskus un lāpas. Pirmo optisko telegrāfu ar lāpu signalizāciju radījuši senie grieķi 425. gadā p. m. ē.; šo izgudrojumu izmantoja arī senajā Romā. Vēlāk optiskie telegrāfi darbojās vairākās valstīs: 18. gadsimta beigās tādus uzbūvēja brāļi Šapi Francijā, K. Edzvērts — Anglijā, I. Kuļibins Krievijā. 1832. gadā Vācijā atklāja 500 km garu optiskā telegrāfa līniju (starp Berlīni un Koblencu), kura darbojās vairāk nekā divdesmit gadus.

ILGĀ CEĻA

RAKSTURĪGĀKIE POSMI

1880. gadā telefona izgudrotājs A. Bells veica eksperimentus, mēģinot pārraidīt skaņu ar modulēta (mainīgas intensitātes) gaismas stara starpniecību. Būtībā A. Bells radīja pirmo op-

tisko sakaru līniju, kuras darbības princips bija ļoti vienkāršs. Gaismas stars tika virzīts uz spogulīti, kurš bija piestiprināts mikroфона membrānai. Ar vienkāršu palīgierīci tika panākts, ka gaismas intensitāte mainījās skaņas svārstību tākti. Tātad būtībā tika izmantots amplitūdas modulācijas princips. Modulēto gaismas staru uztvēra selēna fotorezistors,* kas gaismas intensitātes izmaiņas pārvērtā elektriskajā maiņstrāvā. Telefonā strāvas svārstības tika pārvērtas skaņā.

Mūsdienās optisko sakaru kanālu un sistēmu radīšanai un signālu pārveidošanai izmanto optiskās šķiedras un lāzerus, kā arī hologrāfiju, optisko filtrāciju un nelineārās optikas efektus. Tomēr ceļš no lāpu telegrāfa līdz modernajam optisko sakaru — jeb, kā tagad pieņemts teikt, gaismvadsakaru — līnijām bija garš. Interesanti, ka ar gaismas izmantošanu sastopamies šā ceļa sākumā un beigās, bet vidusposmā cilvēce lika lietā visdažādākā garuma elektromagnētiskos viļņus, kā arī dažādu frekvenču strāvas un spriegumus (vadu sakariem). (Par «vidusposmu» jārunā nosacīti: patiesībā tas turpinās vēl tagad.)

Tabulā parādīti šā zinātniski tehniskā ceļa galvenie posmi.

* Iekšējo fotoefektu — gaismas izraisīto fotovadītspēju selēnā — 1852. gadā atklāja J. Hitčfords. Pirmie rūpnieciskie fotorezistori parādījās jau 1875. gadā.

Svarīgākie telegrāfa, radio un optisko sakaru attīstības posmi

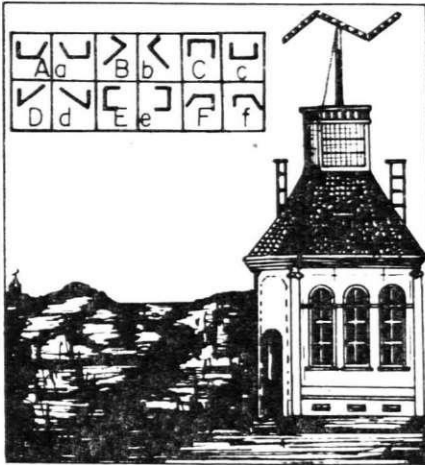
Gads	Autors	Izgudrojums, sasniegums
1837	S. Morze	Tiek radīta aparatūra un izgudrots kods (Morzes ābece) telegrāfa sakariem
1844	S. Morze	Pirmā telegrāfa līnija starp Vašingtonu un Baltimoru
1856	Dž. Kazelli	Pirmie eksperimenti fototelegrāfijā (attēlu pārraidīšanā). Plašāk ieviesās pēc fotoelementu izgudrošanas
1876	A. Bells	Patentēts telefona darbības princips. Plaša izmantošana, sākot ar 1879. g.
1880	A. Bells	Ar gaismas starpniecību tiek mēģināts pārraidīt skaņu
1887	H. Hercs	Elektromagnētisko viļņu eksistences eksperimentāls apstiprinājums; pirmie fotoefekta novērojumi
1888	A. Stojetovs	Priekšlikums izmantot fotoelementu attēla pārraidīšanai
1895	A. Popovs	Eksperimenti ar «zibens atzīmētāju». Antenas izgudrošana
1896	A. Popovs	Pirmā radiotelegrāfa pārraide
1901	G. Markoni	Radiopārraide no Anglijas uz Ņūfaundlendu (3600 km)
1920	—	Radiotelefons Maskava—Berlīne
1922	—	Maskavā sāk darboties radiostacija «Kominterne»
1934	—	Radiolokācijas aizsākumi
1936	—	Televīzijas centri Maskavā un Ļeņingradā
1938	—	Pirmie radiolokatori attāluma noteikšanai
1960	—	Pirmais lāzers
1962	—	Mēness virsmas lokācija ar lāzera staru
1965	—	Pirmais PSRS kosmisko sakaru pavadonis
1970	—	Optisko šķiedru (gaismvadu) izmantošana sakaru tehnikā
1982	—	Plaša optisko informācijas disku izmantošana videoiekārtās un skaņas reproducēšanai

ELEKTROMAGNĒTISKĀ TELEGRĀFA IZGUDROŠANA

Interesanta ir šā izgudrojuma vēsture. Kā jau minēts, līdz pat pagājušā gadsimta vidum vairākās Eiropas valstīs izmantoja optisko telegrāfu ar semaforu. Noteiktām semafora sviru pozīcijām (izvietojumiem) atbilda dažādi burti (1. att.). «Semafor» ir grieķu izcelsmes vārds: *sēma* — «zīme», *phoros* — «nesējs». Jūrniecībā vēl mūsdienās izmanto semafora tipa informācijas pārraides sistēmu: dažādiem burtiem atbilst dažādi roku stāvokļi. (Protams, tagad šādus līdzekļus izmanto tikai lokālām pārraidēm mazos attālumos, piemēram, manevrējot ostās.) Optiskajiem

telegrāfiem semafora torni atradās 4—5 km cits no cita. Tos cēla augstās vietās vai uz speciāliem mākslīgiem pauguriem. No pirmā semafora informācija tika pārraidīta uz otro, tad uz trešo un tā tālāk. Tas bija lēns un darbietilpīgs process. Operators ar tālskati novēroja un pierakstīja raidošā semafora stāvokli un pēc tam atbilstošā veidā fiksēja sava semafora sviras pārraidei uz nākamo torni.

Šo pārraides sistēmu pazina arī Semjuels Morze. S. Morze dzimis 1791. gadā Masačūsetsas štatā un 19. gadsimta divdesmitajos gados jau bija atzīts mākslinieks. Viņš bija dažus gadus mācījies Anglijā, kā arī apceļojis vairākas Eiropas valstis. Izgudrotāja darbībai S. Morze nopietni pievērsās 1832. gadā, pēc tam, kad, ar



1. att. Brāļu Sapu telegrāfs.

kuģi dodamies atpakaļ uz Ameriku, viņš garlaidīgā ceļojuma laikā ieinteresējās par elektromagnētismu.

Deviņpadsmitā gadsimta sākums bija bagāts ar jauniem atklājumiem fizikā. Sai laikā tika likti pamati mūsdienu optikai un mācībai par elektromagnētismu. 1801. gadā angļu zinātnieks Tomass Jangs atklāja gaismas interferenci, līdz ar to pierādīdams gaismas viļņveida dabu. Nedaudz vēlāk (E. Malī, 1810. g.; O. Ž. Frenels, 1815.—1823. g.; D. F. Arago, 1811. g.; D. Brūsters, 1815. g. u. c.) tika atklāta gaismas polarizācija, dubultlaušana un izstrādāti kristāloptikas pamati.*

Strauji attīstījās arī elektrisko parādību pētījumi. Gadsimtu šķirtnē — 1799. gadā — itāļu zinātnieks A. Volta izveidoja pirmo ķīmisko strāvas avotu. Tūlīt pēc tam (1800. g.) tika atklāts elektriskās strāvas izraisītās vadītāju silšanas efekts (A. Furkuda) un ūdens elektrolīze (V. Nikolsons). Nedaudz vēlāk (1802. g.) V. Nikolsons atklāja, ka elektriskā strāva izraisa izlādi gāzē līdz ar gaismas parādībām.

* Šie atklājumi 19. gs. beigās rosināja mākslīgās dubultlaušanas atklāšanu (Kerra efekts, Pokela efekts), kas, savukārt, ir to mūsdienu metožu pamatā, pēc kurām ģenerē un mērī īsus un ultraīsus lāzerstarojuma impulsus.

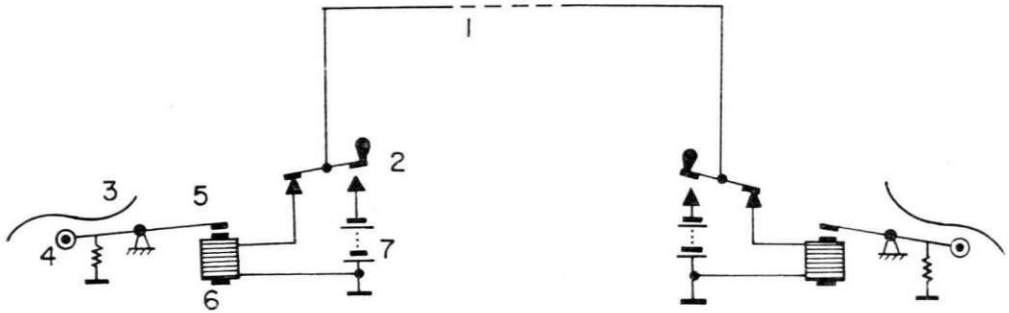
Dažādos strāvas izraisītos efektus nekavējoties mēģināja izmantot arī informācijas pārraidei, tomēr paliekoša nozīme bija tikai elektromagnētiskajiem efektiem.

Elektriskās strāvas daudzpusīgā saistība ar magnētismu un elektromagnētiskās indukcijas likums tika atklāti un izpētīti 19. gadsimta divdesmitajos un trīsdesmitajos gados. 1820. gadā dāņu fiziķis H. Erstedts atklāja elektriskās strāvas magnētisko lauku. Nedaudz vēlāk franču zinātnieks A. Ampērs formulēja hipotēzi, kurā magnētisko materiālu magnētismu izskaidroja ar elektriskajām mikrostrāvām (molekulārajām strāvām) vielā. Ampērs formulēja arī strāvu mijiedarbības likumus, bet to mūsdienīgo formu ieviesa Ž. B. Bio un F. Savārs.

Ampēra ieteikto mikrostrāvu modeli, protams, modificētu un pilnveidotu kvantu mehānikas un elektrodinamikas atziņu gaismā, vēl tagad izmanto magnētisko materiālu īpašību skaidrojumam.

Tā soli pa solim veidojās mūsdienu elektrodinamikas un elektrotehnikas pamati. 1822. gadā J. Šveigers izgudroja galvanometru — pirmo elektriskās strāvas mērinstrumentu. Nedaudz vēlāk — 1826. gadā — vācu zinātnieks G. S. Oms atklāja elektrisko ķēžu pamatlikumu, kas vēlāk tika nosaukts viņa vārdā. 1830. gadā K. F. Gauss formulēja elektrostatikas pamatlikumu (Gausa teorēmu); tai pašā gadā Dž. Henrijs novēro elektromagnētiskās indukcijas parādību — neatkarīgi no M. Faradeja, kas nākamajā, 1831. gadā publicē sistemātisku šo parādību aprakstu un tiek pelnīti uzskatīts par elektromagnētiskās indukcijas likuma atklājēju. Prinstonas universitātes (ASV) profesors Džozefs Henrijs uzbūvējis arī lieljaudas elektromagnētus (1828. g.), izgudrojis elektromagnētisko releju, atklājis pašindukcijas parādību (1832. g.) un radījis vienu no pirmajiem elektromotoriem (ar svārstīgu enkuru) un elektromagnētiskā telegrāfa modeli («prototipu»). S. Morzes un Dž. Henrija personiskajiem kontaktiem bija liela nozīme Morzes darbā.

S. Morzes darbība telegrāfa radīšanā spilgti apliecina, ka intuīcija un fanātiska aizraušāns zinātniskajā jaunradē ir tikpat svarīgas kā plašās faktu zināšanas. S. Morze strādāja pie elektromagnētiskā telegrāfa idejas apmēram piecus gadus (1832.—1837. g.), maz rūpējoties par savu



2. att. S. Morzes telegrāfs: 1 — līnija, 2 — atslēga, 3 — lente, 4 — rakstošais ritenītis, 5 — enkurs, 6 — elektromagnēts, 7 — baterija.

materiālo labklājību. Pirms tam viņam jau bija mākslinieka vārds un Ņujorkas universitātes profesora štata vieta, kuru viņš pameta. No laika-biedru atmiņām ir zināms, ka bieži viņam nācās ciest trūkumu. Daudz viņam palīdzēja Dž. Henrijs.

Pirmo reizi S. Morze demonstrēja savu izgudrojumu Ņujorkas universitātē 1837. gadā, bet 1844. gadā sāka darboties pirmā telegrāfa līnija regulārām pārraidēm starp Vašingtonu un Baltimoru; līnijas garums bija ap 80 kilometru.

Pirmās telegrāfa līnijas iekārtošanai tika mēģināts izmantot kabeli. Gan S. Morzes pieredzes trūkuma, gan arī viņa palīgu nekompetences dēļ kabelim tika lietots vara vads bez izolācijas. Protams, pa šādu kabeli telegrammas nevarēja pārraidīt. (Izolēti vadi tolaik bija krietni dārgi.) Izmisumā S. Morze vēlreiz lūdza konsultāciju profesoram Dž. Henrijam. Tika ieteikts vienkāršs un drošs risinājums: piestiprināt neizolētos vadus pie koka stabiem, kā izolatorus izmantojot stikla pudeļu augšdaļas. Vēlāk šādas telegrāfa līnijas — ar kailiem vadiem, kas nostiprināti uz izolatoriem, — ieviesās visā pasaulē. Tās izmanto arī tagad ar domājams, izmantos vēl ilgi, turklāt ne tikai telegrāfa signālu pārraidei vien; pilnveidota ir tikai izolatoru konstrukcija, un to materiāls ir cits.

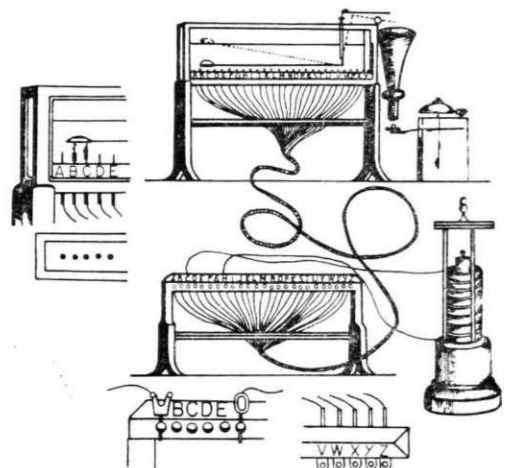
Ap 19. gadsimta vidu Morzes telegrāfa sistēmas darbojās ne tikai ASV teritorijā, bet arī Eiropā un citur.

Kā daudzi izcili atklājumi un izgudrojumi, arī S. Morzes telegrāfs (2. att.) bija nevis pirmais,

bet gan tehniski dzīvotspējīgākais risinājums. Aplūkosim īsumā arī citus.

Pirmo elektrisko telegrāfu 1809. gadā Minhenē uzbūvēja dabaszinātnieks Z. T. Zemmerings (3. att.). Viņš izmantoja vairāk nekā 35 vadus, un katrs no tiem bija saistīts ar noteiktu burtu vai ciparu. Ieslēdzot kādā no tiem strāvu, atbilstošajā indikatorcaurulītē sākās elektrolīze — izdalījās gāzes burbulīši, dodot ziņu, ka tiek pārraidīts tāds un tāds burts vai cipars.

1828. gadā P. Šillings Pēterburgā izveidoja elektromagnētisko telegrāfu ar galvanometru kā informācijas indikatoru (informāciju reģistrēja



3. att. Z. T. Zemmeringa telegrāfs.

pēc strāvas impulsa skaitliskās vērtības — strāvas stipruma). Gadu vēlāk viņš uzbūvēja seškanālu (sešas elektriskās līnijas ar galvanometriem) sistēmu teksta pārraidīšanai, kuru samontēja Ziemas pilī Pēterburgā.

1833. gadā ievērojama vācu matemātiķis K. F. Gauss kopā ar V. Vēberu Getingenes universitātē izveidoja elektromagnētiskā telegrāfa līniju starp observatoriju un laboratoriju. Aparatūra vēl šodien ir redzama Getingenes universitātes muzejā.

Turpretī Morzes telegrāfs nav «muzeja eksponāts».

S. Morzes nopelns ir ne vien efektīvas, vienkāršas un drošas telegrāfa aparatūras radīšana (sk., piem., grām.: Grabinskis A., Petersons L. Signālu pārraide un elektrosakari. R., 1984, 42.—44. lpp.), bet arī racionāla koda izveidošana. Nav jādodomā, ka Morzes kods satur tikai divus elementus — «punktu» un «svītru»; vēl ir «īšā pauze» (koda elementu atdalīšanai) un «garā pauze» (burtu un ciparu atdalīšanai).

Koda jēdziens ir sarežģīts. Vienkāršoti to var definēt kā norunas ceļā akceptētas, viennozīmīgas atbilstības kārtulas starp divām dažādām informatīvo elementu kopām (Morzes kodā, piem., starp burtiem un cipariem, no vienas puses, un «punktu» un «svītru» kombinācijām, no otras). Var teikt, ka rakstītais burts (resp. vārds) ir artikulētas skaņas (fonēmas) resp. šādu skaņu secības (runātā vārda) «kods». Gan jāteic, ka viennozīmība atbilstībā te ir tikai nosacīta, turklāt stipri atšķirīga dažādās valodās. Katrs, kas mācījies, piemēram, angļu valodu, labi zina, cik grūti ir iemācīties «atšķirīgo izrunu un rakstību».

Dažādie pasaulē pastāvošie (un, bez šaubām, arī kādreiz pastāvējušie, kā «atsifrētie», tā arī

vēl «neatsifrētie») alfabēti utt. ir dažādi šāda veida «kodi».

Atgriezīsimies pie Morzes koda. Tas ir nevienmērīgs kods: burtam, ciparam vai zīmei (pat atsevišķai frāzei, «dienesta ziņojumam») atbilst kombinācijas, kas satur no viena līdz sešiem elementiem. Kodā — un tas ir īpašs S. Morzes nopelns, jo tolaik optimālās kodēšanas teorija vēl nepastāvēja, — ņemta vērā angļu valodas statistika: visbiežāk sastopamajiem burtiem e, t, i, a atbilst visīstākās koda kombinācijas (., -, .-, -). Šo kodu joprojām izmanto (tiesa gan, ne teletaipa sakariem), jo tas ir ērts (signālu pēc neilgas vingrināšanās var uztvert ar dzirdi), un pārraide ir realizējama ar ļoti vienkāršu aparatūru.

Elektromagnētiskā telegrāfa attīstība veicināja progresu arī attēlu pārraidīšanas jomā. 1843. gadā A. Bains ieteica sistēmu, kurā attēlu pārraidīja pa punktiem, notaustot pa rindām. 1884. gadā P. Nipkovs piedāvāja izmantot notaustīšanai disku ar caurumiņiem. Pirmās televīzijas pārraides notika mūsu gadsimta divdesmitajos gados, bet pirmie kosmiskie sakaru tehnikas līdzekļi — sakaru pavadoņi — sāka ieviesties sešdesmitajos gados. Pašreiz šos pavadoņus izmanto gan starpkontinentālajām radio un televīzijas pārraidēm, gan arī radiotelefona un radiotelegrāfa sakariem.*

* Sk. Grabinskis A. Zemes mākslīgie pavadoņi un elektrosakari. — Zvaigžņotā Debess, 1984./85. gada ziema (10.—14. lpp.) un 1985. gada pavasaris (27.—33. lpp.).

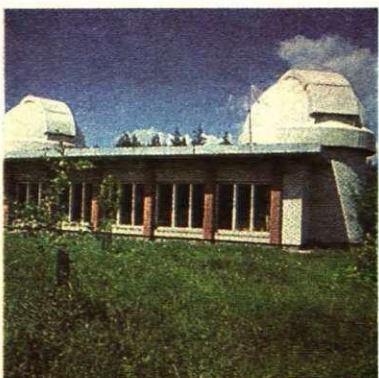
(Nobeigums nākamajā numurā)



Ceļrādis uz Radioastrofizikas observatoriju.



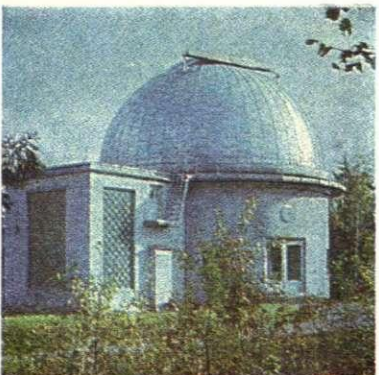
Viena no observatorijas ēkām Riekstukalnā.



Observatorijas 55 cm teleskopu paviljons.



Observatorijas 10 m radioteleskops.



Šmita teleskopa tornis.



Šmita teleskops (spoguļa diametrs 120 cm).

(Sk. A. Balklava rakstu «Astronomijai Zinātnu akadēmijā — 40», J. I. Straumes un A. Alkšņa foto.)



Birutes elku kalna augšējais laukums, kur 14. gs. beigās un 15. gs. sākumā atradusies no vizieru stabiem veidota astronomiskās novērošanas vieta.



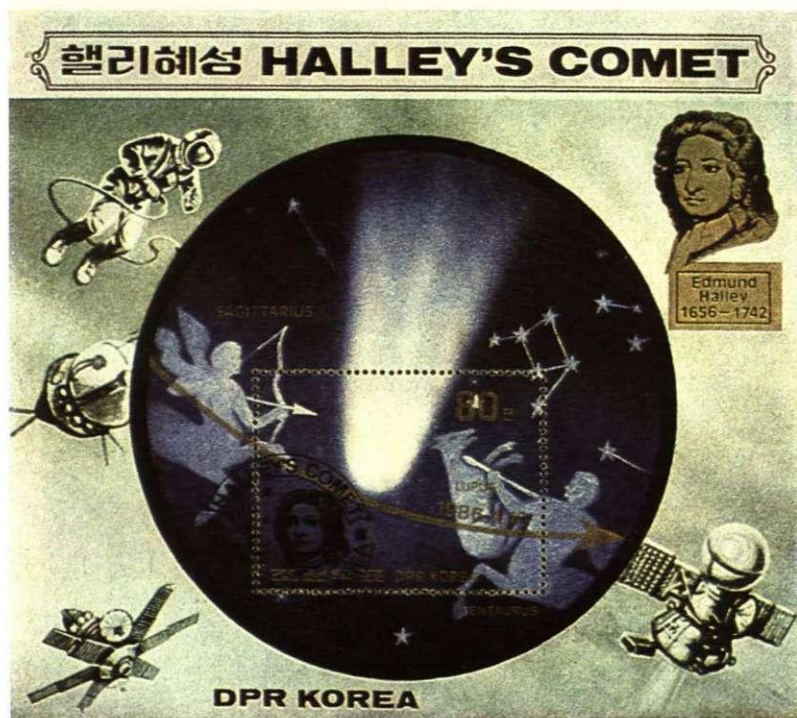
Atsegto stabu vietu paliekas Birutes elku kalna smilšu valnī. (Sk. L. Klimkas rakstu «Sena astronomiskās novērošanas vieta Palangā».)



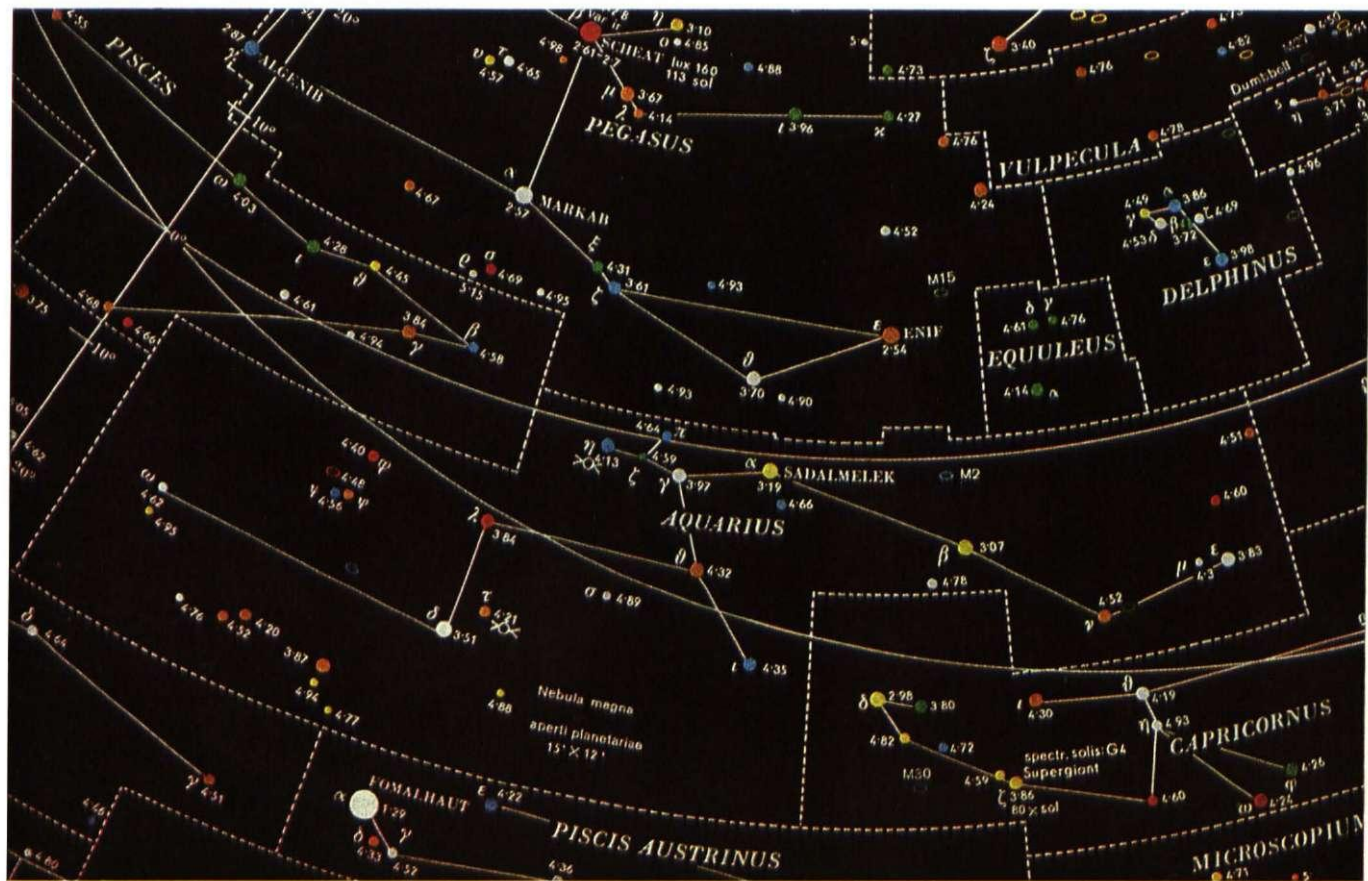
Saturns un tā gredzeni — miniatūrs un uzskatāms Saules sistēmas «bērnības» momenta attēls kosmiskā aparāta «Voyager-2» uzņēmumā no 21 miljona kilometru attāluma. (Sk. A. Balklava rakstu «Hipotēze par reliktiem komētu ķermeņu gredzeniem».)



Padomju pastmarkas, veltītas starptautiskajam kosmiskajam projektam «Venēra—Haleja komēta». *Pa kreisi* — automātiskā stacija «Vega-1» un shematisks Zemes, Venēras, Haleja komētas un kosmiskās stacijas lidojuma orbītas attēlojums uz Saules fona; *pa labi* — «Vega-1» nogādājusi uz Venēras nolaižamo aparātu un aerostatzondi.



Korejas TDR markas un bloks, veltīti Haleja komētai.



Odensvira zvaigznājs no 1959. gadā Prāgā izdotās kartes «Цветная карта северного неба».

Apzīmējumi: zils aplītis — B klases zvaigzne, balts — A klases zvaigzne, zaļš — F klases zvaigzne, dzeltens — G klases zvaigzne, oranžs — K klases zvaigzne, sarkans — M klases zvaigzne. Špožakai zvaigznei atbilst lielāks aplītis. Aplītis ar nevienlīdzības zīmēm sānos — meteoru plūsmas radiants. Zila elipse — lodveida zvaigžņu kopa, zaļa elipse — planetārais miglājs, sarkana elipse — ārpusgalaktiskais miglājs.



Cik liels ir Metagalaktikas kustības daudzuma moments un masa?

Visuma jeb, precīzāk sakot, Metagalaktikas — kā Visuma novērojamās daļas — īpašību un parametru izziņāšanai ir ļoti liela nozīme, lai varētu izveidot pareizus priekšstatus un pareizu kopainu par apkārtējo pasauli, kuras neliela, bet cieši ar to saistīta sastāvdaļa ir mūsu Zeme un arī cilvēks. Šāda veida pētījumi veicina arī kosmoloģijas tālāku attīstību, tādēļ tie vienmēr izraisa ne tikai kosmologu, bet visu astronomu interesi. No šā viedokļa uzmanību saista neliela pazīstamā argentīniešu astronoma Roberto F. Sistero publikācija, kas 1983. gadā parādījās vienā no autoritatīvākajiem starptautiskajiem astronomijas žurnāliem — «Astrophysical Letters».¹

Kā «Zvaigžņotajā Debesī» savā laikā jau stāstīts,² spožo kosmisko radiostarojuma avotu novērojumi, to pozīcijas leņķu un starojuma polarizācijas mērījumi ļāva angļu astrofizikim P. Bērčam 1982. gadā izvirzīt hipotēzi, ka Metagalaktika rotē, un novērtēt tās rotācijas leņķisko ātrumu ω_M ar $\approx 10^{-13}$ rad/gads. Šis novērtējums, kā parādījis R. F. Sistero, dod iespēju aprēķināt Metagalaktikas kustības daudzuma momentu un masu.

Tiesām, ja pieņem, ka Metagalaktika rotē kā kompakts sfērisks ķermenis, tad tās kustības daudzuma momentu J_M var aprēķināt pēc vienkāršas formulas $J_M = I_M \omega_M$, kur I_M ir Metagalaktikas inerces moments. To, kā

labi zināms no fizikas kursa, var izteikt šādi:

$$J_M = \frac{2}{5} M_M R_M^2, \text{ kur } M_M \text{ ir Metagalaktikas masa, bet } R_M \text{ — tās rādiuss. Metagalaktikas masu, savukārt, var aprēķināt arī tā: } M_M = V_M \rho_M = \frac{4}{3} \pi R_M^3 \rho, \text{ kur } V_M \text{ un } \rho \text{ ir attiecīgi}$$

Metagalaktikas tilpums un vidējais blīvums. Tātad Metagalaktikas kustības daudzuma momentu var aprēķināt arī pēc šādas izteiksmes:

$$J_M = \frac{8}{15} \pi R_M^5 \rho \omega_M.$$

Lai šo izteiksmi varētu lietot, jāzina zināmi pieņēmumi par R_M un ρ . Kā parasti dara kosmoloģijā, var pieņemt, ka Metagalaktikas rādiuss ir vienāds ar tā saukto Habla rādiusu, t. i., $R_M = c/H$, kur c ir gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā ($3 \cdot 10^{10}$ cm/s) un H ir Habla konstante (≈ 50 km/s·Mpc).³ Metagalaktikas vidējā blīvuma ρ vērtība, kā rāda novērojumi un to analīze, ir tuva 10^{-30} g/cm³. Tātad

$$J_M = \frac{8}{15} \pi \left(\frac{c}{H} \right)^5 \rho \omega_M = \frac{8}{15} \pi \left(\frac{3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}}{50 \text{ km/s} \cdot \text{Mpc}} \right)^5 \times 10^{-30} \text{ g/cm}^3 \cdot 10^{-13} \text{ rad/gads} \approx 1,2 \cdot 10^{61} \text{ g} \cdot \text{cm}^2/\text{s}.$$

Bet Metagalaktikas masai iegūstam šādu vērtību: $M_M \approx 2,7 \cdot 10^{65}$ g.

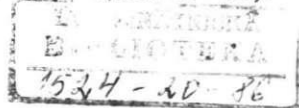
Jāatgādina, ka šie skaitļi nav precīzi. Faktiskās šo lielumu vērtības var atšķirties no te aprēķinātajām par vienu vai pat vairākām kārtām, jo, kā jau minēts, pastāv diezgan liela nenoteiktība kā Habla konstantes H , tā arī Metagalaktikas vidējā blīvuma ρ novērtējumā. Tas pats jāsaka arī par rotācijas leņķisko ātrumu ω_M .

Tomēr, kā savā pētījumā parādījis R. F. Sistero, ticamību tam, ka iegūtie skaitļi vismaz

¹ Astrophysical Letters, 1983, vol. 23, p. 235—237.

² Balklavs A. Vai Metagalaktika rotē? — Zvaigžņotā Debess, 1983. gada rudens, 7., 8. lpp.

³ Habla konstantes lielumu dažādi autori vērtē dažādi, proti, $H = 50 \div 100$ km/s·Mpc (1 Mpc = 10^6 pc = $3,0856 \cdot 10^{24}$ cm).



