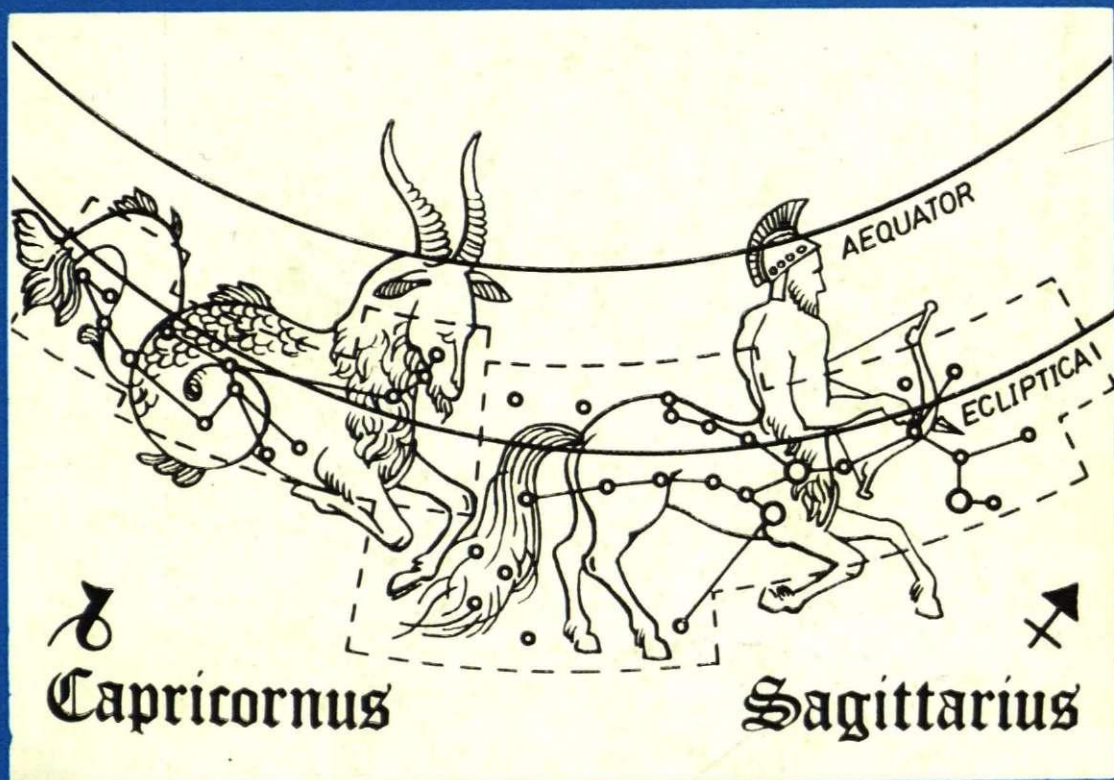
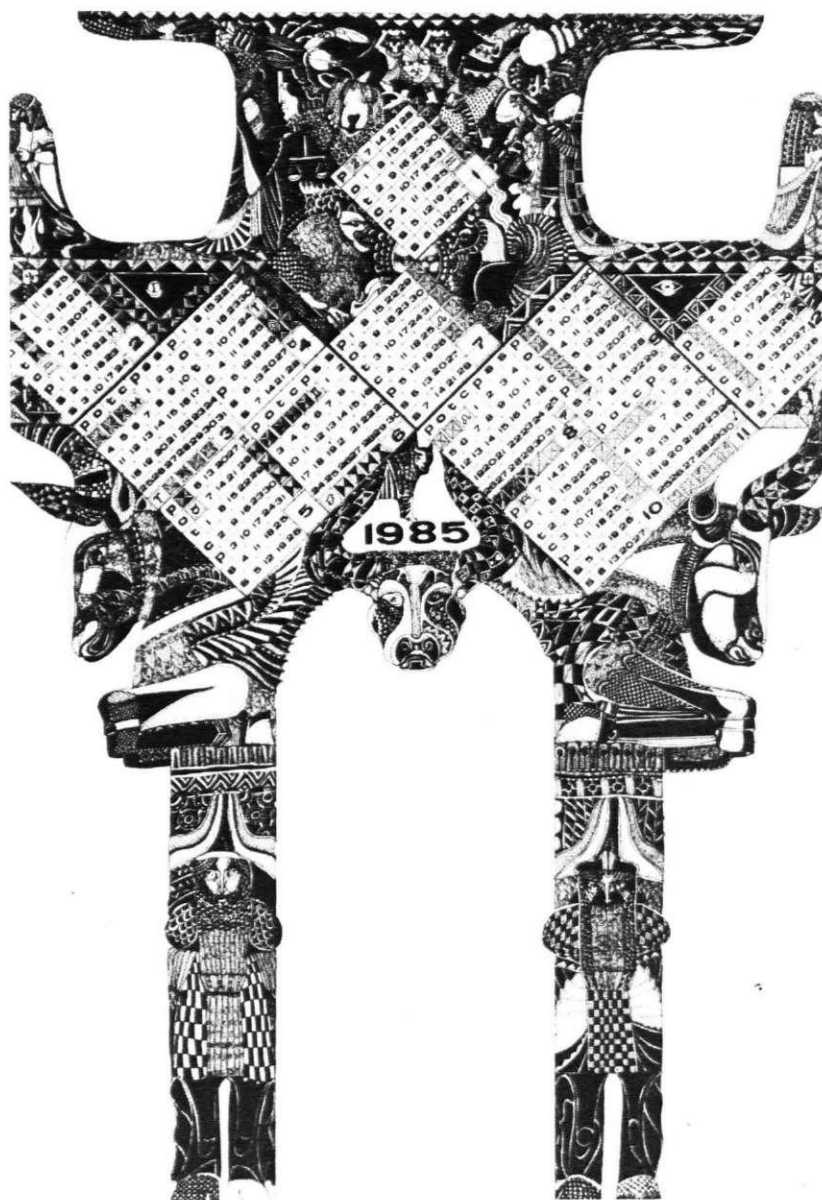