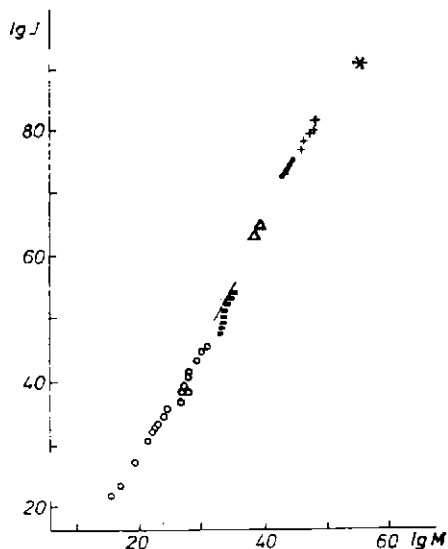
aptuveni pareizi raksturo atbilstošos lielumus, palielina divi faktori. Pirmkārt, Metagalaktikas kustības daudzuma moments J_M , kas aprēķināts, izmantojot ω_M , labi saskan ar to šā lieluma vērtību, ko 1976. gadā ieguvis padomju astrofizikis R. Muradjans, izmantojot neatkarīgu metodiku, proti, tā saukto vispārīnāto dimensionālo analīzi, kuru izstrādājis amerikāņu zinātnieks H. E. Hantlijs. Metagalaktikas kustības daudzuma momenta aprēķināšanai R. Muradjans ieguva izteiksmi:

$$J_M = G^{-1/2} M_M^{1/2} R_M^{3,2} \omega^2 = R_M \omega^2 M_M R_M G,$$

kur G ir gravitācijas konstante ($6,67 \cdot 10^{-8}$ $\text{dn} \cdot \text{cm}^2/\text{g}^2$). Izdarot noteiktus pieņēmumus par M_M un R_M , R. Muradjans apņēma, ka $J_M \approx 10^{62} \text{g} \cdot \text{cm}^2/\text{s}$.

Šī rezultātu saskaņība ir visai interesanta no tāda viedokļa, ka R. Muradjans Metagalaktikas kustības daudzuma momenta novērtēšanu ir izdarījis uz atšķirīgas, pat diametrāli pretējas koncepcijas bāzes. Proti, R. Muradjans ir viens no armēņu kosmogoniskās skolas pārstāvjiem, kas attīsta pazīstamā padomju astrofizika akadēmiķa V. Ambarcumjana kosmogonisko hipotēzi par pašreiz novērojamo kosmisko objektu rašanos no aktīviem superblīviem protogalaktiskiem kosmiskajiem ķermeņiem, tiem sairstot jeb dezintegrējoties iekšējās enerģijas rezultātā. Šī koncepcija ir alternatīva valdošajiem, resp., astrofiziku vairākuma pieņemtajiem un jau detalizēti izstrādātajiem Kanta—Laplasa—Džinsa uzskatiem, saskaņā ar kuriem zvaigznes un galaktikas rodas, kondensējoties hipotētiskai difūzai protogalaktiskai matērijai.

Armēņu kosmogoniskās skolas pārstāvji, balstoties uz modernās elementārdaļiņu fizikas sasniegumiem un to analīzi, postulē supermasīvas un līdz ar to superblīvas pirmatnējas elementārdaļiņas eksistenci; tai, kā jau elementārdaļiņai, piemīt noteikts kustības daudzuma moments jeb spins, kura vērtība šajā gadījumā ir milzīga. Fragmentējoties šai elementārdaļiņai, rodas jauni, mazāk masīvi kosmiskie objekti — zvaigznes, galaktikas un to kopas, kuras kustības daudzuma momenta nezūdamības likuma dēļ arī ir apveltītas ar kustības daudzuma momentiem, resp., tās rotē. Kā rāda pētījumi, arī tā iespējams izskaidrot



Kosmisko objektu universālā kustības daudzuma momenta un masas sakarība: ○ — planētu ķermeņi, ■ — galvenās secības zvaigzne, — — aptumsuma dubultzvaigznes, △ — lodveida kopas, ● — spirāliskās galaktikas, + — galaktiku kopas, * — Metagalaktika.

dažādiem kosmiskajiem objektiem pienītošās kustības daudzuma momenta vērtības, kuru izskaidrošana kondensācijas koncepcijai rada lielas grūtības. Tas liecina par armēņu kosmogoniskās skolas ideju noteiktu vērtību un šo ideju tālākizstrādāšanas un pētīšanas pamatotību un nepieciešamību.

Otrkārt, R. F. Sestero iegūtā Metagalaktikas kustības daudzuma momenta vērtība papildina universālo kustības daudzuma momenta un masas sakarību, kāda konstatēta kosmiskajiem objektiem. Kā redzams attēlā, Metagalaktikas kustības daudzuma momenta vērtība, ko noteicis R. F. Sestero (apzīmēta ar zvaigznīti), labi sakrīt ar sakarību (resp., turpina to), kāda konstatēta citiem gan mazākas, gan visai lielas masas kosmiskajiem objektiem. Tādēļ arī var uzskatīt, ka noteiktais Metagalaktikas kustības daudzuma moments un masa aptuveni pareizi raksturo šo lielumu patiesās vērtības.

A. Baiklavs

Jauni mazo planētu nosaukumi

1985. gada pēdējos mēnešos nosaukumi piešķirti 39 mazajām planētām. Desmit no tām ieguvušas astronomu un ar astronomiju saistītu personu vārdus. Tās aplūkosim sīkāk.

(1945) Wesselink — holandiešu izcelsmes amerikāņu astronoms A. Veselinks; strādājis vispirms Holandē, Leidenes observatorijā, vēlāk Dienvidāfrikā — Johannesburgā, bet tagad — Jeila observatorijā ASV.

(2466) Golson — amerikāņu astronoms Džons Golsons (1927—1984), sākumā Makdonalda observatorijas nakts asistents, vēlāk — Kīpikas observatorijas vietas izmeklēšanas ekspedīcijas dalībnieks; šajā observatorijā viņš arī sāka strādāt par novērotāju.

(2516) Roman — amerikāņu astronome Nensija Greisa Romena, strādājusi sākumā Jērksa observatorijā, bet pēdējos divdesmit gados — vadošos amatos NASA sistēmā pie kosmisko lidojumu organizēšanas.

(2596) Vainu Bappu — indiešu astrofizikis Manali Kalats Vainu Bapu (1927—1982), Kodaikanalas observatorijas direktors (1860), vēlāk Indijas Astrofizikas institūta (Bangalūrā) dibinātājs un direktors. Daudz darījis astronomijas un astrofizikas attīstībai Indijā, starp citu, panāca 2,3 m teleskopa konstruēšanu un uzstādīšanu Kavalūrā (teleskops projektēts un uzbūvēts Indijā). Bijis Starptautiskās astronomijas savienības viceprezidents (1967—1973) un prezidents (1979—1982).

(2823) van der Laan — holandiešu astronoms Harijs van der Lāns, Leidenes observatorijas astronomijas profesors, gāzu miglāju radiostarojuma pētnieks.

(3219) Komaki — japāņu astronoms Kojiro Komaki (1903—1969), meteoru pētnieks, Japānas meteoru biedrības dibinātājs (1968) un vadītājs, astronomijas popularizētājs. Kopā ar sievu novērojuši 30 000 meteoru.

(3225) Hoag — amerikāņu astronoms Arturs Allens Hogs, Lavela observatorijas (Flagstafā) direktors (1977), fotogrāfiskās un fotoelektriskās fotometrijas speciālists, arī pazīstams astronomijas instrumentu konstruktors.

(3245) Jensch — VDR inženieris Alfreds Jenšs, astronomijas instrumentu konstruktors apvienībā «Carl Zeiss, Jena» jau nepārtraukti 40 gadus. Plaši pazīstami ir Jenša celostati. Lielais Tautenburgas observatorijas 2 m Šmita teleskops arī ir lielā mērā Jenša konstrukcija. Tautenburgas astronomi F. Berngens un K. Kiršs ar to atklājuši šo mazo planētu.

(3285) Ruth Wolfe — amerikāņu astronome un matematike Ruta Fantone Vulfa, strādā ASV Ģeoloģijas pārvaldē, pēti Saules sistēmas mazo ķermeņu orbītu evolūciju un šo ķermeņu sadursmes.

(3299) Hall — amerikāņu astronoms Džons Skovils Hols, Lavela observatorijas direktors (1958—1977), viens no zvaigžņu fotoelektriskās fotometrijas pionieriem infrasarkanajā diapazonā; kopā ar V. Hiltneru atklājis zvaigžņu gaismas polarizāciju.

Citu nozaru zinātniekiem veltītas šādas mazās planētas: (2488) Bryan — amerikāņu psihologs Viljams Lous Braians (1860—1955), pazīstams sabiedriskais darbinieks, Amerikas psihologu asociācijas prezidents (1903); (2496) Fernandus — amerikāņu zoologs Fernanduss Peins (1881—1977), Amerikas zoologu biedrības prezidents (1931); (2940) Bacon — angļu zinātnieks Frānsiss Bēkons (1561—1626); (3270) Dudley — amerikāņu inženieris Dadijs Raits.

Cetrām planētām ir sabiedrisko un militāro darbinieku vārdi: (3107) Weaver — amerikāņu zinātnieks Kenets Vīvers, viens no pazīstamā žurnāla «National Geographic Magazine» redaktoriem, nereti pats raksta šajā žurnālā par sasniegumiem kosmosa apgūšanā; (3199) Nefertiti — Ēģiptes faraona Ehnatona sieva, arī pati aktīvi piedalījusies valsts dzīvē; (3288) Seleucus — viens no Aleksandra Lielā karavadoņiem un (3317) Paris — Trojas kara varonis, Priama dēls.

Trīspadsmit planētas godina māksliniekus un rakstniekus: (2876) Aeschylus, (2921) Sophocles un (2930) Euripides — sengrieķu traģēdiju autori, (2934) Aristophanes — komēdiju autors; visi dzīvojuši senajās Atēnās — Eshils (525—456 p. m. ē.), Sofokls (496—406 p. m. ē.), Eiripīds (ap 480—406 p. m. ē.)

un Aristofans (ap 445—385 p. m. ē.). (2984) Chaucer — angļu dzejnieks Džefrijs Čosers (ap 1340—1400), (2985) Shakespeare — angļu dzejnieks un dramaturgs Viljams Šekspīrs (1564—1616), (2992) Vondel — holandiešu dzejnieks un dramaturgs Vondels (1587—1679), (2999) Dante — itāliešu dzejnieks Dante Aligjēri (1265—1321), (3000) Leonardo — itāliešu mākslinieks un zinātnieks Leonardo da Vinči (1452—1519), (3001) Michelangelo — itāliešu mākslinieks Mikelandželo Buonaroti (1475—1564). (Tādā kārtā planētu numuri ap 3000 vairs nav veltīti pašai mazo planētu atklāšanas vēsturei, kā tas bija ap 1000. un ap 2000. nr.) Tālāk (3046) Molière — franču dramaturgs Moljērs (1622—1673), (3047) Goethe — vācu dzejnieks un dramaturgs Johans Volfgangs Gēte (1749—1832), darbojies arī kā valstsvīrs; (3079) Schiller — vācu dzejnieks un dramaturgs Fridrihs Šillers (1759—1805).

Atklājēju ģimenes locekļus un draugus iemūžina vārdi (3090) Tjossem un (3194) Dorsey. Ģeogrāfiskie nosaukumi ir planētām (3033) Holbaek — pilsēta Dānijā, (3057) Malaren — ezers Zviedrijā, (3124) Kansas — štats ASV, nosaukta par godu 100 gadiem, kopš Kansasas universitātē māca astronomiju (1885); (3133) Sendai un (3165) Mikawa — pazīstamu Japānas astronomisko observatoriju vietas.

Lai saraksts būtu pilnīgs, atliek vēl pievienot (2309) Mr. Spock — šīs planētas atklāja ... kaķi! Kaut gan tas nav pirmais gadījums, kad astronomu mīluļi nonāk debesis, tomēr Starptautiskās astronomijas savienības 20. komisija (Mazās planētas un komētas) neiesaka turpmāk dot šādus vārdus debess ķermeņiem.

I. Rudzinska, M. Dīriķis

Zemes magnētiskais lauks bremzē ZMP

Zemes mākslīgie pavadoņi, riņķodami ap Zemi, ir pakļauti planētas ārējo atmosfēras slāņu blīvuma variācijām. To ietekmē mainās

gan aprīņojuma periods ap Zemi, gan ZMP mūža ilgums. Tātad, lai prognozētu ZMP eksistēšanas ilgumu un novērošanas laiku, nākas ņemt vērā arī informāciju par augšējās atmosfēras fizikālo stāvokli. Savukārt novērojumu gaitā iegūtie dati par ZMP orbitālās kustības parametru izmaiņām ļauj spriest par Zemes augšējās atmosfēras ipašībām.

Pēdējā laikā šai sakarību lokā tiek ietverta arī ģeomagnētiskā aktivitāte, kuras ietekmē mainās atmosfēras gaisa blīvums.

Plašs pētījums par ģeomagnētiskās aktivitātes ietekmi uz ZMP kustību veikts Lietiškās ģeofizikas institūtā. Par raksturīgu ZMP kustības parametru izvēlēts tā aprīņojuma periods. Šā lieluma izmaiņām meklēta korelācija ar Saules aktivitāti un tiešajiem ģeomagnētiskajiem rādītājiem. Tika salīdzināti Saules radiostarojuma plūsma 10,7 cm viļņu garumā, ziņas par uzliesmojumiem, starplanētu magnētisko sektoru lauka virzienu izmaiņas un ģeomagnētiskās aktivitātes rādītāji K_p un D_{st} . Aplūkotās iespējamās ZMP aprīņojuma perioda izmaiņas dažādos laika intervālos pēc ģeomagnētisko perturbāciju sākuma (ar 0—21 stundu nobīdi).

Aprēķinu rezultātā konstatēts, ka ZMP orbitālās kustības ātrums tiešām ir atkarīgs no ģeomagnētiskā lauka stāvokļa. Kad ZMP atrodas perigejā, tie visstiprāk reaģē uz ģeomagnētisko aktivitāti, kas bijusi vērojama pirms 18—6 stundām. Tas nozīmē, ka magnētiskais lauks ietekmē atmosfēras stāvokli aptuveni 300 km augstumā. Bet, ja tiek ņemtas vērā tās magnētiskā lauka izmaiņas, kas notikušas pirms 21 stundas, tad to ietekmes pēdas atrodamas plašākā intervālā — no 200 līdz 600 kilometru augstumā. Interesanti, ka atmosfēras reakcija visvairāk kavējas mazos ģeogrāfiskajos platumos ($\leq 30^\circ$). Atmosfēras efekts atkarīgs arī no magnētisko perturbāciju ilguma un amplitūdas. Saskaņā ar ārzemju autoru datiem, atmosfēras normālais stāvoklis atjaunojas tikai aptuveni 10 stundas pēc magnētiskās aktivitātes izbeigšanās.

N. Cimahoviča



ORBITĀLĀ STACIJA «MIR»

Saskaņā ar Padomju Savienībā īstenojamo kosmosa pētišanas un apgūšanas programmu, 1986. gada 20. februārī tika palaista jauna tipa orbitālā zinātniskā stacija «Mir». Uz tās pamata paredzēts izveidot pastāvīgi apdzīvojamu daudzfunkciju orbitālo kompleksu, kurā ietilps zinātnes un tautas saimniecības vajadzībām domāti specializēti orbitālie moduļi.

Pirmajās orbitālajās stacijās «Salūts» kosmonauti katru dienu pildīja visdažādākā rakstura uzdevumus: novēroja Zemi un tālus debess spīdekļus, audzēja kristālus, kopa augus utt. Vēlāk atzina, ka lietderīgāk ir sadalīt orbitālo ekspedīciju konkrētiem aktivitātes veidiem paredzētos periodos: apkalpe vairākas dienas nodarbojās tikai ar kaut ko vienu. Taču pētniecības uzdevumu skaits auga, transportkuģi piegādāja aizvien jaunas iekārtas, un orbitālā stacija dažkārt jau atgādināja daždažādu instrumentu un iekārtu noliktavu. Tādēļ tika nolemts turpmāk katru pētījumu virzienu īstenot specializētā modulī — laboratorijā, kura jau uz Zemes tiek aprīkota ar visu darbam nepieciešamo un pēc ievadīšanas orbitā piešlēdzas bāzes stacijai.

Atbilstoši šai idejai radīta orbitālā stacija «Mir» — centrālais bloks, kuram jākalpo par saiti starp specializētajiem moduļiem un transportkuģiem un jānodrošina orbitālā kompleksa vadība. Pēc masas, gabarītiem un ārējā apveida jaunā stacija atgādinā «Salūts»,¹ taču pēc iekārtojuma un aprīkojuma radikāli atšķiras no tiem.

¹ Piemēram, «Salūta-7» sākotnējā masa bija 19 t, garums — 15 m, maksimālais diametrs — vairāk nekā 4 m, viss hermetizētais tilpums — nepilni 90 m³, to skaitā brīvais — nepilni 50 m³ (šeit un turpmāk — pēc enciklopēdijas «Космонавтика» datiem).

Stacijas «Mir» priekšgalā ierīkots lodveida pārejas nodalījums, kurā ir veseli pieci sakabināšanās mezgli: galvenais, kas vērsts uz priekšu, un četri sānu mezgli — uz augšu, uz leju, pa kreisi, pa labi no galvenā.² Gan pilotējamie transportkuģi, gan specializētie moduļi piesūks pie galvenā sakabināšanās mezgla, taču moduļus pēc tam īpaši manipulatori pārvietos pie kāda sānu mezgla. Pārejas nodalījums kalpos arī apkalpes locekļu iziešanai atklātā kosmosā.

Orbitālās stacijas pakalgalā iekārtots vēl sestais sakabināšanās mezgls, kurš domāts kravas transportkuģu un arī pilotējamo kosmosa kuģu uzņemšanai. Taču vajadzības gadījumā tam iespējams pieslēgt lielu specializēto papildmoduļi, tādējādi vēl vairāk paplašinot orbitālo kompleksu.

Galvenā hermetizētā telpa jaunajā orbitālajā stacijā sadalīta darba nodalījumā un dzīvojamajā nodalījumā. Darba nodalījums, kurā uzstādīta centrālā vadības pulsts, atrodas tūlīt aiz pārejas nodalījuma.

Dzīvojamajā nodalījumā atrodas stacionārs ēdamgalds, sienā iebūvēta bufete un atvēršams galds aparatūras remontēšanai. Brīvajā grīdas laukumā starp darba nodalījumu un ēdamgaldu ir atbīdāms panelis, zem kura atrodas augšup izvelkams veloergometrs, bet otrpus galda grīdā ir iemontēts tretbāns. Tomēr pats ievērojamākais šajā nodalījumā ir kajītes, kas izvietotas pa labi

² Orbitālajām stacijām «Salūts-1» — «Salūts-5» bija viens sakabināšanās mezgls (priekšgalā), «Salūtam-6» un «Salūtam-7» — divi (priekšgalā un pakalgalā).

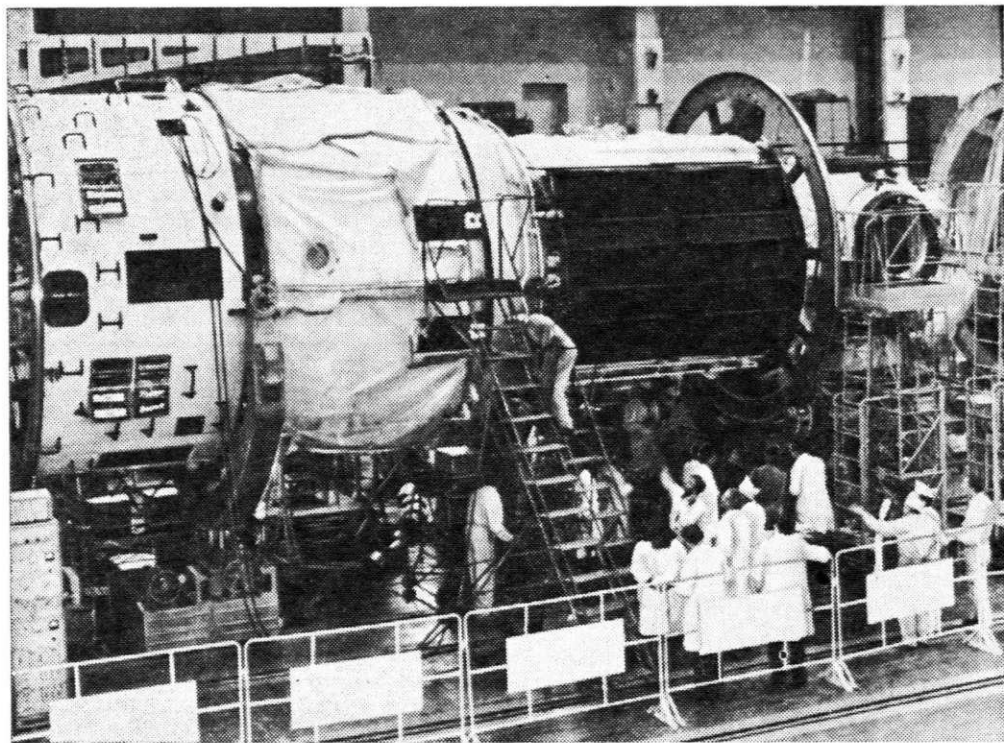
un pa kreisi no trešbāna un atdalītas no kopējās telpas ar skaņu slāpējošiem aizkariem. Katrā kajītē ir savs neliels iluminators, atvāzams sēdekļis, spogulis un vieta guļammaisam. Tiesa, kosmonautiem gan nākas gulēt vertikāli attiecībā pret grīdu, taču bezsvara stāvoklī tam nav nozīmes.

Vēl dziļāk orbitālajā stacijā, blakus agregātu un instrumentu nodalījumam, iekārtota kabīne ar sanitārās higiēnas ierīcēm.

Orbitālajai stacijai «Mir» ir daudzi iluminatori, tā ka iespējams palūkoties praktiski jebkurā virzienā, piemēram, caur grīdā iemontēto iluminatoru var novērot Zemes virsmu. Tie visi aprīkoti ar ciešiem «aizvirtņiem», jo citādi mikro-meteorītu trāpījumu un apstarojuma dēļ stikls

pakāpeniski zaudē caurspīdību. Griestos ir iebūvētas luminiscences spuldzes, tāpēc visos stacijas nodalījumos ir tikpat gaišs kā dienas laikā uz Zemes. Tāpat visumā šajā orbitālajā stacijā ir komfortabli dzīves apstākļi.

«Mir» bortsistēmu un zinātniskās aparātūras, kā arī paša šā kosmiskā aparāta kustības vadīšana ir maksimāli automatizēta, izmantojot moderno skaitļošanas tehniku. Elektroniskajiem ierīcēm pārnēmuši savā ziņā daudzas ik dienas veicamas operācijas, kuras senāk prasīja apkalpei daudz laika. Skaitļošanas tehnika palīdz arī sastādīt racionālāko darba grafiku, «saka priekšā» kosmonautiem kārtējās operācijas pēfījumu veikšanas gaitā, atgādina viņiem, kad sākami un beidzami eksperimenti.



1. att. Padomju orbitālā zinātniskā stacija «Mir» pirms lidojuma. Lielākajā cilindrā (pa kreisi) izvietoti pakalējais sakabināšanās mezgls, agregātu un instrumentu nodalījums un daļa hermetizēto telpu, mazākajā cilindrā (vidū) — arī hermetizētās telpas, pa labi — pārejas nodalījums ar pieciem sakabināšanās mezgliem. (TASS fotohronikas attēls.)



2. att. Orbitālās stacijas «Mir» pirmā apkalpe — padomju kosmonauti Leonīds Kizims un Vladimirs Solovjovs. (TASS fotohronikas attēls.)

Salīdzinājumā ar «Salūtiem» jaunajai orbitālajai stacijai ir lielāki Saules bateriju paneļi — to platība sasniedz 76 kvadrātmetrus.³

Orbitālā stacija «Mir» tika ievadīta apmēram 350 km augstā un 51,6 grādu slīpā orbītā, t. i., apmēram tādā pašā kā «Salūts-7». Lidojuma sākumposmā tika pārbaudīti tās konstrukcijas

³ «Salūta-7» Saules bateriju paneļu platība sākotnēji 60 m² (pēc paplašināšanas lidojuma gaitā gandrīz pusotras reizes vairāk).

elementi, bortsistēmas un aparatūra, izmēģināta un slīpēta orbitālās stacijas vadīšana, izmantojot retranslācijas pavadoņus.

15. martā ar pilotējamo kosmosa kuģi «Sojuz T-15» orbitālajā stacijā «Mir» ieradās pirmā apkalpe — kosmonauti Leonīds Kizims un Vladimirs Solovjovs, bet 21. martā stacijai pieslēdzās pirmais kravas transportkuģis — «Progress-25».

(Pēc padomju preses materiāliem)

TRĪS KOSMISKĀS TIKŠANĀS

Laikposms no pagājušā gada septembra vidus līdz šā gada marta vidum, lai arī tikai pusgadu ilgs, bija ārkārtīgi bagātīgs Saules sistēmas izpētē ar kosmiskajiem aparātiem: tie sasniedza veselus trīs debess ķermeņus, kuri agrāk ne reizi nebija pēfīti tuvplānā! Hronoloģiski pirmais un pēdējais to ceļamērķis bija komētas: galvenokārt astronomijas interesentiem pazīstamā Džakobīni—Cinnera komēta, kurai viens apriņķojums ap Sauli ilgst tikai 6,6 gadus, un visplašākajā sabiedrībā populārā Haleja komēta, kura ierodas Saules tuvākajā apkaimē reizi 76 gados. Starplaikā detalizētas izpētes objekts bija Saules sistēmas septītā planēta — par Zemi daudz lielākais (pēc diametra — 4, pēc masas — gandrīz 15 reizes), taču trīs miljardus kilometru tālais, tādēļ ar neapbruņotu aci nesa-skatāmais Urāns.

CAURI DŽAKOBĪNI—CINNERA KOMĒTAS ASTEI

Ar Rietumeiropas līdzdalību ekipētais amerikāņu kosmiskais aparāts ISEE-3 1978. gadā tika ievadīts sistēmas Saule—Zeme lībrācijas punktā L₁, lai kopīgi ar ASV un Rietumeiropā izstrādātajiem pavadoņiem ISEE-1 un ISEE-2 pēfītu, kā uz Saules un starpplanētu telpā norisošie procesi ietekmē Zemes magnetosfēru. 1982. gada 10. jūnijā ISEE-3 atstāja šo vietu un, pusotra gada laikā piecas reizes lidodams cieši garām Mēnesim, tā gravitācijas ietekmē pakāpeniski uzņēma ātrumu, kāds bija vajadzīgs lidojumam uz Džakobīni—Cinnera komētu. Savu jauno, misijas sākotnējā programmā nekādi neparedzēto ceļamērķi kosmiskais aparāts, kurš sakarā ar pēfīniecības uzdevuma maiņu bija pārdēvēts par ICE (International Cometary Explorer), sasniedza 1985. gada 11. septembrī — septiņus gadus pēc starta no Zemes (sk. 2. tab.).*

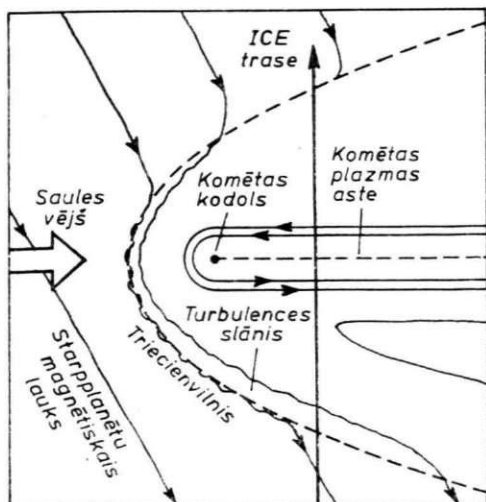
* Par ICE konstrukciju un sīkāk par tā sākotnējo misiju un lidojumu pretim komētai sk.: M ū k i n s E. Pirmā tikšanās ar komētu. — Zvaigžņotā Debess, 1986. gada pavasaris, 29.—32. lpp.

Ar ICE zinātnisko ekipējumu bija iespējams vispusīgi zondēt komētas plazmas apvalku, kuru veido no kodola izplūdušās un Saules starojuma jonizētās gāzes, un tā mijiedarbību ar Saules vēju. Ar vienu instrumentu varēja arī netiešā veidā mērit komētas putekļu apvalka blīvumu, turpretī neitrālo gāzu apvalka un paša kodola izpētei šajā kosmiskajā aparātā nekādu instrumentu nebija (sk. 1. tab.).

Sākotnējā projektā paredzētais lidaparāta at-tālums no Zemes bija tikai 1,5 miljoni kilometru (tādēļ to pat neaprikoja ar virziendarbīgu sa- karu antenu), turpretī komētas sastapšanas brīdī sasniedza 70 miljonus kilometru, padarot no ICE pienākošos radiosignālus apmēram 2000 reizu vājākus. Tomēr lidojuma kulminācijas stun-dās, pateicoties vislielāko un visjutīgāko uztvē-rējsistēmu iesaistīšanai šajā pasākumā, iegūto datu pārraides temps bija tikai divas reizes ma-zāks par nominālo un tādējādi ļāva bez zudu-miem translēt uz Zemi visu komētas izpētei no-derīgo instrumentu mērījumus.

Pirmās ar Džakobīni—Cinnera komētu saistītās (tās apkārtnes magnētiskajos laukos paātrinātās) augstas enerģijas sūkdaļiņas ICE reģistrēja 20 stundas pirms tikšanās, kad līdz komētas ko-dolam bija vēl aptuveni pusotra miljona kilo-metru. Apmēram 100 minūtes pirms visciešākās tuvošanās brīža, kad attālums bija samazinājies līdz 135 000 km, kosmiskais aparāts sastapa kaut ko līdzīgu triecienvilnim, kāds mēdz veidoties starpplanētu vidē, Saules vējam saduroties ar kādu šķērsli. Taču atšķirībā no planētas ietve-rošajiem triecienvilņiem, kuros magnētiskā lauka intensitāte ir daudz augstāka nekā brīvā starp-planētu telpā un tā virziens haotiski mainās, ko-mētas apkaimē bija vērojamas būtībā tikai da-žāda mēroga deformācijas starpplanētu magnē-tiskajā laukā (1. att.). Triecienvilņu zonām visai raksturīgo plazmas viļņu (plazmā izplatošos elektriskā lauka svārstību) intensitāte šā veido-juma šķērsošanas gaitā auga un dila neparasti lēni, tomēr maksimuma rajonā izrādījās augstāka nekā jebkurā vietā Zemes apkaimē.

Kosmiskās tikšanās kulminācijas brīdī ICE traucās garām Džakobīni—Cinnera komētas ko-



1. att. Džakobīni—Cinnera komētas jonizēto gāzu apvalks un ar to saistītās parādības apkārtējā starpplanētu telpā (shematiski, neievērojot mērogu) atbilstoši amerikāņu kosmiskā aparāta ICE mērījumiem. (Pēc projektā iesaistīto zinātnieku pirmajām publikācijām.)

dolam nepilnu 8000 km attālumā — taisni cauri tās astei. Jonizēto gāzu astes platums šajā vietā izrādījās ap 25 000 km (gandrīz četras reizes lielāks par prognozēto), un ar relatīvo ātrumu 21 km/s lidojošais kosmiskais aparāts uzturējās tajā nepilnas 20 minūtes. Augstas enerģijas protonu tur bija nesalīdzināmi mazāk nekā ārpusē, toties elektronu — kādas simt reizes vairāk nekā Saules vējā, plazmas temperatūra pazeminājās 10—20 reizu salīdzinājumā ar apkārtējo starpplanētu telpu, tika reģistrēti daudzi ūdens molekulu joni, krietni mazāk tvana gāzes jonu utt.

Džakobīni—Cinnera komētas putekļu aste, netieši mērot, izrādījās 10—100 reizu retinātāka nekā pēc vērtējumiem no Zemes, un to netieši apstiprināja arī ICE bortsistēmu darbība šajā lidojuma posmā. Ne ar kādu aizsargekrānu neapriktotais kosmiskais aparāts turpināja funkcionēt bez mazākajām bojājumu pazīmēm un, apmēram 95 000 km attālumā no komētas kodola vēlreiz šķērsojis triecienvilni, aizlidoja starpplanētu telpā.

HALEJA KOMĒTA VISOS RAKURSOS

Padomju starpplanētu lidaparāti jeb automātiskās stacijas «Vega-1» un «Vega-2» bija palaistas jau 1984. gada decembrī, lai ar nolaižamajiem aparātiem un aerostatzondēm vispirms pētītu Venēru un pēc tam, izmantojot šīs planētas pievilksanas spēku, dotos pretim Haleja komētai. Ar speciāli šādam mērķim radīto zinātnisko ekipējumu, kura izstrādē bija piedalījušās arī citas valstis, bija iespējams vispusīgi pētīt gan komētas kodolu, gan neitrālo gāzu un putekļu apvalku, gan jonizēto gāzu apvalku un tā mijiedarbību ar Saules vēju. Apvalka ārējās daļas, kurām «Vegas» lidoja cauri, varēja tiešā veidā zondēt ar maspektrometriem, plazmas viļņu analizatoriem utt., iekšējās — novērot tuvplānā ar telekamerām un spektrometriem (1. tab.). Šaurleņķa kameras uzņēmumos no provizoriskski plānotā 10 000 km attālumā katrs attēla elements aptvēra objekta laukumiņu 175 m diametrā, platleņķa kameras uzņēmumos — gandrīz desmit reizes lielāku.

Rietumeiropas valstu kosmiskais aparāts «Giotto» (2. att.) bija domāts vienīgi Haleja komētas izpētei, turklāt praktiski tajos pašos aspektos kā «Vega-1» un «Vega-2». Zinātnisko instrumentu tajā bija mazāk un daži no tiem pēc konstrukcijas un iespējām pieticīgāki: divus diezgan plaša diapazona spektrometrus aizstāja viens vienīgs atsevišķās šaurākās joslās funkcionējošs fotometrs-polarimētrs, divu telekameru vietā bija tikai viena. Toties šīs vienīgās šaurleņķa kameras uzņēmumos no 1000 km attālumā, uz kādu aptuveni orientējās «Giotto» televīzijas eksperimenta plānā, katrā attēla elementā ietilpa novērojamā objekta laukumiņš, kura diametrs bija tikai 25 metri!

Lai optiskie instrumenti varētu izsekot komētas ļoti straujajai kustībai attiecībā pret kosmisko aparātu, abām «Vegām» tie pirmo reizi padomju kosmonautikas praksē bija novietoti uz autonomi notēmējamās un stabilizējamās platformas (3. att.). Rietumeiropas kosmiskajam aparātam «Giotto», kurš lidoja gandrīz tieši virsū komētas kodolam, pietika telekameru nekustīgi piestiprināt pie korpusa tā, lai objektīvs lūkotos taisni lidojuma virzienā.

Komētu izpētei izmantoto kosmisko aparātu zinātniskais ekipējums

Pētījumu virziens	Zinātniskais instruments	Vega-1, Vega-2	Giotto	Suisei	Sakigake	ICE
Komētas kodola un tā tuvākās apkāmes tālzon-dēšana	Televīzijas kameras	2	1	1 ¹	—	—
	Kartējošais infrasarkanais spektrometrs	1	—	—	—	—
	Trīsdiapazonu (UV, RG, IS) spektrometrs	1	—	—	—	—
	Astoņkanālu fotometrs-polarimētrs	—	1	—	—	—
Komētas putekļu un gāzu apvalka tieša zon-dēšana	Putekļu detektors un masas analiza-tors	4	2	—	—	—
	Putekļu vielas masspektrometrs	1	1	—	—	—
	Neitrālo gāzu masspektrometrs	1	1	—	—	—
	Jonizēto gāzu masspektrometrs	—	1	—	—	—
Komētas plazmas ap-valka tieša zondēšana	Plazmas elektrostatisks analizators	1 ²	1	1	1 ³	2
	Plazmas viļņu analizators	2	—	—	1	1
	Augstas enerģijas lādēto daļiņu de-tek-tors	1	1	—	—	1
	Lādēto daļiņu radiostarojuma uztvērējs	—	—	—	—	1
	Magnetometrs	1	1	—	1	1
Visi kopā	Visi kopā (skaits)	15	10	2	3	6*
	Visi kopā (masa, kg)	130	57	10	10	104**

¹ Darbojas tālajā ultravioletajā diapazonā.

* Tikai komētas izpētei noderīgie instrumenti.

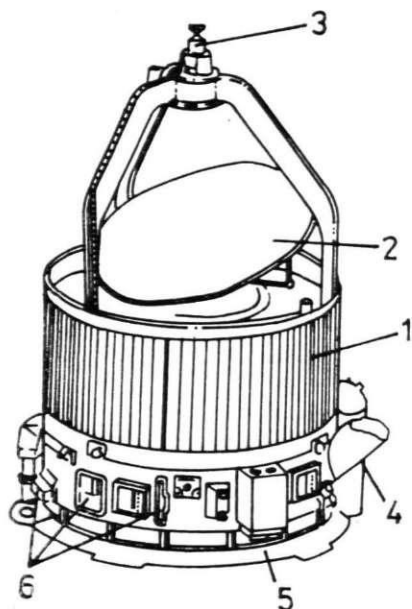
² Pilda arī jonu masspektrometra funkcijas.

** Visi zinātniskie instrumenti (kopskaitā 13).

³ Reģistrē tikai plazmas elektronu kompo-nentu.

Komētu tiešai izpētei izmantotie kosmiskie aparāti

Komēta	Kosmiskais aparāts	Masa ceļā uz komētu, kg	Nesēj- rakete	Starta datums	Pa ceļam pārlidotais debess ķermenis	Starpmērka pārlidojuma datums	Komētas sastapšanas datums	Attālums no komētas kodola, tūkst. km	Komētas sa-stapša-nas ātrums, km/s
Džakobīni— Cinnera	ISEE-3 jeb ICE	479	Delta	12.08.78	5 reizes Mēness	22.12.83 (pēdējais)	11.09.85	7,85	21
Haleja	Vega-1		Protons	15.12.84	Venēra	11.06.85	06.03.86	8,89	79
	Vega-2		Protons	21.12.84	Venēra	15.06.85	09.03.86	8,03	76
	Giotto	512	Ariane-1	02.07.85	—	—	14.03.86	0,605	69
	Suisei	140	Mi-3S	19.08.85	—	—	08.03.86	~150	75



2. att. Rietumeiropas kosmiskais aparāts «Giotto»: 1 — Saules baterijas, 2 — sakaru antena ar stipru virzien-darbību, 3 — magnetometrs, 4 — tele-kameras periskops, 5 — putekļu aiz-sargekrāns, 6 — instrumenti komētas apvalka raksturlielumu tiešiem mēri-jumiem. (Pēc ESA attēla.)

Tā kā visi trīs kosmiskie aparāti sastapa Haleja komētas kodolam līdzīgi lidojošos putekļus ar ātrumu 69—79 km/s, tie visi attiecīgajā pusē bija aprīkoti ar īpašiem aizsargekrāniem. Taču arī šāds drošības pasākums nevarēja simtprocentīgi garantēt, ka putekļu trāpījumi aparātu nesabojās vai neizjauks tā pareizo orientāciju — ar galveno sakaru antenu pret Zemi, tādēļ visus iegūtos datus vajadzēja bez kavēšanās paziņot uz mūsu planētu. Šajā nolūkā informācijas pār-raides temps no kosmiskajiem aparātiem, tiem atrodoties vairāk nekā 170 miljonu kilometru at-tālumā no Zemes, sasniedza: no «Vegām» — 65 500 bitu sekundē, no «Giotto» — 39 400 bitu sekundē.

Japāņu kosmiskais aparāts «Suisei» sakarā ar visai nelielo masu bija domāts galvenokārt tikai Haleja komētas gāzu apvalka teleuzņemšanai no

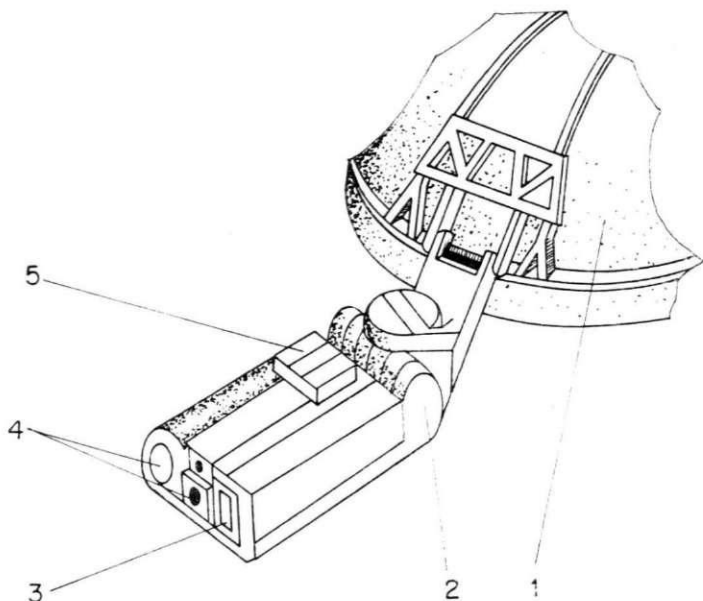
pilnīgi drošā pārsimt tūkstošu kilometru attā-luma, vienam attēla elementam aptverot lauku-miņu 30 km diametrā.

Visi četri kosmiskie aparāti tikās ar Haleja komētu apmēram vienas nedēļas laikā 1986. gada marta pirmajā pusē, aizlidojot garām tās kodolam aptuveni plānotajā attālumā (2. tab.). Pirmais pētījumu seanss ar automātisko staciju «Vega-1» notika 4. martā, kad tā atradās vēl 14 miljonu kilometru no komētas, otrais — 5. martā, kad tā bija jau divreiz tuvāk, trešais un pats svarīgākais — 6. martā, kad attālums bija minimāls, ceturtais un piektais — divās nā-kamajās dienās, kad attālums strauji auga. Gluži pēc tāda paša scenārija, tikai sākot ar 7. martu, norisēja automātiskās stacijas «Vega-2» tikšanās ar Haleja komētu.

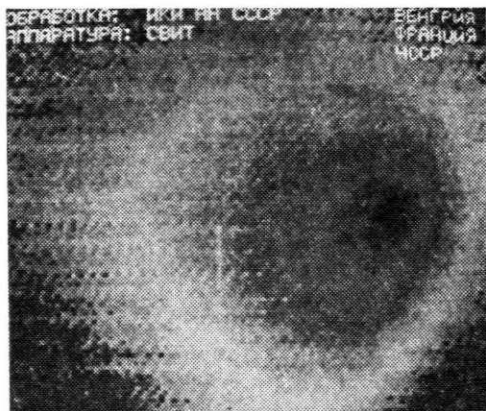
Haleja komētas novērojumi no «Vegām» sa-mazināja tās koordinātu prognozēšanas kļūdu no vairākiem simtiem kilometru uz aptuveni simts kilometriem, tādējādi nodrošinot Rietumeiropas kosmiskajam aparātam «Giotto» iespēju aizlidot garām kodolam tieši paredzētajā, proti, apmē-ram 500 km, attālumā. Vienīgais tā misijas pro-grammā iepļānotais komētas pētīšanas seanss sākās 13. martā īsi pirms pusnakts (pēc pasau-les laika), lai turpinātos četras stundas — līdz visciešākās tuvošanās brīdim, kad to varēja pār-traukt pret kosmisko aparātu triecošies putekļi.

Pirmās pārmaiņas starpplanētu vidē «Vega-1», «Vega-2» un «Giotto» reģistrēja vidēji 7,5 mil-jonus kilometru attālumā no sava ceļamērķa, bet apmēram vienu miljonu kilometru no kodola šķērsoja triecienvilnīm līdzīgo veidojumu. Ko-mētu aptverošās plazmas sastāvā tika reģistrēti vismaz desmit dažādi joni (sākot ar atomāro ūdeņradi un beidzot ar dzelzi), elektriski neitrālās gāzes sastāvā — divu veidu primārās (ūdens tvaika un ogļskābās gāzes) molekulas un pus-otra desmita sekundāro molekulu, putekļu viel-as sastāvā — gan vieglie, gan smagie elementi, turklāt daudzās daļiņās bija reizē kā vieni, tā otri (piemēram, ūdeņradis, ogleklis, skābeklis, dzelzs).

Pirmie televīzijas uzņēmumi tuvplānā, kurus ieguva «Vega-1», uzreiz apliecināja, ka pašā centrālajā daļā gāzu un putekļu apvalks ir tik blīvs, ka saskatīt cauri tam kodolu ir visai sa-režģīti (4. att.).



3. att. Padomju automātiskās stacijas «Vega» autonomi notēmējamā un stabilizējamā platforma ar optiskajiem instrumentiem Haleja komētas izpētei: 1 — automātiskās stacijas korpuss, 2 — platformas piedziņas mehānisms, 3 — kartējošais infrasarkanais spektrometrs, 4 — telekameranā, 5 — trīsdiapazonu (infrasarkanā starojuma, redzamās gaismas, ultravioletā starojuma) spektrometrs. (Pēc «Nauka i žizņ».)



4. att. Haleja komētas centrālā daļa kosmiskā aparāta «Vega-1» šaurleņķa telekameranā skatījumā. Melnbalts uzņēmums no ESM displeja ekrāna, uz kura ar dažādām krāsām atainotas sākotnējā melnbaltā attēla gaišuma pakāpes. Augšā labajā stūrī — to valstu nosaukumi, kuras kopā ar PSRS piedalījušās komētas teleuzņemšanas eksperimenta sagatavošanā un īstenošanā. (TASS fotohronikas attēls.)

Nepilnu 10 000 km attālumā no komētas kodola sāka strauji augt vissīkāko putekļu daudzums, aizvien vairāk kļuva arī relatīvi lielāku vielas daļiņu. Kad attālums bija 620 km un līdz visciešākās tuvošanās brīdim atlika vairs tikai divas sekundes, putekļu trāpījumi izmainīja «Giotto» orientāciju tik stipri, ka sakari ar Zemi uz laiku pārtrūka. Pirms šā brīža vēl tika pārraidīti uzņēmumi no 3000 km un nedaudz lielāka attāluma, kuros samērā labi saskatāms pats komētas kodols (apmēram 15 km garš un vismaz 7 km resns ķermenis ar ļoti tumšu virsmu), kā arī uzņēmums no 1500 km attāluma, kurā redzams spožākais no kodola izplūstošo gāzu un putekļu fontāns. Pēc sastapšanās ar komētu nācās konstatēt, ka visos trijos kosmiskajos aparātos daži zinātniskie instrumenti vairāk vai mazāk cietuši, taču savus uzdevumus tie jau bija izpildījuši. Plānotos pētījumus paveica arī «Suisei» un abi aparāti, kam bija jāzondē starpplanētu vide komētas tālākajā apkaimē, — japāņu «Sakigake» un amerikāņu ICE.

GAR URĀNU, TĀ GREDZENIEM UN PAVADOŅIEM

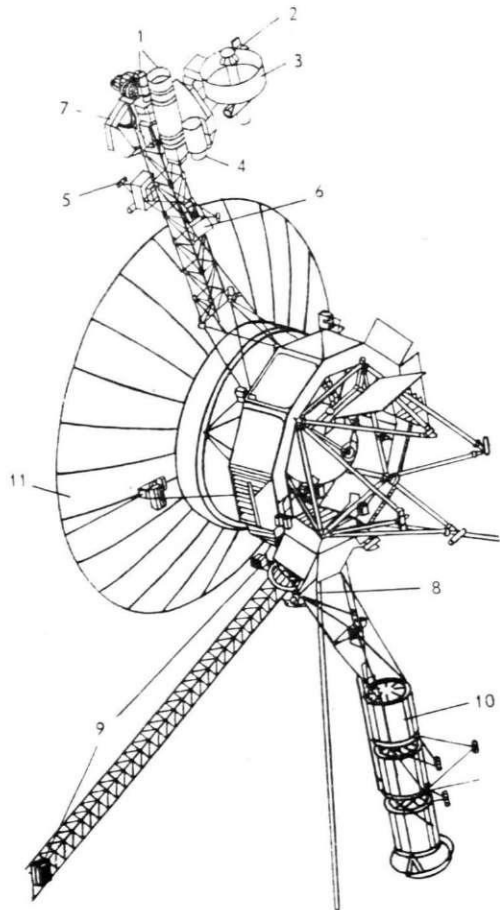
Amerikāņu kosmiskais aparāts «Voyager-2» bija palaists 1977. gada 20. augustā, lai kopīgi ar «Voyager-1» pētītu no maza attāluma Jupiteru un Saturnu, kā arī šo planētu magnetosfēras, gredzenu sistēmas un pavadoņu saimes. Kad pirmais lidaparāts bija savus zinātniskos uzdevumus izpildījis, otrajam trase Saturna apkaimē tika mainīta, lai tas, paveicis tur iecerētos pētījumus drusku mazākā apjomā, toties dotos tālāk uz Urānu. Savu «virsplāna» ceļamērķi «Voyager-2» sasniedza 1986. gada 24. janvārī — četrarpus gadus pēc tikšanās ar pēdējo pamatprogrammā ietverto planētu un astoņarpus gadus pēc starta no Zemes.

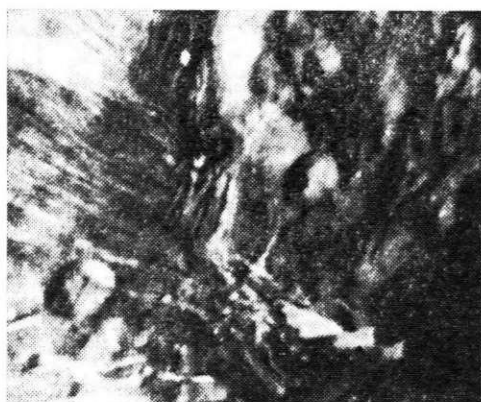
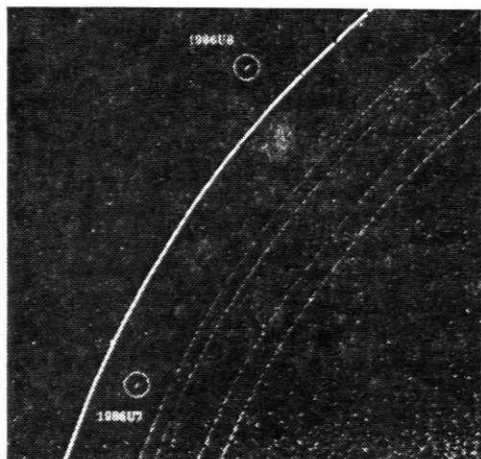
Planētu atmosfēru un mākoņu segu, gredzenu sistēmu un pavadoņu virsmu izpētei «Voyager» aprīkoti ar telekamerām (vienai novērojums no 10 000 km attāluma katram rastra elementam atbilst laukumam 100 m diametrā), dažāda diapazona spektrometriem un tml. Tāpat kā daudzos iepriekšējos amerikāņu starpplanētu lidaparātos, arī šajos optiskie instrumenti uzstādīti uz autonomi notēmējamas un stabilizējamas platformas, kura redzeslauka palielināšanas labad turklāt vēl novietota tālu no korpusa — atvāzama kronšteina galā (5. att.). Planētu mag-

5. att. Amerikāņu kosmiskais aparāts «Voyager»: 1 — telekameras, 2 — ultravioletais spektrometrs, 3 — infrasarkanais spektrometrs un plaša diapazona (redzamās gaismas un infrasarkanā starojuma) radiometrs (ar kopēju objektīvu), 4 — astoņkanālu fotometrs-polarimetrs, 5 — augstas enerģijas lādēto daļiņu (kosmisko staru) analizators, 6 — vidējas enerģijas lādēto daļiņu analizators, 7 — zemas enerģijas lādēto daļiņu (plazmas) analizators, 8 — plazmas viļņu analizators un kosmiskā (lādēto daļiņu radītā u. c.) radiostarojuma uztvērējs (ar kopēju antenu sistēmu), 9 — magnetometri, 10 — radioizotopu termoelektriskie ģeneratori, 11 — sakaru antena ar stipru virziendarbību. Instrumenti 1—4 atrodas uz autonomi notēmējamas un stabilizējamas platformas. Visu zinātnisko instrumentu kopējā masa — 115 kg, kosmiskā aparāta pilnā masa — 815 kilogrami. (Pēc NASA attēla.)

netosfēru un starpplanētu vides tiešai zondēšanai «Voyager» ekipējumā ietverti dažādas enerģijas lādēto daļiņu analizatori, plazmas viļņu analizators, kosmiskā radiostarojuma uztvērējs un magnetometri. Atmosfēru un jonosfēru zondēšanai ar radiosignāliem, kā arī pārlidojamo debess ķermeņu masas noteikšanai (pēc to ietekmes uz kosmiskā aparāta kustību) izmantojama šajā kosmiskajā eksperimentā lietotā sakaru sistēma.

Nonācis Urāna apkaimē, «Voyager-2» bija 3 miljardus kilometru no Zemes — četras reizes tālāk nekā Jupitera pētījumu seansa laikā, tādēļ mūsu planētu sasniedzošie kosmiskā aparāta ra-





6. att. Urāna pasaule amerikāņu kosmiskā aparāta «Voyager-2» telekameru skatījumā: *augšā* — daļa gredzenu sistēmas un divi jaunatklātie mazie pavadoņi (aplīšos) abpus *e* gredzena; *apakšā* — jau agrāk zināmā pavadoņa Mirandas virsma ciešā tuvplānā. (*Fragmenti no NASA/IPL attēliem.*)

diosignāli bija kļuvuši sešpadsmit reizes vājāki. Tomēr informācijas pārraides temps svarīgākajos laikposmos bija tikai piecas reizes mazāks nekā no Jupitera apkaimes, proti, sasniedza 21 600 bitu sekundē (pēc dažām ziņām — vienubrīd pat 29 900 bitu sekundē). Vēl vairāk,

iedarbinot kosmiskajā aparātā kādu līdz tam rezervē turētu kodēšanas iekārtu un liekot strādāt pēc jaunas programmas tā elektronskaitļotājam, informācija tika vispirms divarpus reizu sablīvēta, kas bija līdzvērtīgi pārraides tempa palielināšanai līdz 47 500 (vai attiecīgi 65 800) bitiem sekundē. Tādējādi ievērojamu daļu datu bija iespējams pārraidīt uz Zemi tieši iegūšanas brīdī, līdz ar to palielinot misijas kopējo zinātnisko guvumu.

Regulāri Urāna un tā apkārtnes novērojumi sākās 1985. gada 4. novembrī, kad ar šaurleņķa telekameru iegūstamie attēli bija kļuvuši jau manāmi detalizētāki nekā labākie uzņēmumi no Zemes. Pasākums sasniedza kulmināciju 1986. gada 24. janvārī, kad «Voyager-2», lidodams ar ātrumu 15 km/s gandrīz perpendikulāri planētas ekvatora, gredzenu sistēmas un pavadoņu orbītu plaknei, aiztraucās garām Urānam 81 500 km attālumā no tā mākoņu virsmas. Nedaudzas stundas ilgajā visintensīvāko pētījumu seansā kosmiskais aparāts, pēc elektronskaitļotāja komandām nemitīgi pārtēmējot platformu ar optiskajiem instrumentiem, novēroja tuvplānā ne vien pašu planētu, bet arī tās gredzenus un visus piecus lielos pavadoņus: Mirandu — no nepilnu 30 000 km, Arielu — no apmēram 125 000 km, trīs pārējos — no 325 000—475 000 km attāluma. Urāna pētījumi, kuru gaitā tika iegūti vairāki tūkstoši televīzijas uzņēmumu un daudz citu datu, beidzās 25. februārī.

«Voyager-2» pārraidītajos attēlos tika atklāti, pēc pirmajām provizorisksajām ziņām, vismaz desmit jauni nelieli Urāna pavadoņi, kuru caurmērs ir 15—165 km (6. att., *augšā*). Pieci relatīvi lieli pavadoņi, kuri no Zemes tomēr redzami tikai kā gaiši punkti, tuvplānā izrādījās pēc izskata diezgan atšķirīgi cits no cita, un tieši uz mazākā no tiem, proti, Mirandas, ir visvairāk dzīļu tektoniskās aktivitātes pazīmju (6. att., *apakšā*). Līdztekus jau agrāk zināmajiem Urāna gredzeniem ieraudzīts vēl viens, tikpat šaurs kā pārējie, taču daudz retinātāks, kā arī ne mazums no ļoti sīkiem puteklīšiem sastāvošas vielas to atstarpēs.

Magnētiskais lauks Urānam izrādījies apmēram desmit reizu vājāks nekā Zemei un ļoti neparasti orientēts: leņķis, ko tā ass veido ar rotācijas asi, ir 60 grādi, nevis aptuveni 10 grādi

kā citām šādā aspektā iepazītajām planētām. Izsekojot magnetosfērā norisošo procesu periodiskumam, beidzot izdevies noskaidrot arī Urāna dzīvu rotācijas ātrumu — viens apgrieziena 17 stundās 15 minūtēs.

Atmosfēras cirkulācija uz Urāna, neraugoties uz tā rotācijas ass neparasto novietojumu (prak-

tiski orbītas plaknē), izrādījusies visumā tāda pati kā uz Jupitera un Saturna — planētas ekvatoram paralēla.

Pašlaik «Voyager-2» lido Neptūna virzienā un nonāks tā apkaimē 1989. gada augustā.

E. M ū k i n s

KOSMOPLĀNA «CHALLENGER» KATASTROFA

Šā gada 28. janvārī kosmosa transportsistēmas «Space Shuttle» divdesmit piektajā lidojumā, avarējot kosmoplānam «Challenger», gāja bojā tā septiņu cilvēku apkalpe. Šis traģiskais notikums, pilotējamo kosmisko lidojumu 25 gadus ilgajā vēsturē ceturtais un upuru skaita ziņā pats smagākais,* lika vēlreiz kritiski izvērtēt jaunā orbitālā lidaparāta izstrādāšanas, ieviešanas un ekspluatācijas programmu, kurai jau kopš 70. gadu pirmās puses ir ļoti svarīga nozīme ASV kosmonautikā.

Projektā «Space Shuttle» bija paredzēts radīt pamatvilcienos daudzkārt izmantojamu kosmosa transportlīdzekli, kurš, pirmkārt, nogādātu pavadņus un citu derīgo kravu Zemei tuvā orbītā ievērojami lētāk nekā parastās, tikai vienam lidojumam domātās nesējraķetes, otrkārt, vajadzības gadījumā spētu atgādāt šādu kravu atpakaļ uz Zemi, treškārt, nodrošinātu daudzus kosmisko aparātu remontu un apkopi tieši orbītā, ceturtkārt, ļautu veikt vērienīgus eksperimentus ar cil-

vēka, arī neprofesionāla kosmonauta, tiešu piedalīšanos. Tādējādi pēc veicamajām funkcijām šim lidaparātam vajadzēja būt gan nesējraķetei, gan pilotējamam kosmosa kuģim (vairāk pat raķetei), bet pēc konstrukcijas to nolēma izveidot līdzīgu lidmašīnai (1. att., vidū), tādējādi vienkāršojot transportsistēmas ekspluatāciju.

Lai orbitālā lidmašīna varētu pildīt nesējraķetes funkcijas, tajā līdztekus diviem manevrēšanas dzinējiem iebūvēti trīs spēcīgi galvenie dzinēji, kuriem lidojumā jādarbojas visu ceļu no starta līdz orbītai. Tiecoties samazināt lidmašīnas gabarītus un līdz ar to ārējā siltumaizsardzības pārseguma masu, šiem dzinējiem vajadzīgās degvielas krājumi (šķidrās ūdeņradis un šķidrās skābeklis) izvietoti ārējā, pēc iztukšošanas atdalāmā, tikai vienu reizi izmantojamā tvertnē (1. att., pa kreisi). Lai šāds lidaparāts varētu sasniegt kosmisko ātrumu un nogādāt orbītā lielu derīgo kravu, to, tāpat kā daudzas parastās nesējraķetes, aprīkoja ar diviem atdalāmiem starta paātrinātājiem, taču šajā gadījumā — daudzkārt izmantojamiem. Līdzīgi nedaudz mazākajiem nesējraķetes «Titan-3» paātrinātājiem, šie cietās degvielas darbinātie raķešdzinēji tika izveidoti no atsevišķām sekcijām (1. att., apakšā), kuras savienoja kopā tieši kosmodromā.

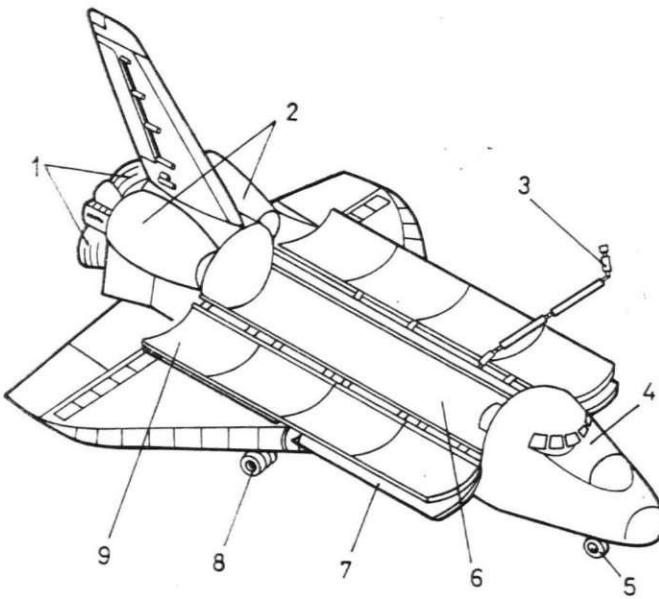
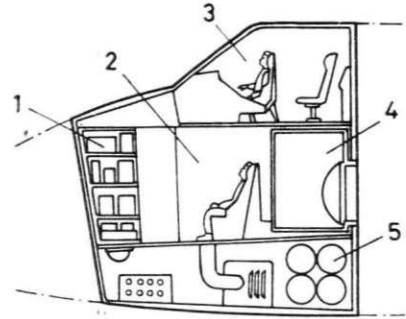
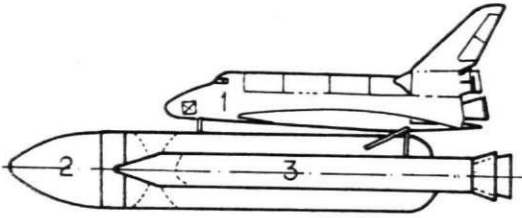
Normālā lidojumā līdz ārējās tvertnes iztukšošanai jādarbojas visiem trim galvenajiem dzinējiem, savukārt, starta paātrinātājiem līdz pat degvielas izdegšanai jāpaliek pievienotiem pie tvertnes sānu sienas. Ja rodas avārijas situācija kādā galvenajā dzinējā, tam automātiski jāizslēdzas

* Pirms «Challenger» katastrofas, pildot savu galveno amata pienākumu, bojā gājuši septiņi kosmonauti:

— 1967. gada 27. janvārī pirmslidojuma izmēģinājumā uz Zemes (kabīnes aizdegšanās dēļ) — kosmosa kuģa «Apollo» triju cilvēku apkalpe;

— 1967. gada 24. aprīlī nolaišanās mirklī (izpletņa saišu sapīšanās dēļ) — kosmosa kuģa «Sojuz-1» vienīgais apkalpes loceklis;

— 1971. gada 30. jūnijā atceļā uz Zemi (kabīnes dehermetizēšanās dēļ) — kosmosa kuģa «Sojuz-11» triju cilvēku apkalpe.



1. att. Daudzkārt izmantojamais amerikāņu kosmoplāns «Space Shuttle». Augšā pa kreisi — viss kosmoplāns starta konfigurācijā: 1 — orbitālā lidmašīna, 2 — ārējā degvielas tvertne, 3 — starta paātrinātājs (viens no diviem). Vidū — orbitālā lidmašīna: 1 — galvenie dzinēji (divi no trijiem), 2 — manevrēšanas dzinēju gondolas (divas), 3 — no kabīnes vadāmais manipulators, 4 — apkalpes kabīne, 5 — šasijas priekšējā balsta ritenis, 6 — kravas telpa, 7, 9 — šasijas galvenā balsta riteņi. Augšā pa labi — apkalpes kabīne: 1 — instrumentu nodalījums, 2 — apakšējais klājs, 3 — augšējais klājs, 4 — slūžu kamera (iziešanai nehermetizētajā kravas telpā), 5 — dzīvības nodrošināšanas sistēmas nodalījums. Apakšā — starta paātrinātājs nesamontētā veidā (nav parādīts priekšējais konna ar izpletņu sistēmu un vadības aparāturu). (Zīmējumi pēc grāmatas «Техника космических полетов» и энциклопедijas «Космонавтика».)



un atlikusī degviela jāizmanto abiem pārējiem dzinējiem; ja notiek kļūme kādā starta paātrinātājā, nekavējoties jāatdala uzreiz abi paātrinātāji. Pēc tam atkarībā no jau uzņemtā ātruma un citiem faktoriem kosmoplānam vai nu jāgriežas atpakaļ un jānolaižas uz skrejceļa starta vietas tuvumā, vai jādodas uz kādu no iepriekš izraudzītiem rezerves lidlaukiem viņpus okeāna, vai arī jāturpina ceļš uz orbītu (protams, zemāku, nekā paredzēts). Pamanīt avārijas situāciju, pieņemt tai atbilstošu lēmumu un realizēt attiecīgās vadības operācijas vajadzēja pirmām kārtām kosmoplāna elektronskaitļotāju sistēmai, pamatojoties uz vairāku tūkstozu sensoru sniegtajiem datiem.

Lai lidojumos varētu piedalīties neprofesionāli kosmonauti, tika noteikts, ka pārslodze kosmoplāna starta posmā nedrīkst būt augstāka par trīskāršu (nolaišanās posmā šādām izteikti aerodinamiskam lidaparātam pārslodze jau tāpat ir niecīga), un ar diviem klājiem veidotajā kabīnē (1. att., pa labi) tika paredzēta vieta veseliem septiņiem apkalpes locekļiem. Tā kā arī septiņi cilvēki ir maz salīdzinājumā ar septiņdesmit, ko šāds kosmoplāns spētu uzņemt pasažieru variantā, pēc konstrukcijas tas tik un tā palika pir-

mām kārtām kravas transportlidmašīna jeb, kosmonautikas terminos izsakoties, pilotējama nesējraķete. Šā vertikāli startējošā lidaparāta masa pacelšanās mirklī sasniedza ap 2000 t, ar pilnu kravu noslogotas orbitālās lidmašīnas masa kosmiskā lidojuma laikā — līdz 115 t, nolaižoties, kad krava drīkst būt uz pusi mazāka, — līdz 100 t (1. tab.).