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Optisko teleskopu konstrukciju jaunumi ● Zemes mākslīgie pavadoņi un elektrosakari ● Vai Polār-zvaigzne beidz pulsēt? ● Jauni mazo planētu nosaukumi ● Montāžas darbi atklātā kosmosā ● Republikas devītā atklātā fizikas olimpiāde ● Saules pulksteņi Lietuvā.

19⁸⁴/₈₅
ZIEMA



1985. gada tabulkalendārs (pēc Austrumu Vērša gada kalendāra). Zīmējusi M. Mihailova.

Vāku 1. lpp.: Zodiaka zvaigznāji Mežāzis un Strēlnieks. Zīmējusi Ī. Rozentāle.

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

1984./85. gada ziema 106

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKU
RAKSTU KRAJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

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

Numuru sastādījis E. Vēbers

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu
padomes 1984. gada
26. septembra lēmumu



RIGA «ZINĀTNE» 1984

SATURS

Zinātnes ritums

A. Balklavs. Optisko teleskopu konstrukciju jaunumi un jaunu teleskopu ieceres 2

Zeme un tai tuvais kosmos

A. Grabinskis. Zemes mākslīgie pavadoņi un elektrosakari 10

Jaunumi

Z. Alksne. Vai Polārzcvaigzne beidz pulstēt? 15

M. Dirīķis, I. Zlakomanova. Jauni mazo planētu nosaukumi 17

T. Romanovskis, A. Raudis. Mazo planētu atklāšanas likumsakarība 19

G. Ozoliņš. Beidzot atklāts pulsārs citā galaktikā 21

Kosmosa apgūšana

Turpinās trešā ekspedīcija «Salūta-7» (pēc TASS ziņojumiem) 22

Montāžas operācija kosmosā (pēc padomju preses materiāliem) 24

E. Mūkins. Pavadoņi remontē orbitā 26

Atziņu ceļi

H. Bušs. Bruņrupucis, Aristotelis un zvaigžņotās debesis 34

Skolā

A. Andžāns. Vektoru pseidoskalārais reizinājums un daudzstīru laukumu aprēķināšana 39

L. Smiits. Republikas devītā atklātā fizikas olimpiāde (organizācija, uzdevumi, risinājumi) 44

Nezināmais par zināmo

D. Mardosiene, V. Vainausks. Kuršu nērijas klejojošās kāpas 50

Atskatoties pagātnē

L. Klimka. Lietuvas saules pulksteņi 56

B. Biedriņš, N. Cimahoviča. Džordāno Bruno — apdzīvotā kosmosa zinātnes aizsācējs 61

A. Alksne. Zvaigžņotā debess 1984./85. gada ziemā 67



OPTISKO TELESKOPU KONSTRUKCIJU JAUNUMI UN JAUNU TELESKOPU IECERES

ARTURS
BALKLAJS

Astronomisko pētījumu progress ir vistiešākajā veidā saistīts ar sasniegumiem astronomijas instrumentu, vispirmām kārtām teleskopu, būvē. Šajā jomā izēmējas jauni interesanti un daudzsolēši virzieni. Top ceturtās paaudzes optisko teleskopu projekti, kuru realizēšana dos iespēju atbildēt uz daudziem pagaidām neskaidriem fundamentāliem jautājumiem.