1977. gadā ar «nulles» (orbitāliem lidojumiem nepiemērotu) kosmoplānu «Enterprise», to paceļot stratosfērā ar pārbūvētu transportlidmašīnu, tika vairākkārt izmēģināts nolaišanās beiguposms. 1981. gada aprīlī pirmoreiz tika izmēģināts orbītā ap Zemi un 1982. gada novembrī stājās ekspluatācijā pirmais pilnvērtīgais kosmoplāns «Columbia», no 1983. gada līdz 1985. gadam, speciālos izmēģinājuma lidojumos nesūtīti, tam pievienojās trīs pārējie — «Challenger», «Discovery» un «Atlantis» (2. tab.). Visi četri «Space Shuttle» tipa kosmoplāni bija uzbūvēti par ASV Nacionālās aeronautikas un kosmonautikas pārvaldes līdzekļiem un, lai arī vairums reisu tika izīrēti dažādiem pasūtītājiem, palika stingri šīs iestādes īpašumā.

«Space Shuttle» tipa kosmoplāni patiešām tika ekspluatēti pirmām kārtām kā pilotējamas ne-

1. tabula

«Space Shuttle» tipa kosmoplānu galvenie raksturlielumi

Kosmoplāna sastāvdaļa	Pilnais garums, m	Diametrs vai platums un augstums, m	Pilnā masa starta brīdī, t	Dzinēju vilce starta brīdī, T	Dzinēju darbības ilgums, min	Augstums atdalīšanās brīdī, km	Ātrums atdalīšanās brīdī, km/s	Cik reizes izmantojama (plāns)
Starta paātrinātājs (viens)	45	3,7	585	~ 1200	2,0	45	1,4	20
Ārējā degvielas tvertne	47	8,4	740	—	—	115	7,8	1
Orbitālā lidmašīna	35*	5,2×6,1*	85	3×170	8—8,5	—	—	≥ 100
Derīgā krava (maksimālā)	18	4,6	30	—	—	≥ 185	7,9	≥ 1
Viss kosmoplāns ar kravu	56**	24×23**	2025	~ 2910	8—8,5	—	—	—

* Fizelāža bez aerodinamiskajām virsmām.

** Ar spārniem un vertikālo stabilizatoru.

2. tabula

«Space Shuttle» tipa kosmoplānu lidojumi
(12.04.81—11.04.86)

Kosmoplāns	Izmēģinājumi		Eksploatācija	
	1. lidojuma sākuma datums	lidojumu skaits	1. lidojuma sākuma datums	lidojumu skaits
Columbia	12.04.81	4	11.11.82	3
Challenger	—	—	04.04.83	9*
Discovery	—	—	30.08.84	6
Atlantis	—	—	03.10.85	2

* Neskaitot lidojumu, kurā kosmoplāns gāja bojā.

sējraķetes un daudz mazāk — kā kosmosa kuģi šā jēdziena tradicionālajā nozīmē. Patiesi, no 20 ekspluatācijas reisiem, kuri notika līdz «Challenger» katastrofai, apkalpes darbinātā zinātniskā aparatūra bija gatvenā augšup vedamā krava tikai piecos, turpretī sakaru pavadoņi, vairāk vai mazāk patstāvīgi funkcionējošas pētniecības instrumentu platformas u. tml. — piecpadsmit reisos. Līdzīga aina bija vērojama arī tajās transportoperācijās, kuras kļuva praktiski iespējamas tikai līdz ar kosmoplānu parādīšanos, proti, kosmisko aparātu atgādāšanu uz Zemi, bet tieši orbītā tika remontēti vispār vieni vienīgi bezpilota pavadoņi.* Sākot ar 1985. gadu, «Space Shuttle» nogādāja orbītā krietni vairāk ASV un citu valstu civilo kosmisko aparātu un militāro sakaru pavadoņu nekā parastās amerikāņu nesējraķetes, joprojām stipri atpaliekot no tām vienīgi militārās izlūkošanas pavadoņu palaišanā. Kosmoplānu aizvien plašāku ieviešanu un parasto nesējraķešu izskaušanu bija iecerēts turpināt 1986. gadā un nākamajos gados. Šā iemesla dēļ «Challenger» bojāeja ne tikvien pārtrauca kosmosa pētījumus ar cilvēka tiešu līdzdalību (kā agrākie negadījumi pilotējamo lido-

jumu jomā), bet arī uz laiku paralizēja gandrīz visu ASV civilo un daļēji — militāro kosmosa transportu.

Jau pirms «Challenger» katastrofas «Space Shuttle» izmēģinājumu un ekspluatācijas gaitā tika reģistrēti kopumā daži desmiti daudzmaznozīmīgu tehnisku kļūmju, galvenokārt — pirmsstarta periodos, kad tās pamanīja kosmodroma personāls un aparatūra vai paša kosmoplāna elektronisko skaitļotāju sistēma. Tādējādi lidojumu gaitu un to programmas izpildi šīs vainas ietekmēja pavisam maz, toties starta terminus nereti nācās pārcelt uz vēlāku laiku, parasti — par vienu vai vairākām diennaktīm. Daudzas kļūmes bija nelielas, turklāt dublētās vai pat vairākkārtīgi rezervētās iekārtās, taču ļoti piesardzīgi ieprogrammētie kosmoplāna elektroniskie skaitļotāji neļāva uzsākt lidojumu arī šādās situācijās. Notika arī dažas nopietnākas kļūmes, kuras sakarā ar «Challenger» bojāeju pelna detalizētāku izklāstu un vērtējumu.

Kad 1984. gada 26. jūnijā kosmoplānam «Discovery» vajadzēja doties savā pirmajā lidojumā («Space Shuttle» 12. reiss), pēdējā galvenā dzinēja iedarbināšanas brīdī kāds vārstulis degvielas padeves sistēmā atvērās ar nelielu aizkavēšanos. Ar to pietika, lai kosmoplāna elektronisko skaitļotāju sistēma tikai četras sekundes pirms plānotā pacelšanās mirkļa startu atceltu — apturētu jau ieslēgtos galvenos dzinējus un nedotu aizdedzta komandu starta paātrinātājiem. Tā kā vārstulja palēninātās funkcionēšanas cēloni uzreiz noskaidrot neizdevās, nācās nomainīt visu dzinēju, un šā iemesla dēļ kosmoplāna lidojums aizkavējās par divarpus nedēļām (par vēl pusotru mēnesi to atcēla sakarā ar pārkārtojumiem «Space Shuttle» ekspluatācijas grafikā).

1985. gada 12. jūlijā, kad kosmoplānam «Challenger» bija jāsāk astotais lidojums izplatījumā («Space Shuttle» 19. reiss), radās līdzīga, taču šoreiz jau krietni nopietnāka kļūme: kāds vārstulis vispār atteicās darboties. Lai arī dublētais vārstulis bija kārtībā, kosmoplāna elektroniskie skaitļotāji analogiskā veidā startu atcēla (3 s pirms plānotā pacelšanās brīža); atkal vajadzēja nomainīt visu dzinēju, un tādējādi lidojums aizkavējās par divarpus nedēļām. 29. jūlijā, kad kosmoplāns beidzot devās jau minētajā

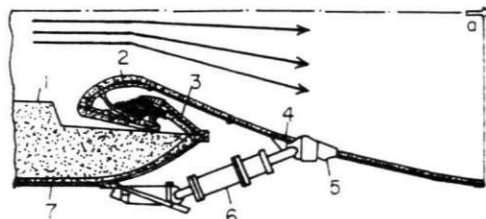
* Sīkāk par «Space Shuttle» izmantošanu sk. «Zvaigžņotās Debess» ikgadējos kosmosa transporta problēmu un notikumu apskatos (parasti vasaras numurā).

reisā, bojāts (kā noskaidrojās vēlāk) temperatūras sensors ziņoja, ka pārkarst cita galvenā dzinēja degvielas turbosūkņi. Skaitļotāju sistēma priekšlaikus apturēja šo dzinēju, un «Challenger» nonāca orbītā, kurai bija dažus desmitus kilometru zemāks apogejs, nekā paredzēts. Reisa galvenais uzdevums — astronomiskie novērojumi ar kravas telpā uzstādītajiem teleskopiem — no tā gan praktiski necieta (vērtējot vidēji visas aparatūras sniegumu), taču sakarā ar tsāko apriņķošanas periodu tos nācās lidojuma gaitā gandrīz pilnīgi pārplānot. Ja maldīgais kļūmes signāls būtu parādījies agrāk, sekas būtu daudz smagākas: kosmoplānam nāktos, orbītu nesasniedzot, nolaisties kādā rezerves aerodromā Dienvidēiropā vai Ziemeļāfrikā.

Kosmoplānam «Columbia» 1985. gada 20. decembrī gatavojoties septītajam lidojumam izplatījumā («Space Shuttle» 24. reiss), bojāts sensors ziņoja par kļūmi starta paātrinātāja hidraulikas sistēmā. Tas notika 14 sekundes pirms plānotā pacelšanās brīža, kad neviens dzinējs vēl nebija ieslēgts, taču sekas bija tādas pašas kā iepriekš aprakstītajiem pirmsstarta incidentiem: kļūmes signāla patiesā cēloņa noskaidrošanai un jauna starta mēģinājuma sagatavošanai vajadzēja divarpus nedēļas.

Kad 1983. gada 30. augustā kosmoplāns «Challenger» devās trešajā lidojumā («Space Shuttle» 8. reiss), gandrīz izdega cauri viena starta paātrinātāja sprauslas iekšējais pārsegums, kas bija izgatavots no jauna materiāla. Ja tas patiešām būtu noticis, sāpūs izplūstošās karstās gāzes nekādos bojājumus citām kosmoplāna sastāvdaļām gan nenodarītu, jo paātrinātāju sprauslas ir pārāk tālu aizmugurē (sk. 1. att., augšā pa kreisi), turklāt iebūvētas korpusā tā, ka strūkļa būtu vērsta ieslīpi vēl tālāk atpakaļ (2. att.). Taču gāzu parazitiskās noplūdes dēļ paātrinātāja reaktīvā vilce kļuva mazāka un asimetriska, tādēļ kosmoplānam acīmredzot būtu vajadzējis paātrinātājus priekšlaikus atdalīt un doties atpakaļ uz starta vietu.

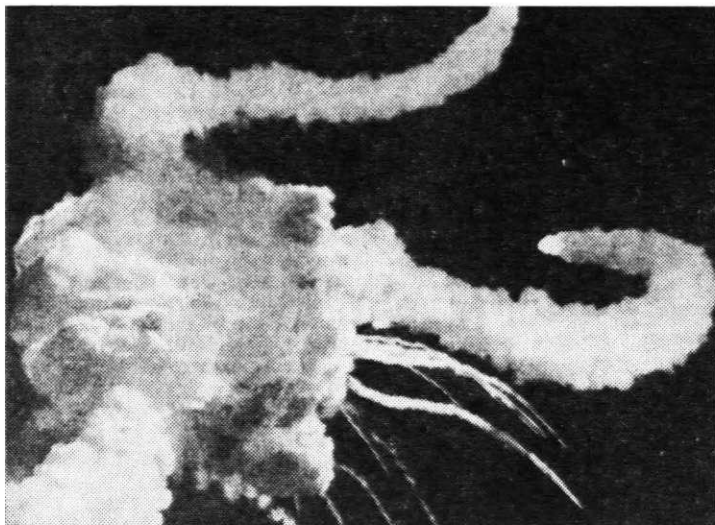
Izklāstītajos starpgadījumos «Space Shuttle» sensoru un elektronisko skaitļotāju sistēma bija sevi apliecinājusi kā efektīvs līdzeklis kosmoplāna pasargāšanai pret dažāda veida kļūmju potenciāli bīstamajām sekām. Vēl vairāk, maldīgo signālu izraisītie pārpratumi rādīja, ka šādā



2. att. «Space Shuttle» starta paātrinātāja sprausla un tās apkaime šķērs griezumā (bulciņas norāda gāzu kustības virzienus): 1 — cietā raķešdegviela, 2 — pirms katra lidojuma nomainamais sprauslas iekšējais karstumizturīgais pārsegums, 3, 7 — korpusi, 4 — daudzkārt izmantojamais sprauslas iekšējais pārsegums, 5 — apļveida pirolādiņš sprauslas aizmugurējās daļas atšķelšanai (pirms nolaišanās), 6 — hidrauliskais cilindrs sprauslas grozišanai (stūrēšanai); a — gāzu izplūdes virziens. Visaugstākajai siltumslodzei un gāzu dinamiskajam spiedienam pakļautā vieta, kur sprauslas iekšējais pārsegums gandrīz pārdega 1983. gada 30. augustā, ir pozīcijas «2» rajonā. (Zinējums pēc enciklopēdijas «Космонавтика».)

sistēmā izmantojamo sensoru skaitu jācenšas saprātīgās robežās samazināt, resp., ar tiem nevajag apriņķot tās ietaises, kuras var pamatoti uzskatīt par pilnīgi drošām. Taču vērtējumā, kuri «Space Shuttle» elementi patiešām ietilpināmi šajā kategorijā, amerikāņu kosmiskās tehnikas speciālisti, kā liecina «Challenger» katastrofa, vismaz vienā aspektā bija nopietni kļūdījušies.

Liktenīgais «Challenger» lidojums (oficiālais apzīmējums 51-L) bija visumā parasts pavadoņu transportēšanas reiss, šoreiz — ar divām lielām kravām, kuras piederēja ASV Nacionālajai aeronautikas un kosmonautikas pārvaldei. Viena bija retranslācijas pavadoņi TDRS-B, kuram kopā ar 1983. gadā palaisto TDRS-A vajadzēja nodrošināt nepārtrauktus radiosarusus starp Zemi un samērā zemu lidojošiem kosmiskajiem aparātiem — pašiem kosmoplāniem, Zemes dabas resursu izpētes pavadoņiem «Landsat» utt.; uz ģeostacionāro orbītu to vajadzēja aizgādāt papildu raķešpakāpei IUS. Otra krava bija daudzkārt izmantojamais pavadoņi SPARTAN (autonoma kosmiskā platforma), kuram divas diennaktis ilga patstāvīga lidojuma gaitā vajadzēja novērot Haleja komētu ultravioletajos staros. Abu aparātu kopējā masa veidoja apmēram di-



3. att. Kosmoplāna «Challenger» bojāeja 1986. gada 28. janvārī. Taisnais dūmu stabs apakšā izveidojies aiz kosmoplāna starta paātrinātājiem pēdējos mirkļos pirms katastrofas, ieapaļais dūmu mākonis centrā ir ārējās degvielas tvertnes sprādziena rezultāts, divas augšup vērstās likās dūmu astes aiz sevis atstāj sprādzienā sāņus atsviestie un bez vadības palikušie starta paātrinātāji. (Uzņēmums no televīzijas ekrāna.)

vas trešdaļas kosmoplāna celtspējas, tādēļ galvenie dzinēji darbojās vidēji saspringtā režīmā (104% projekta pirmsākumā nospraustās vilces, minimālajai un maksimālajai esot attiecīgi 100% un 109%) un tika izmantoti relatīvi smagie vecā parauga starta paātrinātāji (ar tērauda, nevis stikla šķiedras kompozītmateriāla korpusiem).

Kosmoplāna apkalpē, kā vairumā ekspluatācijas reisu, ietilpa pieci profesionāli kosmonauti: piloti Frānsiss Skobijs (komandieris) un Maikls Smits, t. s. misijas speciālisti Džūdita Reznika, Elisons Onidzuka un Ronalds Maknērs — visi, izņemot otro pilotu, «Space Shuttle» lidojumu veterāni. Divi pārējie, kā pēdējā laikā parasts, bija neprofesionāli kosmonauti: derīgās kravas speciālista rangā — sakaru pavadoņus ražojošās firmas «Hughes» inženieris Gregorijs Džārviss un pirmā oficiālā kosmiskā pasažiera (t. s. lidojuma dalībnieka) lomā — kādas amerikāņu kolektīvas vēstures skolotāja Krista Makolifa.

Kopš «Challenger» iepriekšējā reisa bija pagājuši gandrīz trīs mēneši, līdz nākamajam plānā paredzētajam palika vēl trīsarpus, t. i., ievērojami vairāk nekā pašlaik nepieciešamais minimālais intervāls starp viena un tā paša kosmoplāna startiem (astoņas nedēļas). Tomēr uz 24. janvāri nozīmētā starta atlikšana vairāk kā par nedēļu būtu bijusi nevēlama gan sakarā ar Haleja ko-

mētas redzamības pasliktināšanos, gan tādēļ, ka pirms nākamā reisa sākuma vēl vajadzēja ieviest dažas nelielas modifikācijas «Challenger» kravas telpā. Sīkas tehniskas kļūmes un nelabvēlīgi laika apstākļi rezerves aerodromos, kuros kosmoplāns varētu nolaisties, ja ceļš augšup būtu jāpārtrauc, aizkavēja «Challenger» startu līdz 28. janvārim.

Sākumā lidojums vismaz ārēji norisēja normāli, taču 59 sekundes pēc pacelšanās no viena starta paātrinātāja caur spraugu, kas bija radusies tā sekciju savienojuma vietā, sāka izplūst sāņus raķešdzinēja karsto gāzu strūkļa. Noplūde nebija liela, un starta paātrinātāja vilce kritās tikai par dažiem procentiem, t. i., nemainījās vairāk, kā parasti mēdz notikt cietās degvielas raķešdzinējos sakarā ar praktiski nenovēršamām svārstībām to pildījuma degšanas ātrumā. Tā kā pēc ilggadējās sekcionēto starta paātrinātāju ekspluatācijas pieredzes (parastajās nesējraķetēs) šāds korpasa bojājums skaitījās praktiski neiespējams, nebija sensoru, kuri tieši varētu konstatēt karsto gāzu izplūšanu nevietā.

Rezultātā nedz kosmoplāna elektronskaitļotāji, nedz apkalpe un vadības personāls avārijas situāciju nepamanīja, paātrinātāji netika atdalīti un sānu strūkļa 14 sekunžu laikā pārdedzināja paātrinātāja aizmugurējo stiprinājumu pie ārējās

degvielas tvertnes, kurš atradās tieši pretī bojātajai sekciju savienojuma vietai. Savas vilces ietekmē pagriezdamies ap atlikušo priekšējo stiprinājumu, šis spēcīgais raķešdzinējs ar priekšgalu ielauza degvielas tvertni ūdeņraža un skābekļa tilpņu starpsienas rajonā; tie savā starpā sajaucās un, trieciena izšķīlto dzirksteļu aizdedzināti, sprādzienveidīgi uzliesmoja. Eksplozija

aizsvieda sāņus abus starta paātrinātājus un saārdīja orbitālo lidmašīnu (3. att.).

Pēc «Challenger» bojāejas NASA visus turpmākos kosmoplānu reisos atcēla līdz brīdim, kad būs pilnīgi noskaidroti katastrofas cēloņi un novērsta tās atkārtšanās iespēja.

E. M ū k i n s

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Kosmoplāna «Challenger» avārijā 1986. gada 28. janvārī bojā gājušo amerikāņu astronautu vārdos nosauktas šādas mazās planētas: (3350) Scobee, (3351) Smith, (3352) McAuliffe, (3353) Jarvis, (3354) McNair, (3355) Onizuka un (3356) Resnik.

★★ Padomju Savienībā oficiāli pasludināts kosmiskais projekts «Foboss», kurā paredzēts ar Marsa mākslīgo pavadoni pētīt šo planētu un, īpaši ciešā tuvplanā, tās dabisko pavadoni Fobosu. Projekta īstenošanā līdztekus PSRS piedalīsies vairākas sociālistiskās valstis, kas sadarbojas programmas «Interkosmos» ietvaros, un dažas Rietumeiropas kapitālistiskās valstis (gan patstāvīgi, gan ar Eiropas kosmonautikas pārvaldes starpniecību). Projekta realizēšanas termiņš — 1988./89. gads.



S. ČANDRASEKARS UN V. A. FAULERS — NOBELA PRĒMIJAS LAUREĀTI FIZIKĀ

1983. gadā Nobela prēmija fizikā tika piešķirta ASV astrofizikiem teorētiķiem Subrahmanjanam Čandrsekaram un Viljamam Alfredam Fauleram.

Zviedrijas Zinātņu akadēmija paziņoja šo vēsti S. Čandrsekara 73. dzimšanas dienā. Prēmija Čandrsekaram tika piešķirta par darbu, kas paveikts 1930. gadā, kad viņam bija nepilni 20 gadi. Pabeidzis universitātes koledžu Madrasā, viņš 1930. gadā devās ar kuģi no Indijas uz Angliju, lai turpinātu studijas Kembridžas universitātē. Ceļojuma laikā jaunais zinātnieks pēfija relativitātes teorijas izmantošanu balto punduru problēmas risināšanā.

Balto punduru dabu pirmais bija izpratis angļu fiziķis R. G. Faulers [1889—1944]. Lai aprakstītu balto punduru plazmas elektronu komponenti, R. Faulers izmantoja tikko atklāto Fermi—Diraka kvantu statistiku (starp citu, P. Diraks bija R. Faulera skolnieks). Izrādījās, ka, pastāvot tādai temperatūrai, kāda valda baltā pundura dzīlēs (vairāki desmiti miljoni grādu), elektronu gāze ir deģenerēta, t. i., tās spiediens gandrīz nav atkarīgs no temperatūras un daudzkārt pārsniedz klasiskās gāzes spiedienu. Šāds spiediens spēj līdzsvarot gravitācijas spēkus un apturēt baltā pundura gravitācijas saraušanos. No R. Faulera teorijas izrietēja sakarība starp pundura rādiusu R un masu M : $R \sim M^{-1/3}$, t. i., ja masa aug, baltā pundura apmēriem jāsamazinās. Likās, ka baltie punduri atrodas līdzsvara stāvoklī, vienalga, cik liela ir to masa. Taču S. Čandrsekars saprata, ka pastāv zināma blīvuma robeža balto punduru dzīlēs, kuru sasniedzot R. Faulera teorija vairs nav spēkā: ja blīvums ir ap 10^6 g/cm³, elektronu ātrums kļūst tuvs gaismas ātrumam un tālāk augt vairs nevar.

Tā kā spiedienu gāzē nosaka daļiņu koncentrācijas, impulsa un ātruma reizinājums, tad, ja ir augsts blīvums, spiediens aug lēnāk. Bet tas nozīmē, ka, masai augot, deģenerētās gāzes spiediens arvien sliktāk līdzsvaro gravitācijas spēkus, un, kad sasniegta noteikta masa, notiek zvaigznes kolapss. 1931. gadā S. Čandrsekars publicēja savu galveno rezultātu — ja masa pārsniedz lielumu $5,75 M_{\odot}/\mu_e^2$ (M_{\odot} — Saules masa, μ_e — vidējais nuklonu skaits uz vienu elektronu), deģenerētā pundura līdzsvars nav iespējams. Tā kā elementiem, kas ir smagāki par ūdeņradi, $\mu_e=2$, šis masas robežlielums ir $1,4 M_{\odot}$. Tagad šo kritisko robežlielumu sauc par Čandrsekara robežu: zvaigznes, kuru masa ir vēl lielāka par to, turpina saspieties un pārvēršas par neitronu zvaigznēm vai melnajiem caurumiem.

Šo rezultātu astronomi uzreiz neacceptēja. Daudzu zvaigžņu masa pārsniedz $1,4 M_{\odot}$, bet Čandrsekara slēdziens «atņēma» tām iespēju mierīgi beigt evolūciju. Zvaigžņu struktūras teorijas pamatlicējs A. Edingtons slēdzienu par masas robežlielumu salīdzināja ar teorijas ekstrapolāciju līdz absurdam. Tomēr Čandrsekars turpināja izstrādāt deģenerētās gāzes teoriju un 1935. gadā publicēja rakstu sēriju ar balto punduru modeļu aprēķinu rezultātiem, kas mūsdienās pilnīgi apstiprinājušies. Savus pētījumus S. Čandrsekars apkopoja grāmatā «Ievads mācībā par zvaigžņu struktūru» [1939. g.; krievu val. 1950. g.]. Lai varētu spriest par Čandrsekara zinātnisko potenciālu, laikam pietiekami minēt viņa monogrāfijas: «Zvaigžņu dinamikas principi» [1939. g., krievu val. 1950. g.], «Stāvokļa enerģijas pārnese» [1950. g., krievu val. 1953. g.], «Hidrodinamiskā un hidromagnētiskā

stabilitāte» [1961. g.], «Elipsoidālās līdzsvara konfigurācijas» [1969. g., krievu val. 1973. g.]. Pēdējos gados Čandrasekars pētījis ļoti sarežģītus jautājumus, kas saistīti ar zvaigžņu fizikālo īpašību stabilitāti vispārējās relativitātes teorijas ietvaros. Šā darba rezultāti apkopoti grāmatā «Melno caurumu matemātiskā teorija» [1982. g.]. Kā redzams, zinātnieka darbu tematika aptver gandrīz visus mūsdienu astrofizikas aspektus.

Piecdesmitajos gados grupa fiziķu un astrofiziķu sāka izstrādāt ķīmisko elementu rašanās teoriju. Galvenie šā darba rezultāti apkopoti rakstā «Elementu sintēze zvaigznēs», kas 1957. gadā publicēts žurnālā «Review of Modern Physics». Raksta autori M. un Dž. Berbidži, F. Hoils un V. Faulers pierādīja, ka lielākā daļa elementu, kas ir smagāki par litiju, rodas zvaigznēs kodolu sintēzes vai arī neitronu lēnās radiatīvās satveršanas rezultātā. Tie smago elementu kodoli, kas nevar rasties «mierīgās» reakcijās, var tikt sintezēti pārnovās. Tagad viens no šī slavenā darba autoriem — Viljams Faulers — saņēmis Nobela prēmiju.

Ķīmisko elementu rašanās teorija, ko izstrādājis G. Gamovs, saistīja elementu rašanos ar «Lielo sprādzieni», t. i., ar pašu agrāko Visuma evolūcijas stadiju (pirmās piecas minūtes), kad galaktiku un zvaigžņu vēl nebija. Tomēr šī teorija sastapās ar daudzām grūtībām. Piecdesmitajos gados atklātībā parādījās idejas par to, ka elementu sintēze var notikt zvaigznēs.

Periodā starp 1947. un 1954. gadu V. Faulers piedalījās detalizētās hēlija sintēzes teorijas izstrādāšanā. Tad arī tika iegūts ļoti svarīgs rezultāts: reakcija $^{14}\text{N}[p, \gamma]^{15}\text{O}$ nosaka enerģijas izdalīšanās ātrumu CNO ciklā. Šā cikla reakciju rezultātā ūdeņradis pārvēršas hēlijā, bet ogleklis, slāpeklis un skābeklis darbojas kā katalizatori. Šo elementu atomu kopējais skaits paliek nemainīgs, mainās tikai katra elementa relatīvais daudzums, un 90% oglekļa un skābekļa tiek pārstrādāti slāpekļī.

1951. gadā V. Faulers un E. Šacmans neatkarīgi viens no otra pierādīja, ka reakcija $^3\text{He}+^3\text{He} \rightarrow 2p+^4\text{He}$ ir pēdējā proton-protonu reakciju ķēdē. V. Fauleram sadarbībā ar angļu astronomiem — laulāto pāri M. un Dž. Berbi-

džiem, kuri, veicot dažu zvaigžņu spektrālos novērojumus, konstatēja anomāli augstu smago elementu daudzumu to atmosfērās, radās ideja, ka neitronu satveršanas reakciju rezultātā zvaigznēs pakāpeniski notiek ķīmisko elementu sintēze. 1952. gadā astronoms P. Merils ar Vilsona kalna observatorijas 2,5 m teleskopu ieguva milzu zvaigznes R And spektru un atklāja tajā tehnēcija līnijas. Bet tehnēcijs ir elements, kuram nav stabila izotopu, tātad tas radies nesen. Tā tika pierādīts, ka ķīmisko elementu sintēze tik ātrām ātrām notiek zvaigznēs.

1952. gada novembrī vienā no Klusā okeāna salām ASV uzspriecināja kodoltermisko iekārtu. Veicot sprādziena veltā iegūtās vielas analīzi, atklāja divus līdz tam nezināmus ķīmiskos elementus ar atomnumuru 99 un 100 [tos nosauca: einšteinijs un fermijs], kā arī veselu rindu vieglāko elementu izotopu. Bija saprotams, ka einšteinijs un fermijs ir radušies no urāna kodoliem ārkārtīgi intensīvā neitronu starojuma iedarbības rezultātā. Faulers, Berbidži un Hoils uzreiz saprata, cik liela nozīme šim rezultātam ir astrofizikā, jo pārnovu sprādzienā var sagaidīt vēl lielākas neitronu plūsmas. Tā tika atklāts smago elementu sintēzes mehānisms ātrajā neitronu radiatīvās satveršanas procesā.

Pēdējos gados ar V. Faulera līdzdalību veikti daudzi pirmreizīgi darbi teorētiskajā un eksperimentālajā kodolfizikā. 1962. gadā viņš kopā ar F. Hoilu sāka ļoti lielas masas zvaigžņveida objektu modeļu aprēķinus; tādējādi viņi aizsteidzās priekšā kvazāru atklājumam 1963. gadā. Tāpat kopā ar F. Hoilu 1964. gadā tika uzrakstīta grāmata «Neitrīno procesi un pāru rašanās masīvajās zvaigznēs un pārnovās» [krievu val. 1967. g.]. 1967. gadā kopā ar F. Hoilu un R. Vagoneru tika aprēķināta ķīmisko elementu sintēze karstajā Visumā; izrādījās, ka šādā veidā varēja rasties ^2D , ^3He , ^4He , ^7Li , bet ne pārējie, smagāki elementi. Tika sistematizēti un precizēti eksperimentālie dati par daudzām astrofizikas jomā svarīgām kodolreakcijām. Kodolreakciju ātruma katalogu — kopsavilkumu, ko V. Faulers pastāvīgi precizē un papildina, izmanto savos darbos gan astronomi, gan fiziķi. V. Faulers ir viens no jaunā zinātnes virziena — kodolu astrofizikas pamatlicējiem.

J. Francmanis



HIPOTĒZE PAR RELIKTIEM KOMĒTU ĶERMEŅU GREDZENIEM

Viens no svarīgākajiem vēl joprojām neatrisinātajiem komētu astronomijas jautājumiem ir tā saukto īsperioda komētu rašanās avoti un cēloņi. Īsperioda komētas ir nelieli debess ķermeņi, kas apriņķo Sauli vairāku gadu vai gadu desmitu laikā. Ir zināms ap 100 īsperioda komētu, kas pieder g. k. pie Jupitera un Saturna saimēm. Lielākā daļa komētu ir t. s. ilgperioda komētas. To apriņķošanas periods sasniedz vairākus simtus un pat desmitiem miljonu gadu, jo tās kustas pa ļoti izstieptām orbītām — elipsēm. To afēlijs, t. i., maksimālais attālums no Saules, ko komēta kustoties sasniedz, ir ap $3 \cdot 10^{13}$ km (ap 1 pc). Interesanti, ka afēlijā šo komētu kustības ātrums var būt ap 1 cm/s, bet perihēlijā — pat 500 km/s.

Nonākot ap 1—5 astronomisko vienību (a. v.)¹ attālumā no Saules, komētas ķermenis sasilst un sāk izdalīt gāzu un putekļu daļiņas, kas ap cieto kodolu veido stipri retinātu un izplūdušu atmosfēru jeb komu, ko tad arī novērojam un reģistrējam kā komētas parādīšanos (sk. vāku 2. lpp.).

¹ Astronomiskā vienība ir Zemes vidējais attālums no Saules, precīzāk, — Zemes orbītas veidotās elipses lielā pusass. $1 \text{ a.v.} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$.

Saules gaismas spiediena un Saules vēja ietekmē šīs gāzu un putekļu daļiņas tiek aizpūstas prom no komētas kodola galvenokārt Saulei pretējā virzienā un veido komētas asti. Tā kā komētas kodola gravitācijas spēks ir par niecīgu, lai atrāvušās daļiņas noturētu kodola tuvumā, tad komētas viela pamazām izkliedējas starplanētū telpā. Bet tas nozīmē, ka komētu ķermeņi, ja tie periodiski nonāk Saules tuvumā, pēc zināma laika beidz eksistēt. Īsperioda komētām, kuras bieži «apgrozās» Saules tuvumā, šis dzīves laiks ir sevišķi ierobežots, protams, no astronomisko mērogu viedokļa. Piemēram, pazīstamās Haleja komētas masas zudums 1910. gada tuvošanās reizē vērtē ap $2,8 \cdot 10^{14}$ g un atlikušās dzīves ilgumu — ap 175 000 gadu.² Vispār komētu diametru vērtē ap 0,5—50 km, bet masu — ap 10^{14} — 10^{20} g. Komētas dzīves ilgums, kā viegli saprast, ir atkarīgs ne tikai no tās masas, bet arī no laika, ko komēta pavada Saules tuvumā, t. i., no tās kustības ātruma un no minimālā

² Balklavs A. Dažu svarīgāko Haleja komētas fizikālo raksturlielumu novērtējums. — Zvaigznotā Debess, 1985./86. gada ziema, 8., 9. lpp.

attāluma līdz Saulei, kādā komēta nonāk. Dažām komētām perihēlijs, t. i., minimālais attālums no Saules, ir ap 0,5 miljoni km, tātad tās faktiski kustas Saules koronā. Komētas masas zudumi tādā gadījumā ir ļoti lieli.

Kā rāda novērojumi, komētu skaits Saules sistēmā tomēr ir diezgan pastāvīgs lielums, resp., izzudušo, «iztvaikojušo» komētu vietā nāk jaunas. Katru gadu atklāj ap 5—10 jaunas gan ilgperioda, gan īsperioda komētas. Tātad eksistē kāds avots, kas nemitīgi papildina jeb atjauno Saules sistēmā izzīkstošos komētu (it sevišķi īsperioda) krājumus.

Attiecībā uz šā avota dabu ir izvirzītas divas hipotēzes. Pirmā, kuras sākumi rodami 18. gs. un 19. gs. mijas slavenā franču matemātiķa un astronoma Pjēra Simona Laplasa darbos, postulē tā sauktā komētu jeb Orta mākoņa (precīzāk būtu to saukt par Skjaparelli—Epika—Orta mākonī) pastāvēšanu Saules sistēmas perifērijā. Šā mākoņa rašanos un eksistenci mūsdienu kosmogonija izskaidro ar lielo planētu gravitācijas spēku iedarbību, kas, šīm planētām veidojoties, it kā «izmēž» no savas darbības sfēras protoplanētārā diska atliekas, aizvirzot tās tālu aiz ārējām planētām Saules sistēmas robežu tuvumā, kur ir

ievērojama to koncentrācija. Orta mākonā³ daļiņas, ko tād veido komētu ķermeņi — šie Saules sistēmas pirmvielas pārpalikumi jeb «būvgruži» —, lielā attāluma dēļ no Saules ir ar to vāji saistītas. Tāpēc pat ne sevišķi lielas, piemēram, šo daļiņu savstarpējo sadursmju, ārējo planētu vai tuvāko zvaigžņu izraisītas, gravitācijas lauka perturbācijas var laiku pa laikam transformēt to orbītas tā, ka tās tiek atkal «iemestas» Saules sistēmas iekšienē. Un, ja daļiņas orbīta iet pietiekami tuvu Saulei, tad parādās komēta.

Tomēr tādejādi pietiekami labi ir izskaidrojama tikai ilgperioda komētu rašanās. Lai šādā veidā izskaidrotu arī īsperioda komētu rašanos, jāizdomā mehānisms, kas ilgperioda komētu ķermeņu orbītas pārvērstu īsperioda orbītās. Tas var notikt tikai tad, ja pastāv diezgan specifiski nosacījumi: piemēram, ja šo komētu ķermeņu sākotnējās orbītas iet pietiekami tuvu garām lielajām planētām (Jupiteram, Saturnam) un tās šos ķermeņus «sakar». Taču, kā rāda aprēķini, šādi gadījumi ir diezgan mazvarbūtīgi, kas tad arī ir šīs hipotēzes vājā vieta.

Otrā hipotēze, kura sakņojas franču matemātiķa un mehāniķa Žozefa Luī Lagranža — Laplasa laikabiedra — idejās, īsperioda komētu rašanos mēģina izskaidrot ar Saules sistēmā norisošiem eksplozīva vai eruptīva rakstura procesiem, t. i., ar tādiem procesiem, kurus pavada vielas izmešana vai izvirdumi. Kā piemēru te varētu minēt vulkānisko darbību uz Saules sistēmas lielajām planētām un to pavadoņiem, kuras rezultātā starpplanētu telpā tiek izmesti izvirduma produkti. Padomju Savienībā šīs koncepcijas dedzīgs aizstāvis, izstrādātājs un propagandētājs bija

pazīstamais komētu pētnieks prof. S. Vsehsvjatskis. Šā uzskata pretinieki, principā nenoledzot šādu, kaut arī mazvarbūtīgu gadījumu iespējamību, tomēr argumentēti kritizē gan šo procesu mehānismu, gan fiziku, gan iespējamās sekas.

Tādejādi nākas secināt, ka vērtīgākais abām šīm hipotēzēm ir to kritika, bet īsperioda komētu izcelsmes skaidrojums vēl ir atklāts jautājums.

Pavisam nesen, 1985. gadā, zinātniskajā literatūrā parādījās jauna daudzsološa hipotēze. Tās autori ir padomju pētnieki V. Čepurova, A. Rastorgujevs un F. Cicins. Jaunā uzskata pamatā ir priekšstats par reliktu komētu ķermeņu gredzenu pastāvēšanu joslās starp lielo planētu orbītām. Lai to labāk izprastu, atgādināsim dažas pamatatziņas par Saules sistēmas kosmogoniju.

Kā zināms, šajā jomā pašlaik valdošā ir padomju zinātnieka akadēmiķa O. Šmita (1891—1956) 40. gadu vidū izvirzītā hipotēze par Saules sistēmas planētu rašanos no cietām kosmiskās vielas daļiņām, kas ietilpušas Sauli aptverošajā pirmatnējā gāzu un pufekļu mākonī. Šīs hipotēzes izstrādāšanai radītās skolas pārstāvjiem (A. Ļebedinskis, L. Gurēvičs u. c.) 50. gados, bet it sevišķi pēdējos gadu desmitos, savos pētījumos izdevies parādīt planetārās sistēmas pirmvielas iespējamu evolūciju. Pēc viņu uzskata, pirmviela pamazām koncentrējusies samērā šaurā protoplanetārā gāzu un pufekļu diskā,⁴ kas sastāvējis it kā no divām zonām. Iekšējo, Saulei tuvāko un tād karstāko zonu veidojuši lielāka izmēra, t. i., asteroīda rak-

stura, protoplanetārie ķermeņi, bet ārējo, aukstāko — mazāka izmēra, t. i., komētu, ķermeņi. Kā planetozimāļu⁵ diska, tā arī abu zonu veidošanās Saules gravitācijas laukā ir stipri sarežģīts process, un tā detalizēts izklāsts nav ietilpināms šā nelielā raksta ietvaros, tādēļ te tikai minēsim galvenos etapus.

Savstarpējās pievilksnās spēku ietekmē notika protoplanetāro asteroīdu ķermeņu apvienošanās un radās planētu iedīgi, kas pakāpeniski pieauga, piesaistot apkārtnējo vielu. Kritisko masu visātrāk sasniegušās nākamās lielās planētas — Jupiters un Saturns piesaistīja arī to gravitācijas spēku darbības zonās koncentrēto ūdenradi un hēliju (sk. krāsu ielikumu).

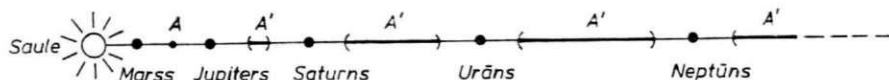
Tikko minētie priekšstati sniedz visai apmierinošu pašreiz novērojamās Saules planētu sistēmas ainas evolūcionāru izskaidrojumu. Taču, kā jau teikts, šī koncepcija ietver secinājumu, ka, lielo planētu masai augot, notiek protoplanetāro komētu ķermeņu perturbācijas un tie ķermeņi, kurus neiesaista vai nepiesaista planētas, tiek izmesti aiz Saules sistēmas robežām vai aizvirzīti tālā tās perifērijā, kur tie veido Orta mākonī. Izrādās tomēr, ka šis secinājums, kas laika gaitā bija ieguvis valdoša uzskata statusu, ir gluži nepamatots, izņemot varbūt atsevišķus gadījumus, kad planetozimāļu orbītas veido ļoti izstieptas elipses.

Daudzi argumenti ļauj izdarīt pat pretējus secinājumus, proti, ka lielās planētas, lai

³ Tā diametru vērtē ap 300 000 a. v.

⁴ Šeit zināmu priekšstatu var palīdzēt veidot fakts par kosmiskās vielas gredzenu pastāvēšanu ap Saturnu un citām lielajām planētām.

⁵ Planetozimāles — sīkās cietās daļiņas, no kurām savstarpējās apvienošanās jeb kondensācijas procesa rezultātā radušās planētas. Šo terminu 19. gs. un 20. gs. mijā ieviesa amerikāņu zinātnieki F. Maltons un T. Čemberlens saskaņā ar savu kosmogonisko hipotēzi.



Relikto komētu ķermeņu gredzenu iespējamās izvietošanās shēma: A — asteroīdu joslas jeb gredzena centrs, A' — apgabali lielo planētu zonās, kas ir daudz tālāki no lielajām planētām nekā asteroīdu joslas centrs no Jupitera. Shēmā parādītās varbūtējās relikto komētu ķermeņu gredzenu robežas iezīmētas tā, lai tās nebūtu tuvāk par asteroīdu joslas robežu Jupiteram. Tas darīts, izejot no apsvēruma, ka asteroīdu joslā to ķermeņu kustības notiek pa stabilām orbitām, t. i., tādā attālumā ķermeņus maz ietekmē pat tik liela planēta kā Jupiters.

arī savas veidošanās laikā piesaistījušas lielu daļu protoplanētāro komētu ķermeņu, kas atradušies to iedīgu darbības zonā, un lai arī izraisījušas protoplanētāro komētu ķermeņu izmešanu no joslām, kuras atradušas tuvu to darbības zonai, ir atstājušas neskartus pietiekami plašus komētu ķermeņu saturošus gredzenveida apgabalus starp lielo planētu orbitām (sk. att.). Kā pamatojumu šim apgalvojumam var minēt pazīstamo asteroīdu joslu. Šī josla ir ļoti stabils veidojums, lai gan tās «kaimiņš» ir pats lielais Jupiters. Turklāt tuvs «kaimiņš». Bet attālumi starp lielajām planētām ir daudz lielāki par attālumu, kas šķir asteroīda joslu no Jupitera orbītas. Šie apsvērumi tad arī dod iespēju izvirzīt hipotēzi par varbūtēju relikto komētu ķermeņu gredzenu pastāvēšanu starp lielo planētu orbitām. Kā pirmo tiešo pierādījumu savas hipotēzes «dzīvotspējai» tās autori min Hirona⁶ atklāšanu, kas norāda, ka apgabalus aiz Saturna orbītas nebūt nevar uzskatīt par tukšiem, kā domāja līdz šim.

Balstoties uz hipotēzi par reliktiem komētu ķermeņu gredzeniem, kā norāda tās autori, iespējams izskaidrot īsperioda komētu saimes pastāvēšanu un likumsakarības, kas nebija pa spēkam abām iepriekš aprakstītajām hipotēzēm — satveršanas un erupтивajai. Reliktie komētu ķermeņu gredzeni tātad ir dabisks īsperioda komētu rezervuārs Saules sistēmā.

Komētu ķermeņi izraujas no šiem gredzeniem, kas ir to visumā stabilo kustību zonas, vai nu ķermeņiem saduroties,

⁶ Mazā planēta nr. 2060 Hirona atšķirībā no citām mazajām planētām un asteroīdiem, kuru orbītas atrodas starp Marsa un Jupitera orbītām, aprīņķo Sauli pa orbītu, kas atrodas vēl aiz Saturna orbītas. Tās lielās pusass garums ir 13,64 a. v., kamēr citu mazo planētu orbītu lielās pusasis ir mazākas par 4 a. v. (planētai nr. 2067, piemēram, 3,96 a. v.). Salīdzinājumam — Jupitera orbītas lielās pusass garums ir ap 5,2 a. v., Saturna — ap 9,5 a. v.

vai nonākot ļoti tuvu citam pie cita, vai arī uzkrājoties nelielām pakāpeniskām to orbītu izmaiņām. Pēdējam faktoram sevišķi pakļauti ir tie komētu ķermeņi, kuri atrodas tuvu gredzenveida zonu robežām un līdz ar to ir visvairāk padoti planētu gravitācijas lauku iedarbībai, jo, kaut arī līdz ar lielo planētu masas pieauguma praktisku izbeigšanos šo zonu robežapgabalu sagraušana ir ļoti palēninājusies, lielo planētu periodiskā kustība tomēr nedaudz tos ietekmē. Miljoniem un miljardiem gadu laikā nelielās perturbācijas summējas un komētu ķermeņi no šiem apgabaliem tiek izrauti. Gredzenveida zonas līdz ar to pamazām sašaurinās.

Lai gan šī hipotēze spēj atbildēt uz daudziem «kā» un «kāpēc», kas saistīti ar īsperioda komētām un komētu fenomenu vispār, galīgo novērtējumu tai var dot tikai novērojumi, it īpaši mērķtiecīgi pētījumi ar kosmisko tehniku, kuras iespējas arvien pieaug.

A. B a l k l a v s



SENA ASTRONOMISKĀS NOVĒROŠANAS VIETA PALANGĀ

LIBERTS
KLIMKA

Lietuviešu arheologi 1983. gadā pabeidza teiksmām apvītā Birutes elku kalna arheoloģisko izpēti Palangā, Baltijas jūras krastā. Kalna augšējā laukumā, kura kultūrslāņa izcelsmes laiku arheologi datē ar 14. gs. un 15. gs. miju, atklāts pakavveida valnis, kurā saglabājušās 13 koka stabu bedru vietas. Šī stabu sistēma acīm redzami noderējusi astronomiskajai novērošanai. Varbūt tā izmantota baltu seno Saules un Mēness kalendāru saskaņošanai.

Astronomiskās novērošanas vieta Birutes elku kalnā apstiprina paleoastronomijas eksistenci baltu apdzīvotajā teritorijā; iepriekš tās pēdas jau nojaustas mutvārdu folklorā un tautas mākslā.

Palangas kūrortā jūras krastā atrodas teiksmām apvītais Birutes kalns (sk. krāsu lielikumu). Stāsta, ka tur pastāvīgi degusi upuraltāra uguns, ko uzraudzījusi vaidelotes tērpā greznojušies Birute. Tautā daudzīnātā gudrā Birute bija Lietuvas dižā kuniga Kēstuta sieva, Vītauta māte.

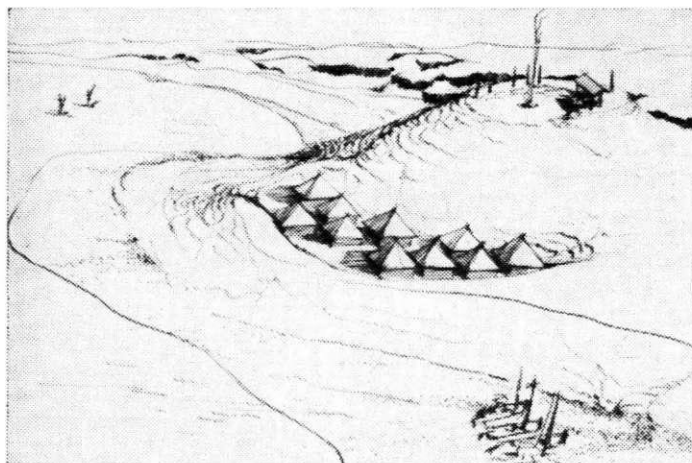
Pirms vairākiem gadiem Birutes elku kalna mieru iztraucēja arheologi, kuru lāpstiņas izrakumu gaitā atsedza Palangas senvēstures materiālos lieciniekus. Senatnē Palanga bija jūras vārti, caur kuriem gāja tirdzniecības ceļš; šeit notika preču šķirošana, kā arī ieteceja Eiropas kultūras ietekmes pāveidiens. Birutes elku kalna un tā apkārtnes arheoloģiskā izpēte pieredzējušā Klaipēdas arheologa Vlada Žulkus vadībā deva interesantus atklājumus.¹ Atsegtās ciemata un aizsardzības nocietinājumu atliekas kalna dienvidu pakājē

atklāja noteiktus vēsturiskās attīstības posmus.

Tagad noskaidrots, ka cilvēku mītnes pie Birutes kalna pastāvējušas jau mūsu ēras sākumā. Divpadsmitajā vai trīspadsmitajā gadsimtā šeit izveidojies neliels skaists kuršu ciemats (1. att.). Ēkas celtas cita citai blakus, ievērojot orientējumu pret debespusēm. Ciemata apkaimē atrasts daudz laivu kniežu un tīklu atlieku, — tātad ciematnieku barotāja bijusi jūra. Līdzās vietējās keramikas lauskām atrasts ne mazums ievestu priekšmetu — rietumslāvu dzeramie kausi u. c. Ēku pavarda veids arī noskatīts no svešiniekiem. Tātad senajiem palangiešiem bijuši sakari ar ārpusauli. Taču mājas iedzīve bijusi ļoti trūcīga. Tas it kā liecina, ka ļaudis maz rūpējušies par dzīvei nepieciešamām lietām.

Savdabīgi atradumi bija Birutes kalna augšējā laukumā. Arheoloģiski atsedzot slāni, kura izcelsmi pēc ugunsкура ogļu radioaktīvā oglekļa analīzes datiem attiecināja uz 14. gs. un 15. gs. miju, atklāja ap 1,5 m augstu pa-

¹ Žulkus V. Birutės kalno paslaptys. — Mokslas ir gyvenimas, 1984, nr. 6, p. 16, 17.



1. att. Birutes elku kalna ciemats un «astronomiskā observatorija». (Arhitekta S. Stripina rekonstrukcija.)

kavveida smilšu valni ar atvērumu dienvidrietumu—ziemeļrietumu virzienā (2. att.). Šajā valnī arheologi pamanīja 13 bedru vietas, kur vertikāli bijuši ierakti koka stabi (15–20 cm diametrā). To izdevās konstatēt pēc organiskās vielas atliekām gaišajās smiltīs, jo bedru vietas izdalījās kā tumšāki plankumi (sk. krāsu ielikumu). Vispirms piesaistīja uzmanību samērā regulārais stabu izvietojums — seši no tiem atradās uz riņķa līnijas, kuras diametrs ir 16 m, bet centrs izvietojas pakavveida vaļņa atvēruma vidū; citi seši stabi pa pāriem bijuši nelielas nojumes (1,75 × 8,5 m) balsti. Viens no stabiem (attēlā 12) atradies nomaļus, aiz nojumes. Divi citi (3 un 13) precīzi nosaka ziemeļu—dienvidu virzienu. Atsevišķais stabs (12) un nojumes vidējie balsti (9 un 8) veido centrālo asi, kas krustojas ar meridiāna līniju (13–3) gandrīz riņķa centrā (C). Centrālās ass azimuts, rēķinot no meridiāna dienvidu virziena, ir 112,5° leņķis. Viss liecina, ka ikkatra staba vieta bijusi mērķtiecīgi nosprausta. Stabi iedziļināti ovālās bedrēs (diametrs līdz 0,7 m), vaļņa ziemeļdaļā tie pat ierakti pagarinātā grāvītī, kas it kā norāda, ka staba novietojums ir regulēts.

Pētot neparasto pilskalna iekārtojumu, stabu vietas plānā tika savienotas ar taisnēm un to virzieni salīdzināti ar Saules un Mēness rieta virzieniem, kādi skatāmi jūrā Palangas ģeo-

grāfiskajā platumā. Kalna augšējais laukums un vaļņa forma tajā ir parocīgi spīdekļu novērošanai, jo no turienes ir skaidri redzams, kur jūrā noriet Saule un Mēness. Lai saglabātu novēroto virzienu, senajam astronomam tas bija jāfiksē ar diviem stabiem. Viens no stabiem bija jānostiprina novērošanas vietā, bet otrs — virzienā uz spīdekļa disku. Šāds vizēšanas veids ir ērts, ja stabu garums nepārsniedz cilvēka augumu. Precīzākai virziena noteikšanai vēlams, lai abu stabu gali būtu smaili.

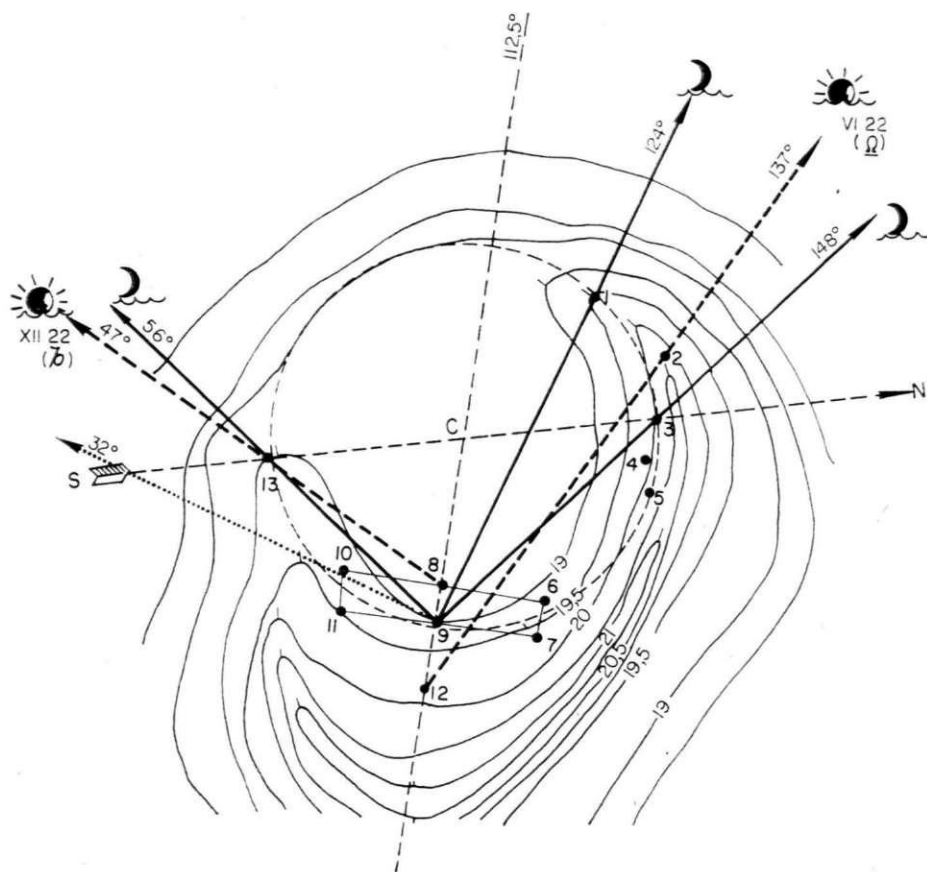
Tā kā bija atklātas 13 stabu vietas, tad vajadzēja noskaidrot, no kurienes senais astronoms varēja novērot spīdekļu rietu. Kā jau minēts, stabu izkārtojums veido trīs raksturīgus ģeometriskos elementus: taisnstūrveida nojumi, vienu atsevišķu punktu un riņķa loku. Izpētot visus iespējamus virzienu variantus, noskaidroja, ka Mēness rieta azimutus fiksē viens no nojumes vidējiem balstiem (9) kopā ar riņķa loka stabiem 1, 3 un 13. Saules rieta novēroja no diviem punktiem atkarībā no gada laika. Vasarā rieta virzienu noteica no atsevišķi stāvošā staba 12, skatoties uz 2; ziemā — no nojumes vidējā balsta 8 virzienā uz 13. Ar šiem virzieniem tika fiksēts Saules stāvoklis horizontā, kāds bija novērojams vasaras saulgriežos — Līgo vakarā un ziemas saulgriežu laikā — Kaledās. Novērotie virzieni dalīja gadu divās daļās. No riņķa centra

iespējams konstatēt attiecībā pret meridiānu arī debespuses virzienu uz austrumiem un rietumiem, kur Saule atrodas 21. martā un 22. septembrī — ekvinokcijas laikā. Šis virziens gan nav dabā fiksēts. Taču astronomijas vēsturē labi zināms, ka jau antīkajā laikmetā cilvēki prata noteikt debespuses ar gnomonu. Ziemeļu—dienvidu virzienu rāda gnomona īsākā ēna, tam perpendikulārs ir austrumu—rietumu virziens.

Birutes kalna «observatorija» fiksē tikai galvenos kalendāros virzienus — Saules rieta virzienu vasaras un ziemas saulgriežos un attiecībā pret tiem — Mēness rieta virzienus tuvākajā un tālākajā horizonta daļā, t. s.

«augstos» un «zemos» Mēness azimuta virzienus, kas mainās Metona cikla (18,6 gadi) ietvaros. Visi šie virzieni nosakāmi no nojumes balsta vietas 9 uz atbilstošajiem stabiem ar atbilstošiem Saules un Mēness stāvokļiem rieta momentā (novirzes mazākas par $1-2^\circ$). Tas liecina, ka Birutes kalna stabu izkārtojums kalpojis astronomiskiem mērķiem, galvenokārt — kalendārajiem mērījumiem.

Baltu cilšu kalendāra izcelsme vēl ir maz pētīta, kaut gan šī problēma ir ļoti svarīga kultūras vēsturē. Domājams, ka tālā senatnē pirmbalti izmantojuši arhaisku Mēness kalendāru, kas veidojies akmens laikmetā. Kaut



2. att. Vizieru stabu izkārtojums ar raksturīgajiem Saules un Mēness rieta virzieniem.

kādu dzīvesspējīgu tradīciju veidā senā Mēness kalendāra atliekas saglabājušās līdz mūsu dienām tautas paražās, folklorā un mākslā.²

Tagad var tikai iztēloties, kā Birutes kalna stabu svētnīcā sagaidīta Mēness jaunā sirpīša parādīšanās Saules rieta laikā un kā tas godināts vai apsveikts. Jaunā Mēness fāze bija jāievēro sējas darbiem un stādīšanai. Šāds ticējums baltiem kā zemkopju tautai ir ļoti raksturīgs. Tas iespiedies dzīves veidā, ar to saistītas dažādas kalendārās tradīcijas. Iespējams, ka Mēness rieta punkti pie Saules galvenajiem virzieniem ir koncentrēti rūpīgas atlases veidā, lai savienotu senču un auglības kultus. Saules kalendārs cilvēkiem bija vajadzīgs, iesākot lidumu zemkopību (2. g. t. p. m. ē.); tad pat izveidojās auglības kultu tradīcijas. Un tad arī radās nepieciešamība iespraust Mēness ciklus — isāku laika mēru — Saules gada ciklā. Pašreiz vēl nepietiek zināšanu, lai noskaidrotu, kā abi kalendārie cikli saskaņoti. Pēc dažiem tautas ticējumiem var spriest, ka palīgā varbūt ņemts raksturīgais zvaigžņu puduris Sietīņš jeb Plejādes. Atkarībā no tā, vai Sietīņa apkaimē pavasarī atkārtojas jauna vai pilna Mēness fāze, solārajā gadā jāiesprauž vai nav jāiesprauž trīspadsmītais mēnesis. Pēc Birutes kalna arheoloģiskā materiāla vien nevar līdz galam izprast šo jautājumu. Vizūras stabu riņķi nav iespējams pilnīgi rekonstruēt. Tālākas izpētes vērtā ir stabu riņķa centrālās ass orientācija. Interesanti piebilst, ka tuvu šim virzienam ir orientētas arī daudzas gotiskās baznīcas Lietuvā. Taču neapšaubāmi skaidrs ir tas, ka Saules un Mēness kalendāru saskaņošanai bija nepieciešami precīzi astronomiskie novērojumi, kurus varēja iegūt, izmantojot speciālas, Birutes kalna stabu vizieriem līdzīgas ietaises jeb būves.

Nojumes un stabu vizieru veidotā senā Palangas «observatorija» pieskaitāma pie unikāliem paleoastronomijas pieminekļiem. Paleoastronomija ir samērā nesen izveidojusies zinātņu nozaru starpdisciplīna, kas pēta agrīnos arheoloģijas pieminekļus astronomiskā

skatījumā.³ Izpratne par debess spīdekļiem, to novērošanas paņēmieni ir pirmatnējās zinātnes un mākslas iedīgļi, kas veidoja cilvēka pasaules izpratni, kā arī radija dabas reliģiju. Periodiski novērojamas debess parādības — Mēness fāžu maiņa, Saules ceļš pie debesīm, zvaigžņu lēkti un rieti, spožo planētu klejošana starp zvaigznēm, krītošās zvaigznes — radija noteiktus priekšstatus, no kuriem pakāpeniski izveidojās skaidrs kosmoloģiskais un reliģiskais pasaules izpratnes modelis. Astronomiskās zināšanas tika nodotas no paaudzes paaudzei ar mutvārdu folkloru, tautas mākslas veidā. Tāpēc tagad tautas kultūras izpausmes avotos varam rast senās astronomijas pamatus. Šādā skatījumā Palangas arheoloģiskais atradums ir sevišķi vērtīgs, jo tas tieši pierāda paleoastronomijas eksistenci Lietuvā.⁴

Nepieciešams arī raksturot Palangas «observatorijas» eksistences laiku no Lietuvas valsts attīstības vēstures viedokļa. Jo 14. gs. beigās un 15. gs. sākumā kalendāra vajadzība kļuva īpaši redzama. Nodokļu vākšana, vīru pulcināšana karagājieniem vai piļu celtniecībai notika īpašos termiņos. Birutes kalna augšējā laukumā uzietas daudzu ugunsgrūdu pēdas. Redzams, šeit notikusi ne tikvien debess spīdekļu novērošana, bet arī kalendāro svētku svinēšana un dabas spēku godināšanas rituāli. Tātad Palangā senatnē bija elku vieta, kur, sakurot sārtus, izziņoja saulgriežus, pavēstīja vīriem par došanos karagājienā, mācīja jūrnikiem, kā, orientējoties pēc debess spīdekļiem, atgriezties dzimtajā krastā.

Teika par vaideloti Biruti gan stāsta, ka kalnā atradusies 16. gs. sākumā celta kristīgo garīdznieku kapela, tātad atmiņas par tautas astronomiju tajā nav saglabājušās. Tautas astronomiju kristietība asi nosodīja kā pagānisma palieku, un laika gaitā tā tika aizmirsta. Birutes elku kalna arheoloģiskā un astronomiskā izpēte tātad atklāj unikālu baltu kultūras pieminekli.

³ Alksne Z. Ieskats arheoastronomijā. — Zvaigžņotā Debess, 1983./84. gada ziema, 32.—38. lpp.

⁴ Klīmkā L. Paleoastronomija: objekta ir problemas. — Mokslas ir gyvenimas, 1984, nr. 1, p. 29, 30.

² Dundulīne P. Lietuvių etnografija. Vilnius, 1982.



PĀRRUNAS PAR ENERĢIJAS PLŪSMĀM

(Nobeigums)

EKSERĢĒTISKAIS LIETDERĪBAS KOEFICIENTS

Iepriekšējo nodaļu satura pietiek, lai varētu definēt jebkura enerģijas pārveidotāja darbības kvalitātes un efektivitātes mēru, lielumu, kas kvantitatīvi (turklāt pietiekami pamatotā veidā) raksturotu pārveidotāja spēju nodot enerģiju no viena nesēja otram — ar iespējami mazākiem zudumiem, mazāku entropijas pieaugumu un ekserģijas samazināšanos. Šai nolūkā jāaprēķina attiecība starp izejas un ieejas ekserģiju (precīzāk sakot, starp ekserģijas plūsmām pārveidotāja izejā un ieejā). Sausim šo attiecību par ekserģētisko lietderības koeficientu (LK) un apzīmēsim ar η_2 . Enerģētisko LK — divu enerģiju attiecību — apzīmēsim ar η_1 . (Indeksus 1 un 2 nosacīti mēdz piedēvēt pirmajam un otrajam termodinamikas likumam. Tomēr η_1 un η_2 saistība ar šiem likumiem ir tikai netieša.) Tātad

$$\eta_2 = \dot{E}_{e_{iz}} / \dot{E}_{e_{ie}}, \quad (15)$$

kur ekserģijas plūsma (turpmāk tai indeksus nerakstām)

$$\dot{E} = \int_F \vec{\delta}_e \cdot d\mathbf{F} \quad (16)$$

(sal. arī izteiksmi (4) un 2. att.). Daudzos gadījumos ar pietiekamu precizitāti $\dot{E} = \delta_e F$, t. i., ekserģijas plūsma ir vienāda ar tās blīvuma un atbilstošā šķērsgriezuma laukuma reizinājumu.

Lieluma η_2 aprēķinos vissvarīgāk ir pareizi definēt sistēmas robežvirsmu un ievērot visas ekserģijas plūsmas, kas šo virsmu šķērso.

Visām pazīstamajām enerģētiskajām sistēmām, kā arī atsevišķiem to objektiem lielums η_2 ir aprēķināts un izanalizēts. Piemēram, gāzes deglim (7. att.) $\eta_2 \approx 0,7$. Citiem pārveidotājiem (sistēmām, iekārtām) raksturīgās η_1 un η_2 vērtības apkopotas tabulā:

Enerģijas pārveidotājs	η_1	η_2
Ūdens sildāmais katls	0,85	0,15
Elektrostacijas katls	0,90	0,50
Termoelektrostacija	0,36	0,34
Elektroapsilde	0,33	0,05
Siltuma sūknis	1,2	0,20

Seit pieņemts, ka visu aplūkojamo sistēmu ieejā ir viena un tā pati organiskā kurināmā ekserģijas plūsma, bet elektroapsilde un siltuma sūknis saņem elektroenerģiju no termo-eklektrostācijas. Tas, ka siltuma sūknim $\eta_1 > 1$, nevarētu radīt izbrīnu: tajā taču ieplūst zemas temperatūras siltumnesēja siltuma plūsma, kuru, aprēķinot η_1 , neņem vērā: tātad tiek pieņemts, ka šo enerģiju saņem «par baltu velti».

Katlu η_1 ir ļoti augsts, un rodas ilūzija, ka tie ir visai efektīvi enerģētiskā ziņā. Tomēr īstenībā te ir lielas rezerves jo, it īpaši ūdens sildāmajam katlam, η_2 ir zems. Ekserģijas zudumi tikai siltuma apmaiņas procesā vien ir

$1 - T_{H_2O} / T_{degš} = 1 - 400/1800 \approx 0,78$, t. i., 78 procenti. Seit $T_{degš}$ ir kurināmā sadegšanas temperatūra, bet T_{H_2O} — ūdens temperatūra. Tātad «termiskās berzes» loma ir būtiska.

Aplūkosim ekserģijas samazināšanos vienā no mūsdienu enerģētikas pamatprocesiem, proti, tajā, kura galvenais posms noris termoelektrostacijās — ogļu ekserģijas nodošanā elektroenerģijas plūsmai elektropārvades līnijā (10. att.). Pieņemsim, ka zemes dziļēs atrodšos ogļu ekserģija ir 100 procentu. Lai ogles izraktu un paceltu virszemē, ogļu kombinam un šahtas celtnim jāpievada elektroenerģija, kuru savukārt iegūst elektrostacijā, sadedzinot tādas pašas ogles, tā ka turpmākajai pārveidošanai (ekserģijas iegūšanai) mūsu rīcībā paliek vidēji 94% sākotnējās ekserģijas, bet 6% ir ekserģijas zudumi (bultiņa 1 10. att.). Izraktās ogles nogādā bagātināšanas fabrikā, kur no tām atdala «tukšos iežus», bet pēc tam žāvē. Šajos procesos tiek patērēts ap 4% ekserģijas (bultiņa 2). Ogļu transportam pa dzelzceļu (ar elektrolokomotīvi) nepieciešami vēl apmēram trīs procenti. No tiem 87%, kas laimīgi atgādāti elektrostacijā, ap 2% «izkūp skursteni» — iet zudumā ar dūmgāzēm.

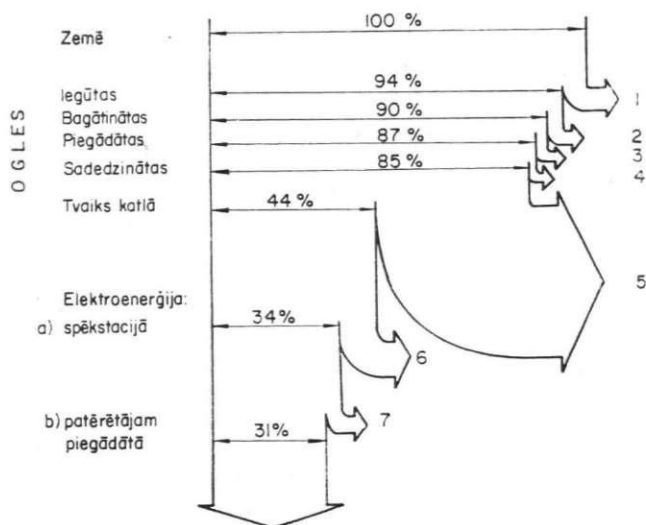
Gandrīz puse no pārpalikušās ekserģijas — 41% no 85% — ir «nolemta bojāejai» iekšējo

zudumu dēļ. So zudumu cēlonis ir ķīmiskā un termiskā berze, t. i., entropijas pieaugšana, sadegot kurināmajam un tā ekserģijai pārejot no karstajiem degšanas produktiem uz ūdens tvaiku, kas rodas katlā (bultiņa 5).

Turbīnai tiek pievadīta tvaika plūsma, kurā ir palicis 44% ekserģijas. Apmēram 10% (bultiņa 6) iet zudumā turbīnā un ģeneratorā, un tikai 34% pārveidojas elektroenerģijā, ko prom aizvada elektropārvades līnijas. (Te būtu jāmin sadales iekārtas, transformatori utt., tomēr zudumi tajos ir relatīvi mazi.) Tajās (gan augstsprieguma, gan zemsprieguma līnijās) zūd ap 3% ekserģijas (bultiņa 7), tā ka beigu beigās paliek tikai 31% sākotnējās ekserģijas, kuru saņemam savā dzīvoklī un izmantojam.

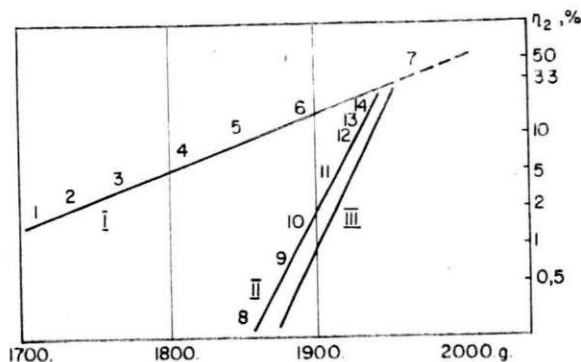
Ja tiklam pieslēdz elektrokamīnu, kura «izejā» ir silts gaiss, tad, bez šaubām, visa tam pievadītā elektroenerģija tiek pārveidota siltumā. Tomēr tas ir ļoti, ļoti «zema potenciāla» (t. i., zemas temperatūras siltumnesēja) siltums, un ekserģijas daļa tajā ir niecīga. Proti, elektrokamīna izejā ir iegūstams ne vairāk par 3% tās enerģijas, kas bija oglēs. Lūk, kāda izšķērdība ir elektroapsildes izmantošana.

Ekserģētisko LK plaši izmanto nolūkā novērtēt, cik «tuva ideālam» ir enerģijas pārvei-



10. att. Ekserģijas zudumi, pārveidojot ogļu ekserģiju elektroenerģijā. Ekserģija, kas piemīt oglēm zemes dziļēs, pieņemta par 100%; iegūtām (virszemē paceltām) tā ir 94%, bagātinātām — 90%, piegādātām elektrostacijā — 87%, sadedzinātām — 85%; tvaiks katlā satur 44% sākotnējās ekserģijas, elektroenerģija spēkstacijā 34%, bet patērētājam piegādātā — vairs tikai 31%. Pārējie paskaidrojumi tekstā.

11. att. Siltummašīnu (I), gaismas avotu (II) un amonjaka iegūšanas tehnoloģijas (III) ekserģētiska LK pieaugšana: 1 — Severija mašīna, 2 — Nūkomena mašīna, 3 — Vata mašīna, 4 — Korniša mašīna, 5 — tvaika mašīna ar trijkāršu ekspanšiju, 6 — Parsona turbīna, 7 — mūsdienīgu turbīnas, 8 — parafīna svece ($\eta_2 \approx 0,2\%$), 9 — pirmā Edisonsa spuldze, 10 — spuldze ar celulozes kvēldiegu, 11 — spuldze ar volframa kvēldiegu, 12 — nātrija tvaika spuldze, 13 — dzīvsudraba spuldze, 14 — dienasgaismas spuldze.



došana visdažādākajos procesos, iekārtās un sistēmās. 11. attēls shematiski ilustrē triju dažādu procesu attīstības vēsturi: gandrīz 300 gadus ilgušo siltummašīnu vēsturi (t. i., mehāniskā darba iegūšanas vēsturi, izmantojot kurināmā uzkrāto ķīmisko enerģiju), gaismas plūsmas iegūšanas vēsturi pēdējos 120—140 gados (svece un dažādas elektriskās spuldzes), kā arī amonjaka iegūšanu no naftas — kā tā attīstījusies apmēram 70 pēdējo gadu laikā. Visu triju gadījumu analīze liecina, ka η_2 atkarība no laika (gados), uzzīmēta logaritmiskā mērogā, ir taisne un ka mūsdienās šo triju procesu ekserģētiskais LK ir 30—50%, kas uzskatāms gandrīz vai par pašu pilnību. Principā pastāv iespēja sasniegt vēl augstāku η_2 ; tomēr var izrādīties, ka tas ir saistīts ar tik sarežģītām pārveidotājiekārtām un to apmēru palielināšanos, ka ekserģijas kopējais patēriņš beigu beigās pieaug, nevis samazinās. Par to būs runa turpmāk.

NETO ENERĢIJA

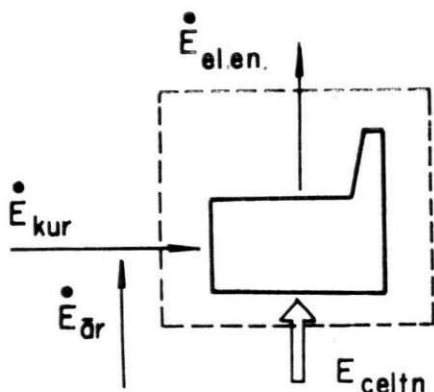
Šis nodaļas virsraksts — jauns un svarīgs enerģētikas jēdziens. Tiek lietots arī jēdziens «bruto enerģija»: tā ir visa enerģija, kuru «saražojis» kāds enerģētiskais objekts (elektrostacija, katlu māja utt.). Taču pats šis objekts arī nav radies «tukšā vietā» — ir nācies patērēt enerģiju, lai to uzbūvētu; arī ekspluatācijas gaitā nepieciešama enerģija (tagad mēs zinām, ka pareizāk būtu teikt ekserģija), piemēram, kurināmā ieguvei un piegādei.

Neto enerģija aprēķināma, no bruto enerģijas atņemot to enerģiju, kas patērēta objekta celtniecībai un ekspluatācijai.

Tātad jāvispārina caur objekta robežvirsmu (t. i., iedomātu virsmu, kas ierobežo objektu) plūstošās un, galvenais, kādreiz plūdušās ekserģijas plūsmas. Tiešām, ja, sastādot ekserģijas bilanci, mēs ievērojam tikai pašreiz noriņošos procesus, t. i., enerģijas daudzumus laika vienībā jeb jaudas, mēs taču aizmirstam to fundamentālo faktu, ka pats objekts kādreiz ir — un ne jau nu pēc burvja mājiņa — nokļuvis robežvirsmas iekšienē. Kamēr celtniecība nebija uzsākta, tur bija tikai atmosfēras gaiss un grunts. Būvdarbu norise saistīta ar tās ekserģijas plūsmām, kura «ieslēgta» būvmateriālos, metālos utt.

Lai ievērotu to visu, jāizanalizē objekta vēsture, sākot jau ar pašiem ekserģijas patērēšanas pirmsākumiem. Kā shematisku šīs tēzes ilustrāciju aplūkosim termoelektrostaciju (12. att.). Ar buļtinām parādītas plūsmas: $E_{el.en.}$ — stacijas saražotās elektroenerģijas plūsma, E_{kur} — ar kurināmo piegādātās ekserģijas plūsma, bet $E_{ār}$ — kurināmā iguvei un transportam patērētās ekserģijas plūsma. (Kā vienmēr, punkts virs burta nozīmē, ka aplūkojam enerģijas resp. ekserģijas daudzumu laika vienībā.) Bet $E_{celtn.}$ ir celtniecībai un iekārtas būvei (montāžai utt.) patērētā ekserģija. Tātad ekserģētiskais LK

$$\eta_2 = \frac{E_{el.en.}}{E_{kur} + E_{ār}}. \quad (17)$$



12. att. Ekserģijas plūsmas caur enerģētiskā objekta robežvirsmu.

Objekta vēsturi shematiski arī var attēlot ar grafiku (13. att.), uz kura horizontālās ass atlikts laiks gados, bet uz vertikālās — ekserģijas plūsmas caur robežvirsmu. Celtniecība ir sākusies laikā t_{celtn} ; ekserģijas plūsma ir bijusi negatīva, jo tā bijusi vērsta «uz iekšu». Šīs liknes daļas ierobežotais laukums ir jau minētā E_{celtn} .

Laikā $t=0$ būvdarbi ir beigušies, un, ieslēdzot tīklā pirmo agregātu, stacija sāk dot ekserģiju, kuras nesējs — elektrisko lādiņu plūsma — nogādā to patērētājiem. Tai pašā laikā stacija sāk patērēt arī kurināmo, kura ieguve un transports, kā jau teikts, prasa noteiktu ekserģijas patēriņu E_{ar} . Bez tam jāņem vērā (aprēķinot η_2 saskaņā ar (17), pašpatēriņam nebija nozīmes), ka zināmu daļu saražotās elektroenerģijas, tā saukto pašpatēriņa daļu, stacija patērē pati savām vajadzībām (iekšējam transportam, sūkņiem, apgaismošanai utt.); to apzīmējam ar $E_{pašpat}$. Laikā t_{atm} stacija ir segusi savas būves «izdevumus» (enerģētiskos): ir atmaksājusies celtniecībai patērētā, kā arī visu laiku patērējamā ekserģija, ar dažāda slīpuma līnijām iesvitrotie laukumi (sk. 13. att.) ir kļuvuši pēc skaitliskās vērtības vienādi. Pēc šā brīža tīklā sāk ieplūst neto enerģija.

(Nav kļūda lietot šeit neto ekserģijas jēdzienu. Ja runa ir par elektroenerģiju, enerģi-

jas un ekserģijas jēdzieni ir praktiski identiski. Fineses var interesēt tikai speciālistus.)

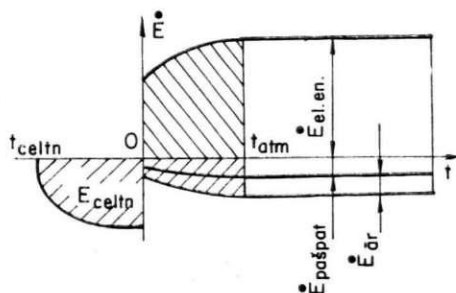
Un, ņemot, kad pagājis noteikts laiks τ («nekas nav mūžīgs»), elektrostacija pārtrauc darboties; tā ir nokalpojusi savu laiku un saražojusi elektroenerģiju, kuras daudzums $E_{el.en.} \approx E_{el.en.} \tau$. Attiecību starp visu iegūto ekserģiju un objekta celtniecībai un būvei (arī montāžai utt.) patērēto ekserģiju sauc par neto ekserģijas koeficientu:

$$k_g = E_{el.en.} / E_{celtn} \quad (18)$$

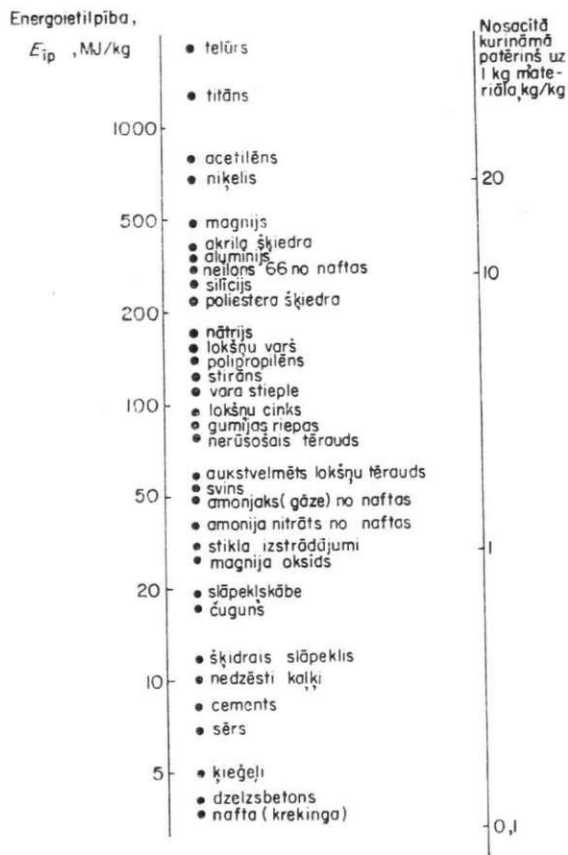
Daudzu enerģētisko objektu k_g ir jau aprēķināts un izanalizēts. Termoelektrostacijām, piemēram, tā vērtība ir 5 ... 7, bet dabasgāzes atradnēm — par kārtu lielāks, ap 50 ... 70. Tomēr, ja ievērojam nepieciešamību būvēt gāzes vadus, šis skaitlis ir būtiski jāsamazina.

Aprēķinot k_g , galvenās grūtības rada E_{celtn} noteikšana. Lai tās pārvarētu, izmanto īpašas tabulas (vai citus avotus), kurās atrodami dati par ekserģijas patēriņu nepieciešamo materiālu — tērauda, vara, plastmasu, betonu utt. — ieguvei. Lielumu E_{celtn} aprēķina, summējot visu šo vielu (utt.) ieguvei patērēto ekserģiju, bet katram atsevišķam materiālam to atrod kā īpatnējās ekserģijas un izlietotā materiāla daudzuma reizinājumu. Īpatnējā ekserģija ir aprēķināta, ievērojot nepieciešamību iegūt un bagātināt rūdu, izkausēt (vai iegūt ar elektrolīzi utt.) no tās metālu, to izvelmēt (un citādi apstrādāt) utt.

Tādējādi sastādīts dažu materiālu «ekserģētiskais cenrādīs» redzams 14. attēlā. Kreisajā



13. att. Enerģētiskā objekta patērētā un saražotā ekserģija (neto enerģijas jēdziena skaidrojums).



14. att. Materiālu «ekserģētiskais cenrādis».

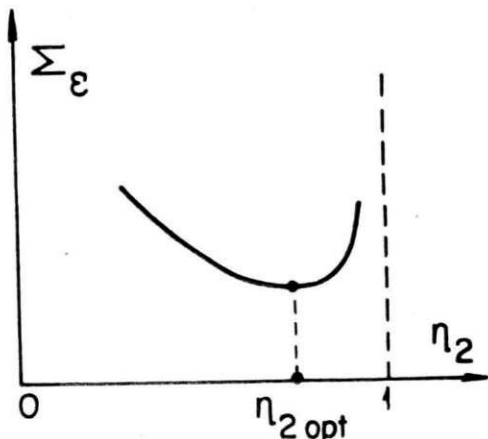
pusē ir norādīta materiāla kopējā energoietilpība (eksergoietilpība) megadžoulos uz kilogramu, bet labajā — tas pats lielums, pārrēķināts uz enerģētiskā vispārpieņemto nosacīto kurināmo ar siltumspēju 29,3 MJ/kg, tā ka ir iegūta attiecība, bezdimensionāls lielums, kas izsaka «kilogramus uz kilogramu» — cik kilogramu nosacītā kurināmā jāpatērē, lai iegūtu 1 kg materiāla.

Materiālu enerģētiskās (ekserģētiskās) «cenas», kas atrodamas mūsu «cenrādī», ir pakļautas divu pretēju tendenču iedarbei. No vienas puses, tās pazeminās kalnrūpniecības, metalurģiskās un ķīmiskās rūpniecības tehniskā progresa rezultātā, no otras — paaug-

stinās tāpēc, ka rūda un citi izejmateriāli kļūst aizvien grūtāk iegūstami, kā arī «tukšāki». Tomēr kopumā šie lielumi ir nesalīdzināmi stabilāki nekā, piemēram, parastās cenas, izteiktas kādā naudas summā.

Kad materiāli ir iegūti, tie jāapstrādā, detaļas jāsamontē, jātransportē utt. Radušies zudumi (ekserģijas patēriņš) ir samērā nelieli, ne lielāki par 20% visas patērētās ekserģijas. Piemēram, vieglās automašīnas «ekserģētiskā cena» ir 81 GJ (gigadžouli); no tiem 65 GJ ir materiālu tiesa.

Ja esam aprēķinājuši E_{celtn} (protams, šis aprēķins ir sarežģīts, jo detaļu un materiālu ir daudz), varam novērtēt arī mūs interesējošā



15. att. Ekserģijas īpatnējo zudumu summas atkarība no η_2 .

energoobjekta kopējo (pilno) enerģētisko efektivitāti visā tā darbmuža laikā:

$$\eta_{\Sigma} = \frac{E_{el.en.} \tau}{(E_{kur} + E_{ār}) \tau + E_{celtn}} = \frac{1}{\eta_2^{-1} + k_e^{-1}} \quad (19)$$

Tātad pilnais LK jeb neto ekserģijas LK η_{Σ} ir ērti izsakāms, izmantojot jau sen labi pazīstamus un plaši lietotus koeficientus (kuri līdz šim parasti netika apvienoti vienā formulā).

Izteiksmes (19) saucējs ir ekserģijas īpatnējais summārais patēriņš, attiecināts pret iegūto (aizvadīto, lietderīgo) ekserģiju:

$$\Sigma_{\epsilon} = \frac{1}{\eta_2} + \frac{1}{k_e} = \frac{1}{\eta_{\Sigma}} \quad (20)$$

Parasti labākās konstrukcijas iekārtai ir lielāks η_2 , bet totāls mazāks k_e , jo tās uzbūvēšanai nepieciešams vairāk ekserģijas.

Piemēram, ja mums jāpārvada siltuma daudzums Q un mēs gribam samazināt ekserģijas zudumus, kuri šādā pārvadē ir neizbēgami un vienādi ar $Q(1-T_2/T_1)$, jāsamazina šķidrums plūsmu temperatūru starpība $\Delta T = T_1 - T_2$. Bet līdz ar to samazinās siltuma plūsmas blīvums,

jo tas ir proporcionāls ΔT ; tāpēc siltummaiņa apmēriem jāpieaug. Ja (abstrakti) pieņemtu, ka $\Delta T \rightarrow 0$, tad $\eta_2 \rightarrow 1$; tomēr siltummaiņa apmēri (tātad arī tā izgatavošanai nepieciešamā ekserģija) tiektos uz bezgalību, tā ka mūsu centieni samazināt ekserģijas patēriņu dotu tieši pretējo rezultātu.

Kļūst skaidrs, ka minimālais summārais ekserģijas patēriņš atbilst kādai noteiktai η_2 vērtībai, kas mazāka par vienu. Ir pamats domāt, ka tā η_2 vērtība, kura raksturo ar 11. attēlu ilustrētos procesus, mūsdienās jau ir tuva optimālajai un tās paaugstināšanas mērķtiecība ir rūpīgi un vispusīgi jāpamato.

Kā var aprēķināt optimālo ekserģētisko LK η_2 ?

To var izdarīt ar jebkuru metodi, kuru izmanto optimizācijai, ja vien ir zināma k_e atkarība no η_2 vai arī abu šo lielumu atkarība no kaut kādiem uzdevuma parametriem. Uzskatāmāk (un mūsu raksta ietvaros pilnīgi pietiekami) ir konstruēt lieluma Σ_{ϵ} atkarību (izmantojot aprēķina rezultātus) no η_2 (15. att.). LK optimālā vērtība η_{2opt} atbilst patērējamās summārās relatīvās ekserģijas Σ_{ϵ} minimālajai vērtībai $\Sigma_{\epsilon min}$.

Kāda ir šā lieluma būtība?

Tas taču ir pievadāmās (patērējamās) ekserģijas absolūtais minimums, kāds nepieciešams, lai iegūtu piegādājamās (lietderīgās, «pārdodamās») ekserģijas vienību (turklāt minimums, izteikts relatīvās vienībās; sk. arī iepriekš). Ja mums ir izdevies šo lielumu aprēķināt, bet pēc tam arī izmērit (vai aprēķināt utt.) faktisko ekserģijas (varbūt pat vienkārši kurināmā) patēriņu, tad varam, piemēram, salīdzināt šo pēdējo ar teorētiski iespējamo minimumu («ideālu»).

Citiem vārdiem sakot, mēs esam radījuši enerģētisko (ekserģētisko) etalonu, kas nodēro visu enerģētisko, tehnoloģisko utt. procesu un iekārtu sistematiskam, pamatotam novērtējumam. Tikai šāds etalons ļauj atklāt iespējamās rezerves, kuras potenciāli var izmantot, lai ekonomētu enerģiju, bet patiesībā — ekserģiju.

Un tagad aplūkosim — detalizēti — vienkāršu un tomēr enerģētikai ļoti svarīgu piemēru, proti, elektropārvades līnijas vada opti-

mālā šķērsgriezuma laukuma, labāk sakot, optimālā strāvas blīvuma atrašanu. Pieņemsim (16. att.), ka līnijas garums ir L , bet vada garums līdz ar to $2L$. Ar φ apzīmēsim potenciālu starpību starp vadiem; būtībā, bez šaubām, ņāv svarīgi, kurš no vadiem ir saņemēts, un arī garumam $2L$ (L vietā) ir tikai ilustrējoša nozīme, jo rezultātā L saīsinās. Vadu šķērsgriezums ir F , to materiāla īpatnējā vadītspēja σ (S/m), pretestība $R=2L/(\sigma F)$. Pa līniju patērētajam piegādā elektroenerģijas plūsmu, kuras skaitliskā vērtība (t. i., pārvadāmā jauda) ir $\varphi j_Q F = \varphi I$. Potenciālu starpība līnijas sākumā ir par sprieguma krituma $\Delta\varphi=IR$ tiesu lielāka nekā beigās. Ekserģētiskais LK (dzesējošā gaisa ekserģiju ignorējām)

$$\eta_2 = \frac{\varphi I}{(\varphi + \Delta\varphi) I} = \frac{1}{1 + IR/\varphi}. \quad (21)$$

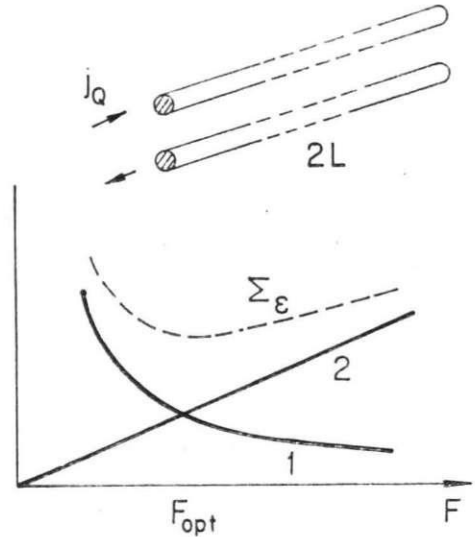
Līnijas būvei, t. i., vada materiāla — vara — iegūšanai, saskaņā ar mūsu «enerģētisko cenrādi» (sk. 14. att.), nepieciešams īpatnējās ekserģijas patēriņš $E_{ip}=120$ MJ/kg; tas jāreizina ar visu vada masu $2\rho FL$. Tātad neto ekserģijas koeficients (sk. (18)); protams, mūsu gadījumā k_e jēdziena saturs ir modifīcēts)

$$k_e = \varphi I \tau / (2E_{ip} \rho FL). \quad (22)$$

Pēc visparīgās formulas (20)

$$\Sigma_\varepsilon = \frac{1}{\eta_2} + \frac{1}{k_e} = 1 + \frac{2IL}{\varphi\sigma F} + \frac{2E_{ip}\rho FL}{\varphi I \tau}. \quad (23)$$

Sajā uzdevumā visi lielumi, izņemot F , jāuzskata par dotiem (zināmiem). Līdz ar F mainās arī $j_Q = I/F$, t. i., kā jau teikts, varam formulēt optimālā strāvas blīvuma atrašanas uzdevumu. Ja, piemēram, j_Q palielinām, tad izteiksmes (23) otrais saskaitāmais (kas izsaka ekserģijas zudumus vada elektriskās pretestības dēļ) arī palielinās, bet trešais — samazinās (sk. 16. att.). Viegli atrast, ka to



16. att. Elektropārvades līnijas vadu optimālā šķērsgriezuma atrašana.

summas minimums iestājas tad, kad tie ir vienlīdzīgi viens otram un kad līdz ar to $F = F_{opt}$, bet

$$j_Q = j_0 = \sqrt{\sigma E_{ip} \rho / \tau}. \quad (24)$$

Šādam j_0 atbilst minimālais summārais relatīvais ekserģijas patēriņš

$$\Sigma_{\varepsilon min} = 1 + 4 \frac{L}{\varphi} \sqrt{\frac{E_{ip} \rho}{\sigma \tau}}. \quad (25)$$

Kā redzams, j_0 ir atkarīgs tikai no vada materiāla īpašībām (to vidū, bez šaubām, arī no E_{ip}) un no projektējamā darbmūža ilguma.

Lielumu $\Sigma_{\varepsilon min}$ varam izteikt arī ar divu strāvas blīvumu vērtību attiecību, proti, ar j_0 attiecību pret to raksturīgo strāvas blīvumu j_R , kam atbilst $\Delta\varphi = \varphi$, t. i., līnijas vadu pretestība, kas vienāda ar slodzes (patērētāja) pretestību:

$$\Sigma_{\varepsilon min} = 1 + 2j_0/j_R. \quad (26)$$

Aplūkotais piemērs maksimāli vienkāršotā veidā ilustrē visiem pazīstamo augstsprieguma elektropārvades līniju projektēšanas principus.

Šīs līnijas spēj pārvadīt tūkstošiem megavatu jaudas tūkstošiem kilometru tālu; enerģijas plūsmu blīvuma skaitliskās vērtības ir ļoti lielas — līdz pat 10^{11} — 10^{12} W/m².

Ja ievietojam formulā (24) varam raksturīgās parametru vērtības, atrodam, ka ļoti pieticīgajam darbmūžam $\tau=3$ gadi atbilst $j=0,7$ A/mm², bet kaut cik reālam τ — vēl stipri mazākas vērtības. Praksē parasti pieņem 1—2 A/mm².

Kā redzams, piemēra vienkāršība deva iespēju aprēķināt visu, kas vajadzīgs, turklāt ļoti elementārā veidā un it kā «līdz galam». Istenība, protams, ir nesalīdzināmi sarežģītāka. Tūkstošiem speciālistu, liekot lietā modernās ESM un citus palīg līdzekļus, projektē enerģētikas un energosistēmu attīstību. Iespējams, ka šai darbā kādreiz iesaistīsies arī kāds no šā raksta lasītājiem.

NOBEIGUMS

Beidzot varam mēģināt atbildēt uz raksta sākumā formulētajiem jautājumiem.

Enerģija patiešām nezūd; tomēr visos reālajos procesos neizbēgami pieaug entropija, turpretī ekserģija (izmantojamā enerģija) samazinās un var izzust bez pēdām. Jātaupa ir kurināmais kā galvenais ekserģijas avots, un jātaupa arī elektroenerģija kā ekserģijas plūsma.

Ar visu mūsu cieņu pret Tautas dzejnieku* mēs nevaram nemēģināt «reabilitēt» sarežģīto entropijas jēdzienu: lai gan rakstā iztirzājām tikai dažas elementāras pamatsakarības, kurās ietilpst šī termodinamiskā funkcija, gribētos cerēt, ka lasītājam ir radies kaut vai aptuveni priekšstats par entropiju nevis kā «sastīgumu», bet gan kā vienu no lieliem, kas ir neizbēgams visu enerģijas pārveidošanas procesu pavadonis un palīdz raksturot to efektivitāti, saasinot enerģētiku uzmanību uz vēl neatrisinātajām sāpīgajām problēmām un «šaurajām vietām». Galu galā, taču pats vārds «entropija» nozīmē «pārvēršanās», «evolūcija», nevis «aizdambējums». Un pārvēršanās, pār-

veidošanās ietver sevī gan derīgumu un mērķtiecību, gan arī nenovēršamos zudumus un izkliedi, «nekārtības pieaugumu» — bez viena nav otra, un otrādi.

Atgriezoties pie raksta pamattēmas, jāuzsver, ka elektroenerģijas ieguvē ir svarīgi nodrošināt vajadzīgo jaudas plūsmu, patērējot iespējami maz kurināmā. Šā uzdevuma risināšanā lieti var noderēt neto enerģijas metode, kuras pamati arī ir aplūkoti rakstā.

J. Jantovskis

Redkolēģijas piezīme. Autors vienkāršības labad vienādojumā (1) un vairākās citās vietās ir izmantojis elektriskās enerģijas plūsmas blīvuma vektoru φ_{jQ} . Šāds vektors nav vispārpieņemts. Tā skaitliskā vērtība, kā arī virziens pareizi raksturo enerģijas plūsmu, un pats šis vektors šķiet esam korekts. Tomēr nopietnāka analīze liecina, ka elektriskā enerģija izplatās nevis pa vada iekšieni, kā varētu secināt, pamatojoties uz vektora φ_{jQ} izteiksmi, bet gan telpā ap vadiem, pa to apgabalu, kurā pastāv sprieguma izraisītais elektriskais lauks **E** un strāvas izraisītais magnētiskais lauks **B**, un elektriskās enerģijas plūsmas blīvuma vektors ir tā sauktais *Pointinga vektors* $(\mathbf{E} \times \mathbf{B})/\mu_0$. Vektorālo reizinājumu, kas definē Pointinga vektoru, šeit neaplūkosim. To, ka enerģijas plūsmas blīvuma vektors patiešām ir $(\mathbf{E} \times \mathbf{B})/\mu_0$, apstiprina, starp citu, fakts, ka enerģijas izplatīšanās ātrums gaisvadu līnijās ir tuvs gaismas ātrumam *c*, bet, piemēram, koaksiālajos kabeļos, kuru izolācijas materiāla dielektriskā caurlaidība ir ϵ , tas ir tuvs lielumam $c/\sqrt{\epsilon}$; tālāk, arī virsmas efekta (skīnefekta) skaidrojums saistās ar Pointinga vektoru. Ja rakstā būtu ievērotas visas šīs sakarības, tas būtu kļuvis tikpat kā nelasāms. Te ir arī citi vienkāršoējumi (piem., elektriskā ģenerators skaidrojumā), kas varētu būt diskutējami. Tomēr redkolēģija un autors cer, ka šis «Zvaigžņotajai Debesij» mazliet neparastais raksts ir palīdzējis lasītājiem tuvoties daudziem svarīgiem mūsdienu enerģētikas jēdzieniem un idejām, kas ir īpaši aktuāli sakarā ar enerģijas taupīšanas nepieciešamību.

* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1985. gada rudens, 54. lpp.



AUTOMATIZĀCIJA ZVAIGŽŅU IDENTIFICĒŠANĀ

Astronomisko novērojumu apstrāde arvien ir visai darbietilpīgs un bieži vien arī ļoti sarežģīts process, kas saistīts ar gariem skaitļojumiem, speciālām palīgiekārtām un dažādiem «viltīgiem» paņēmieniem meklējamo lielumu izfiltrēšanai no visādu veidu traucējumiem. Novērojumu apstrāde prasa daudz vairāk laika nekā paši novērojumi. Raksturīgs piemērs ir fotogrāfiskā astrometrija. Aktīvais novērošanas process tajā — fotomateriāla eksponēšana — parasti ilgst vairākas minūtes, ātri lidojošiem ZMP pat tikai dažas sekundes, turpretī fotoplates vai filmas ķīmiskā apstrāde, iegūtajā attēlā redzamo objektu identificēšana, tainšlēnča koordinātu precīza izmērīšana un, vispēdīgi, sfērisko koordinātu aprēķināšana ir tādi uzdevumi, kur steīga nesola panākumus; ar to nodarbojoties, stundas aizsteidzas kā nebijušas.

Gan ZMP, gan mazo planētu novērotājiem ir kāda līdzīga problēma — uz fotoplates vai filmas reizē ar novērojamajiem objektiem jānofotografē arī atbalsta zvaigznes, lai attiecībā pret tām varētu aprēķināt ZMP un planētu koordinātas. Pēdējos divos gadu desmitos skaitļošanas darbu ievērojami atvieglinājuši ESM plaša izmantošana. P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks Jānis Balodis daudz izdomas un pūļu veltījis tam, lai ESM pārziņā nodotu arī darbietilpīgo zvaigžņu identificēšanu. Tagad operatoram atliek vienīgi izmērīt zvaigžņu attēlu tainšlēnča koordinātas un rezultātus

ievadīt mašīnā, kura pati tad nekļūdīgi katru izmērīto zvaigzni identificē un pēc tam veic sfērisko koordinātu skaitļošanu novērojamajiem objektiem. Lai identificēšanu varētu realizēt, ESM atmiņā ir ierakstīts zvaigžņu katalogs, kas satur apmēram 260 000 zvaigžņu koordinātas. Atbilstošās zvaigznes meklēšana katalogā ir visai interesants kombinatorisks uzdevums. Izveidotajā programmmā tas risināts, pamatojoties uz daudzkārtēju zvaigžņu savstarpējo attālumu un leņķisko vērtību salīdzināšanu izmērīto un kataloga koordinātu kopās.

Izstrādātā metode ļoti atviegloja novērotāju darbu. Tā jau ar panākumiem ieviesta ikdienas darbā ne tikai LVU Astronomiskajā observatorijā, bet arī vairākās citās mūsu zemes observatorijās, kur tiek fotografēti ZMP un arī Saules sistēmas mazie ķermeņi: Maskavā, Užgorodā, Krimā un citur. Šīs metodes autoram darba pilnveidošanā un ieviešanā ir palīdzējuši viņa kolēģi Linārs Laucenijs un Edgars Mūkins.

Jānim Balodim par viņa izstrādāto zvaigžņu attēlu automātiskās identificēšanas metodi PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padome 1985. gadā piešķirusi veicināšanas prēmiju. Šādas prēmijas ik gadu oktobrī, kosmiskās ēras sākuma gadadienā, tiek piešķirtas no līdzekļiem, kurus speciāli šim nolūkam novēlējusi ķīmiķe Aleksandra Fioļetova, kas pati mūža nogalē izrādījusi lielu interesi par kosmisko pētījumu attīstību.

Leonids Roze



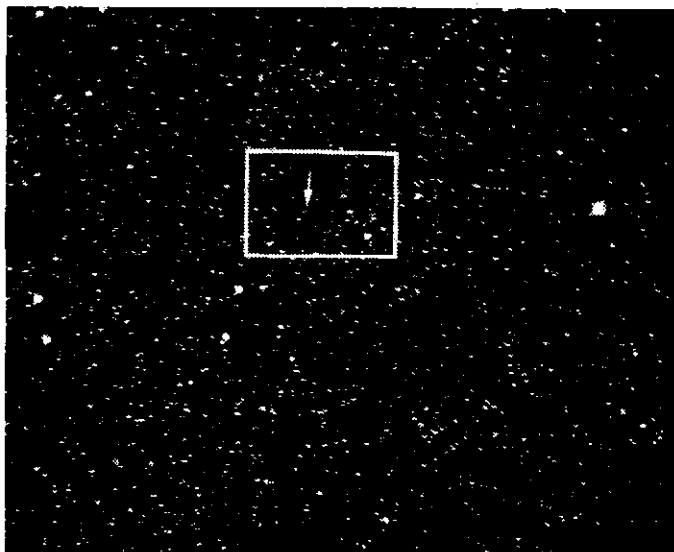
L. Garkuļa astronomiskie uzņēmumi

Daugavpils astronomijas amatieris Longins Garkulis jau vairākkārt publicējis mūsu žurnālā interesantus astronomiskos uzņēmumus: Saules pilnu aptumsumu 1981. gada 31. jūlijā, 1982. gada 25. jūlijā novērotos sudrabainos mākoņus, daļēju Saules aptumsumu 1982. gada 15. decembrī, sudrabainos mākoņus virs Daugavpils 1985. gada 16./17. jūlijā.*

* Zvaigžņotā Debess, 1982. gada vasara, vāku 2. lpp.; 1983. gada pavasaris, vāku 2. lpp.; 1983. gada rudens, vāku 1. lpp.; 1986. gada pavasaris, vāku 4. lpp.

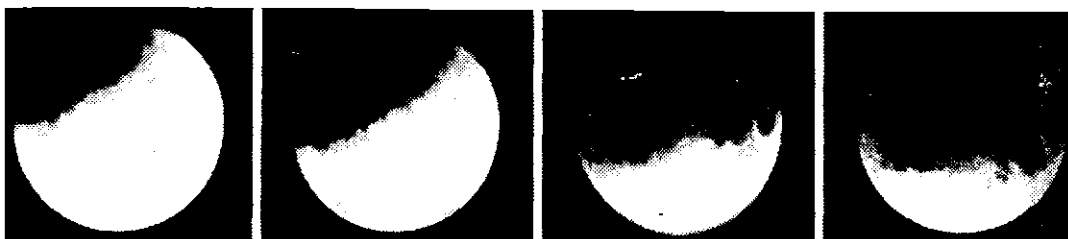
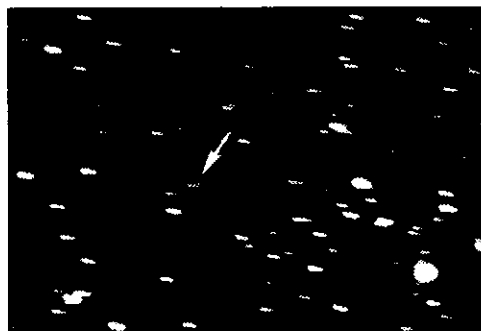
Soreiz L. Garkulis atsūtījis redakcijai 1985. gada 22. oktobrī nofotografētās Haleja komētas un 1985. gada 28. oktobrī novērotā Mēness pilnā aptumsuma attēlus.

L. Garkulis ir aktīvs Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedrs. Viņa konstruētais astrogrāfs sastāv no fotokameras «Zenit 3M» un objektīva «Industar 51» (fokusa attālums 210 mm). Par gidu izmantots fotoobjektīvs MTO-1000. Ar šo kameru viņam — pirmajam no astronomijas amatieriem Latvijā — izdevies iegūt Haleja komētas attēlu, kad komēta vēl bija tikai 10,5 zvaigžņlielumā.



1. att. Debess apgabals ar Haleja komētu. Uzņemts Daugavpilī 1985. gada 22. oktobrī ar kameru «Zenit-3M» (objektīvs «Industar 51», fokusa attālums 210 mm), filma F-250. Kadra izmēri 6,5×9,8°. Ekspozīcija — 1 stunda. Attēlā redzamā spožā zvaigzne ir Verša ζ.

2. att. Debess apgabals (1,1×1,6°) ar Haleja komētas attēlu lielākā palielinājumā (sk. 1. att.).



3. att. Mēness pilnā aptumsuma attēlu sērija. Uzņemts Daugavpili 1985. gada 28. oktobrī ar astrogrāfu un objektīvu MTO-1000; filma F-250, ekspozīcija sākuma fāzei (pirmais un otrais attēls) $\frac{1}{8}$ s, tuvojoties pilnai aptumsuma fāzei, — 10 s (trešais un ceturtais attēls).

ĒRTS ZVAIGŽNOTĀS DEBESS ATLANTS NOVĒROTĀJIEM

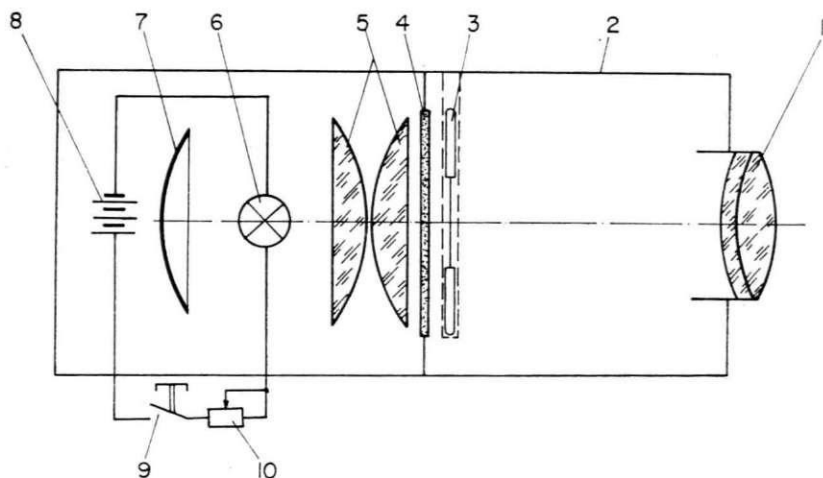
Viens no galvenajiem astronomijas amatiera-novērotāja «darbarīkiem» ir astronomiskais atlants. Vadoties pēc tā, novērotājs meklē pie debess viņu interesējošos objektus, nosaka to koordinātas, novērtē spožumu utt. Tomēr tradicionālajā formā atlants ne vienmēr ir ērts — tas aizņem daudz vietas, to ir grūti paņemt līdzi, dodoties uz novērošanu ārpus pilsētas, kur ir labāki novērošanas apstākļi. Bez tam, strādājot ar atlantu, nepieciešams apgaismojums. Visuālaļos novērojumos tas traucē acs adaptācijai, bet fotogrāfiskajos var dot nevēlamus izkliedētās gaismas blakusefektus. Visbeidzot, labs atlants nav nemaz tik viegli dabūjams.

Ērtu izeju atraduši Volgogradas astronomijas amatieri. Devītajā amatieru teleskopbūves ko-

lokvijā Baku viņi demonstrēja savu novērotājiem domāto mazformāta astronomisko atlantu, kas izraisīja vispārēju interesi.

Atlants izveidots diapozitīvu komplekta veidā, un tā lietošanai nepieciešams diaskops ar autonomu gaismas avotu tajā. Gan attēli, gan diaskops jāpagatavo pašiem.

Diaskopa (1. att.) okulāru, korpusu un matstiklu varam ņemt no jebkura rūpnieciski ražota aparāta, kas domāts 60×60 mm formāta diapozitīvu rāmīšiem. Kondensors nav obligāts, bet tas ievērojami uzlabos attēla apgaismojuma vienmērīgumu. Pirmo kondensora lēcu, skaitot no okulāra, var novietot tieši aiz matstikla. Otrās lēcas un spuldzītes savstarpējo novietojumu atrod mēģinājumu ceļā, vērojot matstikla ap-



1. att. Diaskopa uzbūve: 1 — okulārs, 2 — korpuss, 3 — attēla rāmitis, 4 — matstikls, 5 — kondensators, 6 — spuldzīte, 7 — spogulis, 8 — barošanas avots, 9 — slēdzis, 10 — reostats.

gaismojuma vienmērīgumu. Kondensora lēcas un spoguli var paņemt no veca diaprojektora, piemēram, «Etiēdes». Arī spogulis nav obligāts, bet ar to attēls būs spilgtāks. Gaismu dod 4,5 vai 6,3 V kabatas baterijas spuldzīte pašdarinātā vai rūpnieciski ražotā ietvarā, ko nostiprina spoguļa fokusā. Izvēlas spuldzītei piemērotu barošanas avotu. Var lietot jebkuras konstrukcijas slēdzi. Ķēdē ieteicams ieslēgt reostatu ar dažu desmitu omu lielu pretestību, lai varētu regulēt gaismas avota spilgtumu. Sīkāku aparāta pagatavošanas aprakstu nedodam, jo katrs amatieris pēc saviem ieskatiem un iespējām var izmantot visdažādākos materiālus un detaļas.

Diapozitīvu gatavošanā var izvēlēties divus variantus. Vienkāršākais no tiem — pār fotografēt kādu zvaigžņu atlantu (iespējams izmantot VAGB Latvijas nodaļas bibliotēkā esošos).

Otrs variants ir grūtāks, bet interesantāks — izmantot pašgatavotus debess apgabalu uzņēmumus. Atbilstoši gaimei un vajadzībām, kādām atlants paredzēts, var izvēlēties visdažādākos fotomateriālus: melnbaltos vai krāsainos diapozitīvos, melnbaltos negatīvos. Pēdējā gadījumā iegūst negatīvus debess attēlus, bet, ja ir vēlēšanās, var pagatavot to kontratipus (kontaktkopijas). Attēlā ietvertais laukums atka-

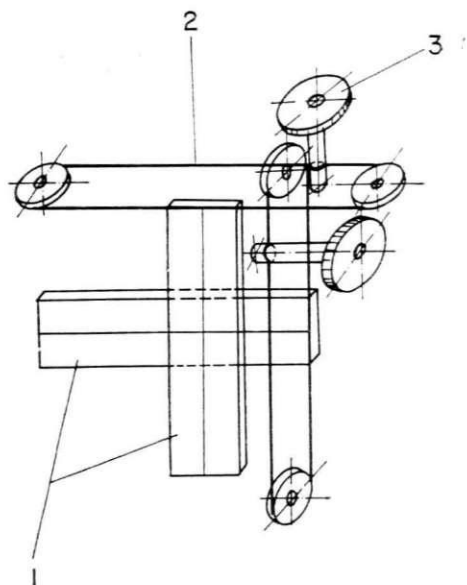
rīgs no lietotās optikas. Piemēram, ja lieto standarta objektīvu, kuram fokusa attālums ir 48 mm, tad 24×36 mm kadram atbildīs $30 \times 44^\circ$ debess sfēras. Tādējādi debess «nosegšanai» līdz apm. 20° dienviņu platuma būs nepieciešami aptuveni 25 kadri. Attēlos redzamo zvaigžņu relatīvais spožums būs atkarīgs no lietotās optikas gaismspējas un ekspozīcijas ilguma: jo lielāks objektīva relatīvais atvērums un ekspozīcijas ilgums, jo vājāki objekti tiek fiksēti filmā. Jāpiebilst, ka ieteicams visus attēlus iegūt pēc iespējas vienādos apstākļos.

Rāmīšos saliktie kadri jāmarķē. Jāatzīmē vai nu uzņemtā debess apgabala koordinātas, vai tajā redzamo zvaigznāju nosaukumi. Rāmīši kastītē jātur stingri noteiktā kārtībā, lai arī tumsā ātri varētu atrast vajadzīgo attēlu.

Ieteicams diapozitīvus salīdzināt ar zvaigžņu atlantu un to malās ar asu adatu uzmanīgi ievilkt koordinātu tīkla svītriņas.

Pagatavoto diaskopu var apgādāt ar vienkāršu ierīci (2. att.) aptuvenu novērojamā objekta koordinātu noteikšanai. Sevišķi tas palīdzēs vizuālajos novērojumos.

Ierīces galvenā sastāvdaļa ir krusts, ko veido divi pārvietojami perpendikulāri mati. Pēdējos pagatavo no plāna organiskā stikla plāksnītēm,



2. att. Pārvietojamais krusts: 1 — mati, 2 — trosīte, 3 — rokturis.

kurām vidū ar asu griezni rūpīgi ievēl taisnu līniju. Matu pārvieto ar trosīšu (vai citu analogisku) mehānismu. Ja kā attēlus lieto diapozitīvus, jāierīko mata apgaismojums — plāksnītes no sāniem apgaismo ar mikrospuldzīti vai, ja tādas nav, — ar kabatas baterijas spuldzīti. Spuldzītes tiešā gaismā nedrīkst iekļūt novērotāja acī. Krusts jānovieto iespējami tuvu filmas virsmai.

Ja grib mērīt aptuvenas objekta koordinātas, matu krustpunktu savieto ar objekta atrašanās vietu pie debess un koordinātas nosaka pēc atzīmēm kadra malās.

Nobeigumā jāpiebilst, ka šāds debess atlants var būt labs mācību līdzeklis skolās — tas dod reālu zvaigžņotās debess ainu bez kartēm raksturīgajiem sagrozījumiem, to var lietot gan apmācībai, gan kontrolei. Diaskopu un diapozitīvu komplektu varētu pagatavot paši skolēni fizikas vai astronomijas pulciņa nodarbībās un darbmācības stundās.

J. Kauliņš

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Analizējot Zemes magnētiskā lauka svārstību reģistrogrammu 1977. gada 12. oktobra Saules aptumsuma laikā, Kubas Zinātņu akadēmijas Ģeofizikas un astronomijas institūta līdzstrādnieki konstatējuši, ka jau dažās minūtēs pēc pirmā kontakta, kad Mēness sāk ekranēt Saules staru plūsmu, mainās Zemes magnētiskā lauka mikrovariāciju raksturs: parastais Pc svārstību spektrs rimst, bet rodas neregulāras svārstības, kuru cēlonis, domājams, ir Mēness ēnas ekranējošais efekts Zemes jonosfēras E slānī.

★★ Zemes magnētiskais lauks reaģē arī uz mūsu planētas seismiskajiem procesiem. Padomju zinātnieki konstatējuši, ka lielu zemestrīču laikā, ja to magnitūda ≥ 6 , notiek ģeomagnētiskas pulsācijas, kuru frekvence ir 0,02—1 Hz un amplitūda — 10—15 nT. Šādas pulsācijas sauc par seismiskām un apzīmē ar PcS . Tās nekad nav novērotas bez zemestrīces. Šajā svārstību diapazonā nesens atrasti arī lielo zemestrīču ģeomagnētiskie priekšvēstneši — PcS pulsācijas, kuras sākas krietni agrāk, 200—10 min pirms zemestrīces. Šo priekšvēstnešu raksturlielumi — periods un amplitūda — ir lineāri saistīti ar zemestrīces magnitūdu.



UZMANĪBAS CENTRĀ SAULES RADIONOVĒROJUMI

1985. gada 15.—17. oktobrī Odesā, Ukrainas PSR ZA pansionāta «Borej» telpās notika republikas nozīmes konference par tēmu «Saules sistēmas radioastronomiskie pētījumi». Šo konferenci rīkoja PSRS ZA zinātniskās padomes problēmām «Radioastronomija» un «Saules-Zemes sakaru fizika», kā arī Saules radiostarojuma sekcija un Ukrainas PSR ZA Galvenās astronomijas observatorijas Odesas nodaļa. Lai gan konferences nosaukums it kā norāda uz samērā plašu tematiku — visas Saules sistēmas pētīšanu ar radioastronomijas metodēm, īstenībā tajā tika aplūkoti tikai Saules, un arī galvenokārt tās aktivitātes, pētījumi, izmantojot radioastronomiju.

Konferencē, kas bija viens no lielākajiem un interesantākajiem šiem jautājumiem veltītajiem pasākumiem Padomju Savienībā 1985. gadā, piedalījās arī grupa Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Saules fizikas daļas līdzstrādnieku (6 dalībnieki), kas reprezentēja savu darba rezultātus četrus zinātnisko ziņojumu un divu stendu referātu veidā. Pavisam konferencē piedalījās vairāk nekā 100 zinātnieku, kas pārstāvēja apmēram 25 lielākās zinātniskās pētniecības iestādes, kuras nodarbojas ar radio-

astronomiskajiem Saules pētījumiem Padomju Savienībā. Trijās dienās konferences dalībnieki noklausījās četrus apskata referātus un apsprieda 37 zinātniskos ziņojumus un 31 stenda referātu.

Konferencē aplūkoto problēmu un jautājumu loks bija ļoti plašs; tika skarti gandrīz visi Saules aktivitātes fizikas aspekti, kurus iespējams pētīt ar radioastronomijas metodēm, kas pašlaik Saules pētījumos lietoto metožu vidū ieņem vienu no centrālajām, ja ne pašu galveno vietu. Svarīgākās priekšrocības, ko radioastronomijas metodes paver Saules augšējās atmosfēras pētīšanā, ir šādas: pirmkārt, tās dod iespēju sekot Saules aktivitātes parādībām (protams, tādām, kuras pavada radiostarojums), resp., novērot Sauli praktiski visu diennakti neatkarīgi no laika apstākļiem, galvenokārt mākoņu segas, kas padara neiespējamu Saules novērošanu optiskajā diapazonā; otrkārt, ar šīm metodēm iespējams novērot Sauli ļoti plašā radiostarojuma spektra diapazonā (no milimetru līdz pat dekametru viļņiem) un līdz ar to izsekot Saules aktivitātes procesu izcelsmes un attīstības likumsakarībām un īpatnībām visā Saules atmosfēras biezumā, sākot ar fotosfēras pašiem augšējiem (jeb hromosfēras pašiem apakšējiem) un beidzot ar koronas pašiem ārējiem slāņiem. Optiskajā diapazonā šāda Saules atmosfēras zon-

dēšana ir ļoti sarežģīta, dažkārt pat neiespējama (ja ir apmācies).

Šīs priekšrocības tad arī nosaka radioastronomijas metožu aktualitāti un perspektivitāti Saules aktivitātes un tātad arī Saules-Zemes sakaru pētniecībā, jo Saules aktivitāte izraisa un nosaka visas tās sarežģītās un daudzveidīgās parādības, kuras apvieno kopīgs nosaukums «Saules-Zemes sakari».

Gadu gaitā uzkrājoties novērojumu materiāliem, arvien vairāk paplašinās un padziļinās izpratne par šo sakaru izpēti kā tīri zinātnisko, tā arī tautsaimniecisko nozīmi.

Konferences organizēšanā, kā jau teikts, piedalījās PSRS ZA zinātniskā padome problēmai «Saules-Zemes sakaru fizika», tomēr tās darbā galvenā uzmanība tika veltīta Saules aktivitātes parādību fizikālo mehānismu noskaidrošanai. Attiecībā uz Saules-Zemes sakaru fizikas problēmām šādai pieejai ir tieša un dziļa jēga, jo bez detalizētas Saules aktivitātes procesu fizikas izpratnes nav domājams arī tālāks progress Saules-Zemes sakaru fizikas likumsakarību noskaidrošanā. No šā viedokļa tad arī kļūst saprotama minētās zinātniskās padomes pamatotā ieinteresētība konferences organizēšanā un darbā. Viens no svarīgākajiem, ja ne pats galvenais Saules aktivitātes fizikas jomā ir jautājums par to, kur un kā izdalās enerģija, kas nosaka procesus starpplanētu telpā un uz Zemes. Tā noskaidrošanai

nepieciešams izpētīt un izprast Saules aktīvo apgabalu struktūru. Šai problēmai konferences darba kārtībā tika atvēlēts daudz uzmanības. Kā izrietēja no te nolāsītājiem referātiem, visai vērtīgas ziņas var dot radioastronomiskie novērojumi, ja tie tiek izdarīti, pirmkārt, ar augstu leņķisko izšķirtspēju, otrkārt, plašā radiofrekvenču diapazonā un, treškārt, ja tos papildina polarizācijas mērījumi. Pēdējie, kā zināms, sniedz svarīgu informāciju par magnētiskajiem laukiem, kas caurauž Saules atmosfēras plazmu attiecīgajos slāņos un lielā mērā nosaka daudzveidīgos procesus, kuri šajos slāņos norisinās.

Pašreiz, balstoties uz ilggadējo bagātīgo novērojumu materiālu un tā interpretāciju, nostiprinās koncepcija, ka Saules aktīvo apgabalu struktūru radiodiapazonā veido trīs galvenie komponenti: 1) flokulas jeb fokuļu lauki — hromosfēras paspilgtinājumi, kuri sevišķi labi izdalās Saules fotogrāfijās, kas iegūtas, izmantojot speciālus filtrus; 2) plankumi ar savu struktūru (kodoli, ēnas, pusēnas) un 3) difūzs halo jeb starpplankumu komponents, ko veido magnētiskās arkas jeb cilpas, gan lielās, gan zemu novietotās. Halo starojuma spektrs rāda, ka šis starojums ir netermiskās dabas.

Otrs jautājumu komplekss, kas tika aplūkots konferencēs laikā, bija vēltīts Saules uzliesmojumiem, sevišķi, pro-

tams, radiouzliesmojumiem un koronālajiem tranzientiem — islaicīgiem un gaisītošiem Saules koronālās matērijas veidojumiem,* kuri parādās kā noteiktu Saules aktivitātes procesu izpausmes un sekas. Saules radiouzliesmojumu pētījumu galvenais nolūks ir ne tikai izprast šo uzliesmojumu cēloņus un mehānismus, bet arī noskaidrot to saistību ar pašu grandiozāko un nozīmīgāko (no Saules-Zemes sakaru viedokļa) Saules aktivitātes parādību — protonu uzliesmojumiem, lai varētu izmantot Saules radiouzliesmojumus protonu uzliesmojumu diagnosticēšanai un prognozēšanai.

Trešā jautājumu kopa, kas figurēja konferences darba kārtībā un vēl tiešāk ir saistāma ar Saules-Zemes sakaru fiziku, attiecās uz Saules aktīvo apgabalu pirmsuzliesmojumu stāvokļa pētījumiem. Tie nepieciešami, lai izstrādātu Saules uzliesmojumu prognozēšanas metodiku, kurā tik ārkārtīgi ieinteresētas ir daudzas jo

* Koronālie tranzienti — liela mēroga un ievērojamas masas koronālās matērijas veidojumi, kuru eksistences ilgums svārstās no pārdesmit minūtēm līdz vairākām stundām. To forma ir ļoti dažāda — cilpveida, ķīļveida, vēdekļveida, difūzi iztecejumi —, pārvietošanās ātrums — 14—2000 km/s. Šos veidojumus novēro arī radiodiapazonā.

daudzas tautas saimniecības nozares.

Šajā ziņā visai interesanti ir mūsu Radioastrofizikas observatorijas Saules fizikas daļā veiktie pētījumi, kuri rāda, ka pirms Saules uzliesmojumiem tās atmosfērā ģenerējas kvaziperiodiskas svārstības, ko var novērot arī decimetru viļņu diapazonā, turklāt, jo spēcīgāks ir gaidāmais, resp., sekojošais, uzliesmojums, jo agrāk šīs kvaziperiodiskās radiostarojuma fluktuācijas parādās un jo lielākas ir to amplitūdas. Tas paver daudzološu iespēju izmantot šādu radiostarojuma fluktuāciju novērojumus uzliesmojumu prognozēšanai ne tikai laika, bet arī stipruma ziņā. Tādēļ arī šiem jautājumiem vēltītie Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieku (J. Averjančina, V. Locāns, M. Paupere) ziņojumi radīja lielu ievēribu konferences dalībnieku vidū.

Kopumā konferencē noklausītie referāti un ziņojumi deva iespēju koncentrētā veidā iepazīties ar jaunākajiem sasniegumiem, idejām un tendencēm Saules radioastronomijas jomā, kas ir tik nepieciešami, korigējot pašreizējos un plānojot jaunus aktuālus un perspektīvus pētījumus, kuru mērķis, kā jau minēts, ir izprast sarežģītos un vitāli nozīmīgos Saules aktivitātes (jo sevišķi Saules uzliesmojumu) un Saules-Zemes sakaru mehānismus.

A. B a l k l a v s



ASTRONOMIJA VISMAZĀKAJIEM LASĪTĀJIEM

Populārzinātniskas grāmatas par astronomiju latviešu valodā parādās reti, bet bērniem domātas līdz šim vispār nebija. Tāpēc lielu interesi rada izdevniecības «Liesma» 1985. gadā izdotā «Astronomijas bilžu grāmata» (sērijā «Gribu visu zināt»). Tās autori ir pazīstami Maskavas astronomi Boriss Levins un Lidija Radlova.

Grāmata domāta pirmsskolas un jaunākā skolas vecuma bērniem — tas varētu būt no četri līdz vienpadsmit gadu vecumam, tātad gan tādiem, kam tekstu priekšā lasa vecāki vai lielākie brāļi un māsas, gan arī tādiem, kas pirmās ziņas par astronomiju jau gūst mācību stundās. Tāpēc arī galvenais šai grāmatā ir attēli. Pēc satura tos var iedalīt vairākos tipos.

Pirmkārt, te ir shēmas, kas rāda planētu lielumu, to orbītas un kustību, spidekļu šķietamo kustību, Zemes formu, griešanos ap asi un kustību ap Sauli, Saules un tās vainaga uzbūvi un Zemes atmosfēras uzbūvi. Otrkārt, ir zīmējumi no senām grāmatām, kuri rāda senatnes cilvēku priekšstatus par dažādām astronomijas parādībām, senos astronomijas instrumentus un ievērojamus agrāko laiku astronomus. Treškārt, doti mūsdienu teleskopu un kosmisko aparātu zīmējumi. Ceturtkārt, grāmatā ievietoti debess objektu uzņēmumi, galvenokārt planētu fotogrāfijas, kas iegūtas ar kosmiskajiem aparātiem. Attēli ņemti no dažādu laiku zinātniskajām un populārzinātniskajām grāmatām un nav speciāli bērniem veidoti, tāpēc daži no tiem šai izdevumā papildināti: piemēram, Saule stilizēti attēlota bērniem pazīstamā izskatā.

Ipaši šai grāmatai acīmredzot ir gatavoti pārskaitļu lappusēs ievietotie lielle zīmējumi, kuros skaidrojama astronomiskā parādība attēlota saistībā ar bērnu izpratnei tuvu lauku vai pilsētas ainavu un kurus pievilcīgākus dara divu puīšuļu — varbūt Zinīša un Neziņīša — figūriņas.

Bez tēva, mātes, bērnudārza audzinātājas vai skolotāja palīdzības vismazākie lasītāji, resp., skatītāji, laikiem gan varēs uztvert tikai mazu daļu no visām grāmatā ietvertajām gudrībām. Taču, daudzkārt šķirstot šo bilžu grāmatu, bērna atmiņā, jādama, saglabāsies dažādi attēli, un, skolas mācību gaitā nonācis pie astronomijas priekšmeta, viņš prēcāsies par atkalredzēšanos ar pazīstamām, bet vēl istī neizprastām zīmēm.

Taču grāmata radīs mazajos arī tādus jautājumus, uz kuriem diez vai varēs pareizi atbildēt pat vecāki. Piemēram, kas attēlots titullapā, 2. lappusē, 10. lappusē, kāpēc Marsa karte ir zili dzeltena, kaut gan turpat rakstīts, ka planēta spīd asinsarkanā krāsā? Kas tas par projektu celtnei uz Mēness 27. lappusē? Kura ir Zeme 31. lappuses attēlā? Kāpēc pie planētu apzīmējumiem 17. lappusē ir arī nedēļas dienu nosaukumi? Labi, ja šādi jautājumi rosinās mazo (un arī lielo) lasītāju meklēt atbildi citās astronomijas grāmatās, tā iegūstot skaidrību kaut vai pēc gadiem.

Protams, maz var ietvert nelielā grāmatiņā. Tomēr attēlu atlase un to saskaņotība un līdzsvarotība ar tekstu varēja būt bērniem vairāk piemērota. Tā, piemēram, 15. lappuses tekstā atsaukšanās uz attiecīgo attēlu ir visai neskaidra. Iebildumus rada arī tas, ka 4. lappusē senās zvaigžņu kartes pārzīmējums attēlo debesi tādu, kādu redzam uz debess

globusa (t. i., spoguļattēlā), nevis pie debess un turpmākajos grāmatas attēlos. Nevajadzēja šai pašā debess kartē likt nosaukumu «Muša», jo šāds zvaigznājs ziemeļpuslodē jau sen vairs nepastāv, toties trūkst nosaukuma zīmīgajam Vedēja zvaigznājam; Benīkes Mati te nosaukti par Veronikas Matiem. Kāpēc teleskopā pie debess redzams grādu tīkls (5. lpp.), un kāpēc šā debess apgabala karte nav ievietota tā, kā parasti pieņemts, — ar ziemeļiem uz augšu? Var maldināt 7. lappuses attēla paraksts: «Mērīnstruments zvaigžņu attālumu mērīšanai», jo ar tādu var izmērīt vienīgi zvaigznes leņķisko attālumu no zenīta jeb zenītdistanci. 25. lappuses attēlā Saule iezīmēta tādā vietā, kas neatbilst ēnai uz Saules pulksteņa. Kāpēc 24. lappuses attēlā dota ASV, nevis PSRS nesējraķete? Nepareizi ir teikt, ka 35. lappusē komētas attēlojums ir fantastisks, jo tas atbilst tālaika zinātniskās literatūras stilam.

Vietām nav veicies tulkotājam. Daži neveikla tulkojuma piemēri: «Zvaigznes līdzīgas gaišiem punktiņiem» (5. lpp.); «...zvaigznes, kas līdzīgas smeļamajam kausam» (7. lpp.); «Diena mēdz būt tajā zemeslodes pusē, kura pagriezies pret Sauli un tiek apgaismota ar tās stariem» (13. lpp.).

Jāpiebilst vēl, ka ļoti zema kvalitāte ir planētu uzņēmumiem 18., 28., 31., 37. un 38. lpp., tieši tam, kas parāda mūsdienu zinātnes sasniegumus. Vispār varēja būt mazāk senlaidīgo mistisko un tiešām fantastisko zīmējumu, bet vairāk labas kvalitātes planētu un pavadņu uzņēmumu.

Lai gan «Astronomijas bilžu grāmata» nav bez trūkumiem, 45 tūkstošu lielā metiena ātrā pazušana no grāmatnīcu plauktiem liecina, ka vecāki to uzskata par nepieciešamu mazajiem, un jācer, ka arī pēdējie pievienojas šādam uzskatam.

A. Aļksnis

NO LAIKMETA LAIKMETĀ

Izdevniecība «Valgus» ar šādu nosaukumu laidusi klajā grāmata par paleoastronomiju.¹ Grāmatas autors Heino Ēlsalu «Zvaigžņotās Debess» lasītājiem pazīstams kā astronomijas vēsturnieks.² Taču viņa pamatnodarbošanās saistīta ar astrofizikas problēmām, jo fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts H. Ēlsalu ir Igaunijas PSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas un atmosfēras institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks.

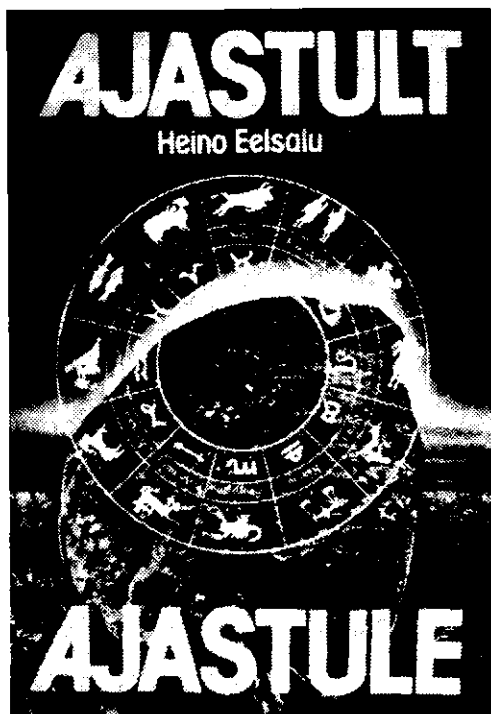
Grāmata uzrakstīta igauņu valodā. Tā kā tuvākajā laikā latviskais tulkojums vēl netiks izdots, tad sniegsim kaut nelielu ieskatu grāmatā izteiktajās paleoastronomijas idejās.

¹ Ēlsalu H. Ajastult ajastule. Tallinn, 1985.

² Sk. H. Ēlsalu publicējumus «Zvaigžņotajā Debēs»: No Tērbatas universitātes astronomijas vēstures. — 1982. gada vasara, 54.—57. lpp.; Leduslaikmeta zvaigžņu karte. — 1986. gada pavasaris, 39., 40. lpp.

Vispār paleoastronomijas uzdevums ir noskaidrot pirmatnējos astronomiskos priekšstatus, kad un kā tie veidojušies, kā no tiem attīstījusies astronomijas zinātne. Senākie astronomiskie priekšstati rodami mitoloģijā, folklorā, par tiem stāsta arī dažādi materiālās kultūras liecinieki, kurus atklāj arheologi, pētidami senvēsturi.

Arheoloģiskos atradumus pēdējā laikā bieži vien datē pēc radioaktīvā oglekļa ¹⁴C sabrukšanas laika vai pēc dendrochronoloģiskās laika skalas. Šīs metodes pēc savas būtības raksturo kvaziabsolūto laiku, jo tik un tā fizikālā un bioloģiskā laika skala ir jāsaista ar astronomiski definēto laiku, ko nosaka Zemes orbītālā kustība ap Sauli. Astronomiskā laika skala ir tik precīza, ka to var uzskatīt par absolūtu. Ar to saistās visa cilvēces kultūras vēsture, jo tā savieno dažādus notikumus nepārtrauktā laika secībā. Paleoastronomijas pētījumos astronomiskā laika skala ļauj restaurēt debess spīdekļu eļiemerīdu hronoloģiju, aprēķināt kalendāru dreifu un noteikt precesijas ietekmi uz redzamo debess ainu.



Efemerīdu hronoloģija attiecas uz tādām debess parādībām kā Saules un Mēness aptumsumi, planētu aspekti, komētu parādīšanās, Mēness fāzes, solārā un lunārā gada sākums un tamlīdzīgām.

Pirmatnējie kalendāri savas neprecizitātes dēļ laika ziņā dreifē attiecībā pret patieso laiku. Raksturīgs piemērs tam ir Jūlija kalendāra dreifs. 16. gadsimtā, kad šo kalendāru reformēja (1582. g.), tas bija atpalicis no patiesās laika skalas jau par 10 dienām. Vēl lielāku dreifu uzrāda senais ziemeļu tautu kalendārs, kura pamatā ir gada kvartāli un piecu dienu nedēļas. Kvartālu dreifs liecina, ka šis kalendārs ir vismaz par 17 gs. vecāks nekā Jūlija kalendārs, ko romieši ieviesa 45. g. p. m. ē. Tiek uzskatīts, ka ziemeļu tautu senā kalendāra veidošanos tieši ietekmējis t. s.

Atlantijas kalendārs, ko raksturo megalītiskās observatorijas, akmeņi ar iecirstām bedrītēm un sešpadsmitnieku skaitīšanas sistēma.

Precesijas ietekmē redzamā debess aina mainās no laikmeta laikmetā. Katrā jaunā epohā daži nenorietošie zvaigznāji kļūst par norietošiem, vai arī otrādi — agrāk norietošie par nenorietošiem. Sevišķi jutīgi pret precesiju ir zvaigžņu heliakālie lēkti.

Debess pōls precesijas ietekmē pārvietojas pa debess sfēru caur Perseja, Herkulesa un Pūka zvaigznājiem. Astrālā folklorā zvaigžņotās debess maiņu tēlo dažādu konfliktu veidā. Somu folklorā raksturīgs piemērs ir motīvs par Sampo nolaupišanu.

Precesijas rezultātā mainās arī Piena Ceļa redzamais stāvoklis pie debess. Ziemeļu tautu folklorā Piena Ceļu sauc par «ziemas muguru». Grieķu mitoloģijā Piena Ceļu, ko pie debess var skatīt kā uguns riņķi, varbūt tēlo teiksma par Prometeju. Astroskatījumā Prometeja konflikts ar Zevu identificējams kā debess pola pārvietošanās no Cefeja zvaigznāja uz Piena Ceļa apgabalu. Precesija iespaido arī zodiaka zvaigznāju redzamību. Pavasara punkts no Auna zvaigznāja tagad pārvietojies Zivju zvaigznajā. Ļoti senā epohā, vismaz 17. g. t. p. m. ē., zodiaka zvaigznājus attēlo Dienvidfrancijā atklātie Lasko alas klinšu gleznojumi.

Jauns viedoklis paleoastronomijas pētniecībā ir autora uzskats, ka zvaigžņotās debess ainu no laikmeta laikmetā raksturo folklorā tēlotie astrālie konflikti, kas visbiežāk izteikti kā varoņa nonāvēšana. Pie tam slepkava parasti atrodas astronomiskā opozīcijā pret savu upuri. Šādi astrālie motīvi sastopami kā senindiešu, tā sengrieķu mitoloģijā. Tos izteic arī somu tautas eposs «Kalevala».

Grāmatai pievienota svarīgāko paleoastronomijas atklājumu hronoloģijas tabula.

Jācer, ka Heino Eelsalu jaunā grāmata sniegs bagātīgu ierosmi baltu paleoastronomijas pētniekiem.

J. Klētnieks

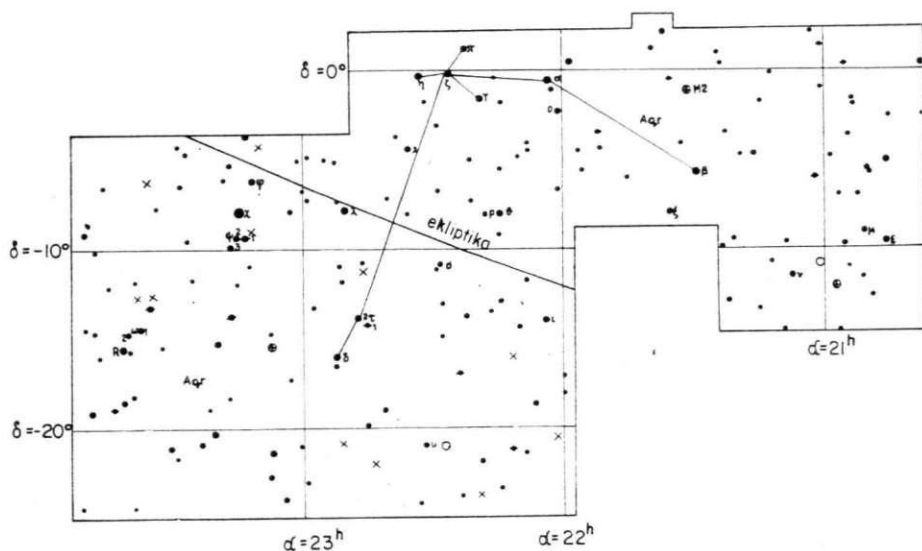
ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1986. GADA RUDENĪ

Rudens sākas 23. septembrī $11^{\text{h}}58^{\text{m}},9$ pēc vasaras laika, kad Saules ekliptiskais garums ir 180° un tā ieiet Svaru zīmē. Rudens beidzas 22. decembrī $7^{\text{h}}02^{\text{m}},1$ pēc Maskavas dekrēta laika. Tad Saules ekliptiskais garums ir 270° un tā ieiet Mežāža zīmē.

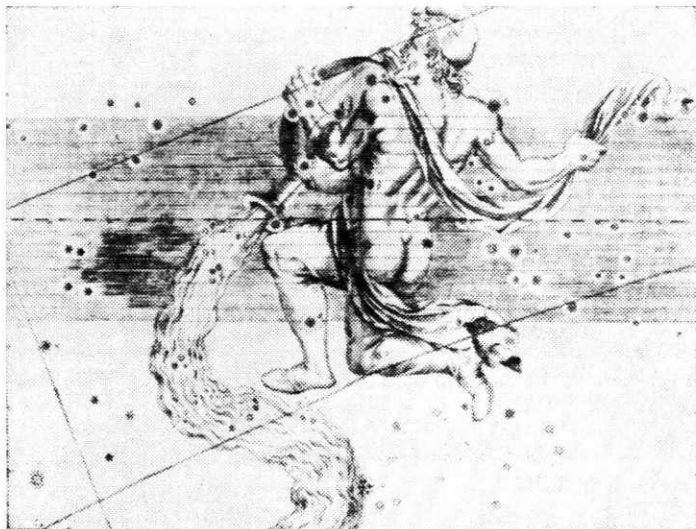
Visai ievērojams pie rudens debesīm ir zodiaka zvaigznājs Ūdensvīrs (Aquarius, saīsināti — Aqr). Rudens sākumā tas redzams gandrīz augu naktī, bet rudens beigās — pēc Saules rieta debess rietumu pusē. Šajā zvaigznājā

visu rudeni atrodas Jupiters un rudens otrajā pusē arī Marss. Ūdensvīru pie debesīm palīdzēs atrast zvaigznāja karte (1. att.), kā arī spožās planētas, kas tajā atrodas. Šajā attēlā redzama Ūdensvīra spožāko zvaigžņu veidotā raksturīgā figūra, ievērojamākie objekti, zvaigznāja robežas. Zvaigznāja apakšējā daļa paceļas tikai nedaudz virs horizonta un praktiski nav redzama.

Ūdensvīra zvaigznājā nav spožu zvaigžņu. α Aqr jeb Sadalmeleks ir G klases zvaigzne, kuras zvaigžņlielums ir $3^{\text{m}},2$. Arī β jeb Sadal-



1. att. Ūdensvīra zvaigznājs ar raksturīgo spožāko zvaigžņu veidoto figūru. Spožākai zvaigznei atbilst lielāks punktiņš. Pārsvītrots punktiņš — dubultzvaigzne, aplītis ar punktu vidū — mainzvaigzne, tukšs aplītis — planetārais miglājs, pārkrustots aplītis — lodveida zvaigžņu kopa. Krustiņš norāda ārpusgalaktiskā miglāja atrašanās vietu.



2. att. Ūdensvīra zvaigznājs no J. Baijera zvaigžņu atlanta «Uranometria».

suds ir G klases zvaigzne, pat nedaudz spožāka par α — tās zvaigžņlielums ir $3^m,1$. γ Aqr jeb Sadalahbija ir A klases zvaigzne, spektrāla dubultzvaigzne, zvaigžņlielums $4^m,0$. δ Aqr jeb Skats arī ir A klases zvaigzne, taču, atkal grozot secību, kādā doti zvaigžņu apzīmējumi ar grieķu alfabēta burtiem (spožuma secībā), tā ir spožāka par γ , jo tās zvaigžņlielums $3^m,5$.

Zvaigznājā daudz dubultzvaigžņu. Tā, piemēram, $\zeta^{1,2}$ Aqr (summārais zvaigžņlielums $3^m,8$) ir fizikāla dubultzvaigzne, kuras komponenti atrodas $2''$ attālumā viens no otra, to zvaigžņlielums ir $4^m,6$ un $4^m,4$. τ^1 Aqr ir optiska dubultzvaigzne, summārais zvaigžņlielums $5^m,7$ ($m_1=5,7$; $m_2=9,6$), attālumus starp komponentiem $25''$, 6 . ψ^1 Aqr ir fizikāla dubultzvaigzne, attālumus starp komponentiem $49''$, 4 , summārais zvaigžņlielums $4^m,4$ ($m_1=9,4$; $m_2=4,5$). Fizikālās dubultzvaigznes ψ^3 Aqr summārais zvaigžņlielums ir $5^m,2$ ($m_1=5,2$; $m_2=11,0$), attālumus starp komponentiem $1''$, 2 .

Zvaigznājā ietilpst arī virkne mainīgzvaigžņu. No tām gribas minēt χ — neregulāri mainīgu milzu zvaigzni, kuras zvaigžņlielums maksimumā ir $4^m,9$, bet minimumā $5^m,1$. Aqr — mirīda; tās periods ir $386^d,96$ un zvaigžņlielums mainās no $5^m,8$ līdz $12^m,4$. Šī zvaigzne apgaismo difūzo miglāju (tā izmēri $1' \times 1'$).

Ūdensvīrā sastopamas lodveida zvaigžņu kopas, piemēram, NGC 6981, kuras redzamais diametrs ir $2''$, 0 . Tā nav novērojama ar neapbruņotu aci, jo tās zvaigžņlielums ir $9^m,8$. Kopā NGC 7089 ir lielāka (redzamais diametrs $8''$, 2) un arī spožāka (summārais zvaigžņlielums $6^m,3$).

Zvaigznājā atrodas arī planetārie miglāji. Tā, piemēram, NGC 7009 ir neregulāras formas planetārais miglājs ar nevienmērīgu spožumu, kas uz malām palielinās. Tā izmēri $44'' \times 26''$, zvaigžņlielums $8^m,4$, bet vidū zvaigznīte, kurai $m=11,7$. Arī NGC 7293 ir neregulāras formas planetārais miglājs; tā izmēri $900'' \times 720''$, summārais zvaigžņlielums $6^m,5$, vidū zvaigznīte, kurai $m=13,3$.

Zvaigznājā ir daudz ārpusgalaktisko miglāju, t. i., citu zvaigžņu pasauli — galaktiku. Taču šie objekti ir tik vāji, ka vizuāli nav novērojami.

PLANĒTAS

Merkurs rudens sākumā atrodas Jaunavas zvaigznājā. Oktobra pirmās dekādes beigās tas ieiet Svaru zvaigznājā, bet oktobra beigās jau atrodas Skorpionā. Pēc stāvēšanas 2. novembrī sākas Merkura atpakaļgaita un tas ieiet atpakaļ Svaru zvaigznājā. Pēc stāvēšanas 22. novembrī

sāk virzīties atkal tiešajā kustībā. Decembra otrās dekādes sākumā tas ieiet atpakaļ Skorpionā. Decembra vidū Merkurs ieiet Čūsksneša zvaigznājā, kur atrodas arī, rudenim beidzoties. Tā kā Merkurs atrodas tuvu Saulei, to var mēģināt saskaņāt austošās Saules blāzmā tikai ap 30. novembri, kad planēta ir vislielākajā rietumu elongācijā.

Venēra, iestājoties rudenim, atrodas Svaru zvaigznājā. Pēc stāvēšanas 15. oktobrī tā sāk atpakaļgaitu. Novembra otrās dekādes sākumā Venēra pārkāpj Svaru robežu un ieiet Jaunavas zvaigznājā. Pēc stāvēšanas 24. novembrī tā sāk virzīties tiešajā kustībā rektascensiju pieauguma secībā. Decembra pirmās dekādes otrajā pusē planēta atgriežas Svaru zvaigznājā. Rudens sākumā Venēra ir vakara spīdekļis, taču nav redzama, jo atrodas pārāk zemu. Pamazām tā tuvojas Saulei — 5. novembrī ir apakšējā konjunktijā ar Sauli. Pēc tam Venēra kļūst par rīta spīdekli. Sākot ar novembra otro pusi, tā kļūst redzama no rītiem un redzamība arvien uzlabojas. Rudens beigās Venēra lec trīs stundas pirms Saules.

Marsrs rudens sākumā atrodas Strēlnieka zvaigznājā. Visu rudenī tas virzās tiešajā kustībā. Oktobra pirmās dekādes otrajā pusē planēta ieiet Mežāža zvaigznājā. Sākoties novembra otrajai dekādei, tā ieiet Ūdensvīra zvaigznājā, kur atrodas arī, iestājoties ziemai. Rudens sākumā Marsrs atrodas virs horizonta nepilnas astoņas stundas pēc Saules rieta, taču ir tik tuvu horizontam, ka grūti saskaņāt. Marsam kāpjot arvien augstāk, redzamība uzlabojas. Rudens beigās tas labi saskaņātms vēl piecas stundas pēc Saules rieta debess rietumu pusē.

Jupiters visu rudenī atrodas Ūdensvīra zvaigznājā Zivju zvaigznāja robežas tuvumā, kur sākumā virzās atpakaļgaitā. Pēc stāvēšanas 8. novembrī sāk tiešo kustību. Rudens sākumā saskaņātms visu nakti, jo atrodas pretējā pusē Saulei. Attālumam starp Sauli un Jupiteru samazinoties, planētas redzamība pamazām novirzās uz vakaru. Rudenim beidzoties, vēl redzams piecas stundas pēc Saules rieta. Marsrs un Jupiters šajā laikā atrodas ļoti tuvu viens otram.

Saturns, rudenim sākoties, atrodas Skorpiona zvaigznājā. Oktobra otrās dekādes sākumā tas

ieiet Čūsksneša zvaigznājā, kur atrodas līdz rudens beigām. Saskaņātms tikai rudens sākumā kā vakara spīdekļis zemu pie horizonta. Saturnam nolaižoties arvien zemāk un tuvojoties Saulei, redzamība strauji pasliktinās. 4. decembrī planēta ir konjunktijā ar Sauli.

PLANĒTU KONJUNKCIJAS

Okt. 18	17 ^h ,5	Merkurs	4° N	no Venēras
Dec. 19	9,8	Marss	0,5 N	no Jupitera
Dec. 19	17,8	Merkurs	1 S	no Saturna

Planētu konjunktijas brīdī abu planētu rektascensijas ir vienādas. Tabulā dots konjunktijas datums un moments, kā arī norādīts, kādā attālumā un kādā virzienā — uz ziemeļiem (N) vai uz dienvidiem (S) — atrodas pirmā planēta no otrās.

SPOŽĀKO PLANĒTU KONJUNKCIJAS AR MĒNESI

Okt.	5	10 ^h ,5	Merkurs	0°,4	S
	6	13,2	Venēra	4	S
	7	21,3	Saturns	5	N
	11	16,3	Marss	2	N
Nov.	14	18,8	Jupiters	2	N
	3	17,1	Merkurs	0,8	N
	4	9,7	Saturns	6	N
	9	3,0	Marss	3	N
Dec.	10	22,4	Jupiters	2	N
	29	14,0	Venēra	2	N
	30	11,8	Merkurs	5	N
	7	18,9	Marss	3	N
8	7,1	Jupiters	2	N	

Planētu konjunktijas ar Mēnesi atbilst momentiem, kad abiem spīdekļiem ir vienādas rektascensijas. Tabulā dots konjunktijas datums un moments, planētas nosaukums, attālums grādos starp planētu un Mēnesi konjunktijas brīdī, kā arī virziens, kurā planēta atrodas no Mēness (N — uz ziemeļiem, S — uz dienvidiem no tā).

**SPOŽĀKO PLANĒTU
REDZAMĀIS ZVAIGŽŅLIELUMS**

	Merkurs	Venēra	Mars	Jupiters	Saturns
23. sept.	-0 ^m ,4	-4 ^m ,2	-0 ^m ,9	-2 ^m ,4	+0 ^m ,8
15. okt.	0,0	-4,2	-0,5	-2,4	+0,8
1. nov.	+0,6	-3,3	-0,2	-2,3	+0,7
15. nov.	+2,8	-3,6	0,0	-2,2	+0,7
1. dec.	-0,3	-4,3	+0,3	-2,0	+0,6
22. dec.	-0,5	-4,3	+0,6	-1,9	+0,7

Zvaigžņlieluma maiņa atkarīga no planētas attāluma un fāzes.

MĒNESS FĀZES

☾ Pēdējais ceturksnis

26. sept.	07 ^h 18 ^m
26. okt.	01 26
24. nov.	19 51

☀ Jauns Mēness

3. okt.	21 ^h 56 ^m
2. nov.	09 03
1. dec.	19 43

☾ Pirmais ceturksnis

10. okt.	16 ^h 29 ^m
9. nov.	00 11
8. dec.	11 02

☾ Pilns Mēness

17. okt.	22 ^h 22 ^m
16. nov.	15 12
16. dec.	10 05

APTUMSUMI

1. Gredzenveida-pilnais Saules aptumsums 3. oktobrī redzams Ziemeļamerikā, Dienvidamerikas ziemeļdaļā, Grenlandē, Čukču pussalā, Ziemeļu Ledus okeānā, Atlantijas un Klusajā okeānā. Latvijā nav redzams.

2. Pilns Mēness aptumsums 17./18. oktobrī. Aptumsuma sākums redzams Eiropā, Āzijā, Āfrikā, Austrālijā, Jaunzēlandē, Antarktīdā no Indijas okeāna puses, Ziemeļu Ledus okeānā, Indijas okeānā un Klusā okeāna austrumdaļā. Aptumsuma beigas redzamas Eiropā, Āzijā, Āfrikā, Grenlandē, Austrālijas rietumos, Dienvidamerikas austrumdaļā, Ziemeļu Ledus okeānā, Indijas

un Atlantijas okeānā. Aptumsums sākas nepilnas 2,5 stundas pēc Mēness lēkta un beidzas, kad tas vēl nav sasniedzis augstāko punktu debess dienviddaļā.

Aptumsums redzams arī Latvijā. Aptumsuma gaita:

daļējā aptumsuma sākums	17. oktobrī	20 ^h 29 ^m ,3
pilnā aptumsuma sākums	"	21 40,8
vislielākās fāzes moments	"	22 18,0
pilnā aptumsuma beigas	"	22 55,2
daļējā aptumsuma beigas	18. oktobrī	0 06,7

Vislielākā aptumsuma fāze Mēness redzamā diametra vienībās ir 1,250.

METEORI

Plūsmas nosaukums	Aktivitātes epoha	Aktivitātes maksimums	Meteoru skaits stundā	Redzamais radiants	Meteoru raksturojums
				α δ	
Drakonīdas	8.—10.X	10.X	līdz 4	262° + 56°	Ļoti lēni, sarkanīgi
Piscīdas (oktobris)	7.—20.X	10.X	45	22 + 18	Lēni, sarkanīgi. Radiants izplūdis
Orionīdas	14.—26.X	22.X	līdz 11	94 + 15	Spēcīgi, balti, ar pēdu
Dienvidu Arietīdas	11.—27.X	20.X	līdz 10	ap 32 + 20	Lēni, oranži, bez pēdas
Cetīdas	13.—24.X	20.X	līdz 5	45 + 10	
Ziemeļu Taurīdas	18.X—30.XI	14.XI		56 + 22	Lēni, oranždzeltēni
Dienvidu Taurīdas	29.X—25.XI	sākums XI	10	55 + 14	
Arietīdas	XI	12.XI	11	42 + 20	
Andromedīdas	10.—27.XI	ap 12.XI		24 + 44	Ļoti lēni, sārti
Leonīdas	8.—18.XI	17.XI	5—15	152 + 22	Štrauji, ar zaļganu pēdu
Monocerotīdas	21.—22.XI	21.XI		110 — 5	Balti, bez pēdas

Leonora Roze

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»



Glebs KOTOVIČS — A. Pelšes Rīgas Politehniskā institūta docents, tehnisko zinātņu kandidāts, speciālists impulsu tehnikas un signālu ciparapstrādes jomā. Viņa zinātniskās intereses saistītas ar modernajām sakaru sistēmām, kurās izmanto signālu ciparpārvades principus.



Kurts SVARCS — Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta laboratorijas vadītājs, LPSR ZA korespondētājloceklis, profesors, fizikas un matemātikas zinātņu doktors. Strādā cietvielu radiācijas un fotostimulēto procesu laukā; veic pētījumus hologrāfijā un nelineārajā optikā.

СОДЕРЖАНИЕ

А. Балклавс. Астрономии в Академии наук Латвийской ССР — 40 лет. ПОСТУПЬ НАУКИ. Э. Риекстиньш. Названия натуральных чисел на языках народов мира. Я. Бирзвалк. Г. Котович, К. Шварц. От факельного телеграфа к волоконным линиям связи. НОВОСТИ. А. Балклавс. Каковы величина момента количества движения и масса Метагалактики? И. Рудзинска, М. Дирикис. Новые названия малых планет. Н. Цимахович. Земное магнитное поле тормозит спутники. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Орбитальная станция «Мир» (по материалам советской печати). Э. Мукин. Три космические встречи. Э. Мукин. Гибель космолана «Челленджер». УЧЕНЫЙ И ЕГО ТРУД. Ю. Францман. С. Чандрасекар и В. А. Фаулер — лауреаты Нобелевской премии по физике. В КРУГУ ГИПОТЕЗ. А. Балклавс. Гипотеза о реликтовых кольцах кометных тел. ОГЛЯДЫВАЯСЬ НА ПРОШЛОЕ. Л. Климка. Место древних астрономических наблюдений в Паланге. В ШКОЛЕ. Е. Янтовский. Беседы о потоках энергии. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. Леонид Розе. Автоматизация в идентификации звезд. СТРАНИЦА АСТРОНОМОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ. Астрономические снимки Л. Гаркулиса. Я. Каулиньш. Удобный для наблюдателей атлас звездного неба. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. А. Балклавс. В центре внимания — радионаблюдения Солнца. КНИГИ. А. Алкснис. Астрономия для младших читателей. Я. Клетникс. От эпохи к эпохе. Леонора Розе. Звездное небо осенью 1986 года.

CONTENTS

A. Balklavs. Forty years of astronomy in the Academy of Sciences of the Latvian SSR. RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. E. Riekstiņš. The names of natural numbers in the languages of the world. J. Birzvalks, G. Kotovitch, K. Svarecs. From torch telegraph to fibreglass communications lines. NEWS. A. Balklavs. What is the value of momentum and mass of the Metagalaxy? I. Rudzinska, M. Dirikis. New names of minor planets. N. Cimašoviča. Geomagnetic braking of satellites. SPACE EXPLORATION. The «Mir» space station. E. Mūkins. Three meetings in the space. E. Mūkins. The «Challenger» catastrophe. SCIENTIST AND HIS WORK. J. Frantzman, S. Chandrasekhar and W. A. Fowler — Nobel prize winners in physics. AMID HYPOTHESES. A. Balklavs. A hypothesis regarding the relic rings of comets' bodies. FLASHBACK. L. Klimka. An ancient place of astronomical observations in Palanga. AT SCHOOL. E. Yantovsky. On energy fluxes. IN OUR REPUBLIC. Leonids Roze. Automation in the identification of stars. AMATEUR'S PAGE. Astronomical photographs taken by L. Garkulis. J. Kauliņš. A convenient starry sky atlas for amateurs. CONFERENCES, SEMINARS. A. Balklavs. The main objective radioobservations of the Sun. BOOKS. A. Alksnis. Astronomy for the little ones. J. Klētnieks. From epoch to epoch. Leonora Roze. Starry sky in autumn 1986.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ОСЕНЬ 1986 ГОДА

Составитель *Юрий Львович Францманис*

Издательство «Зиннатне», Рига 1986

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1986. GADA RUDENS

Sastādītājs *Juris Francmanis*

Redaktore *Z. Kļaviņa*, Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *E. Griķe*. Korektore *L. Vancāne*

Nodota salikšanai 22.04.86. Parakstīta iespiešanai 04.07.86. JT 13652. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,73 uzsk. kr. nov.; 6,69 izdevn. l. Metiens 4200 eks. Pasūt. Nr. 102862. Maksā 35 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.



Nobela prēmija fizikā 1983. gadā tika piešķirta diviem astrofiziķiem — Subrahmanjanam Candrasekaram un Viljamam Alfredam Fauleram.

S. Candrasekars, viens no izcilākajiem mūsdienu astrofiziķiem, dzimis 1910. gadā Indijā. 1930. gadā beidzis universitātes koledžu Madrasā, pēc tam turpinājis izglītību Anglijā (Kembriđā). No 1936. gada dzīvo Amerikas Savienotajās Valstīs. S. Candrasekars ir daudzu ļoti sarežģītu astrofizikas un fizikas problēmu atrisinājumu autors. Nobela prēmija viņam piešķirta par balto punduru stabilitātes pētījumu, kas veikts 1930. gadā.

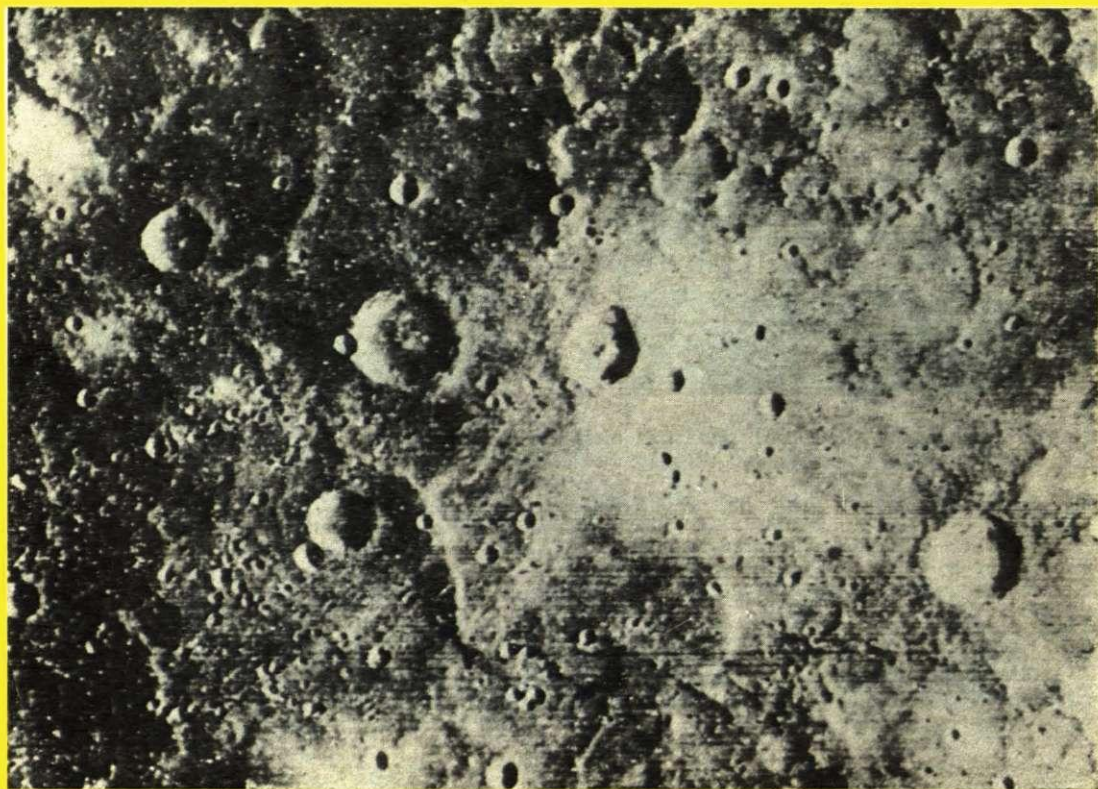
V. Faulers dzimis 1911. gadā Pitsburgā (ASV), beidzis Ohaio universitāti un aspirantūru Kalifornijas Tehnoloģiskajā institūtā, kur arī strādā kopš 1936. gada. Kodolfizikas teorētisko pētījumu speciālists. Prēmija viņam piešķirta par zvaigznēs notiekošo kodolreakciju pētījumiem un izstrādāto teoriju par ķīmisko elementu veidošanos Visumā.

LU bibliotēka



220062588

● Merkurs ir hronoloģiski trešā planēta, kas pētīta no maza attāluma: 1974. un 1975. gadā tam trīs reizes cieši garām palidoja amerikāņu kosmiskais aparāts «Mariner-10». Šādā veidā uz Merkura atklāti neskaitāmi krāteri, un lielākajiem Starptautiskā astronomijas savienība piešķirusi izcilu mākslinieku, mūziķu un literātu — viņu vidū arī Jāņa Raiņa — vārdus. Viens krāteris (attēla centrā, gaiša staru vainaga ieskaus) izņēmuma kārtā nosaukts izcilā planētu pētnieka, šā kosmiskā eksperimenta zinātniskā vadītāja Džerarda Koopera vārdā.



● «Mariner-10» lidojuma laikā citu planētu attēli pirmo reizi tika translēti uz Zemi to iegūšanas tempā, nevis ierakstīti kosmiskā aparāta videomagnetofonā daudz lēnākai pārraidei pētījumu seansa beigās. No 168 miljonu kilometru attāluma uz Zemi tika raidītas 117 600 elementārās informācijas vienības jeb biti sekundē, kas bija ASV Dziļā kosmosa sakaru tīkla toreizējo iespēju galējā robeža. Tādēļ attēlā ir diezgan daudz traucējumu — haotiski izkaisīti gaiši un tumši punkti u. c. —, kurus varēja likvidēt tikai papildu apstrādes gaitā. (NASA/JPL attēls.)