Daudzu fundamentālu astronomijas problēmu atrisināšanu pašreizējā momentā kavē tas, ka asironomu rīcībā nav pietiekamā daudzumā pētāmo kosmisko objektu starojuma kvantu jeb fotonu, t. i., teleskopu savākt šo objektu starojuma kvantu ir par maz, lai veiktu nepieciešamās analīzes un izdarītu pamatotus secinājumus. Tā kā savāktu fotonu daudzumu nosaka teleskopa lēcas vai spoguļa laukums,¹ ir skaidrs, ka minētā ierobežojuma pārvarēšanai nepieciešams būvēt pēc iespējas lielākas apertūras teleskopus.

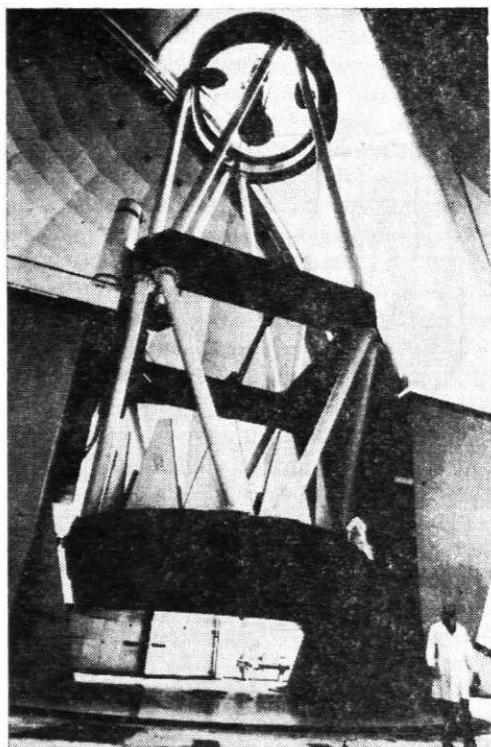
Pašlaik astronomiskajos pētījumos dominējošā teleskopu tipa — reflektoru svarīgākā un arī dārgākā sastāvdaļa ir spogulis. Lai iegūtu labus kosmisko objektu optiskos attēlus, šiem spoguļiem, kurus parasti izgatavo no stikla un pārklāj ar alumīniju, ir jāapmierina ļoti augstas prasības gan virsmas apstrādes precizitātes ziņā, gan virsmas formas saglabāšanas ziņā dažādos teleskopa stāvokļos un temperatūras ap-

stākļos. Apmierināt šīs prasības, izgatavojot vairākmetrīgus spoguļus, ir tehniski ļoti sarežģīts un grūts uzdevums.

Galvenās grūtības konstruktoriem, veidojot lielos spoguļus pēc klasiskās shēmas, kurā spogulis ir pašnesoša konstrukcija, parasti sagādā spoguļa masa un spoguļa materiāla termiskās īpašības. Masa šajā gadījumā, kā izrādās, aug proporcionāli spoguļa diametra kubam, jo, lai spogulis nedeformētos un līdz ar to nepasliktinātos tā optiskās īpašības, to nedrīkst izgatavot pārāk plānu. Bet spoguļa masa, savukārt, nosaka prasības visa teleskopa konstrukcijas stingrībai: arī tai jāpieaug proporcionāli spoguļa diametra kubam. Tādēļ mūsdienu lielie astronomiskie teleskopi ir visai iespaidīga izmēra daudztonnīgas inženiertehniskās būves (sk. 1. att.).

No spoguļa materiāla termiskajām īpašībām svarīgākā ir termiskās izplešanās koeficients. Tam jābūt pēc iespējas mazam, jo, spoguļim temperatūras maiņas ietekmē izplešoties un saraujoties, mainās tā virsmas forma, un rezultātā pasliktinās spoguļa optiskās īpašības. Galvenokārt šā pēdējā apstākļa dēļ mūsdienu optisko teleskopu spoguļus izgatavo no speciāla stikla vai keramikas, kam termiskās izplešanās koefi-

¹ To palīdz izprast šāda analogija. Pieņemsim, ka mums jāizdara lietus ūdens analīze un šim nolūkam jāsavāc vismaz 1 litrs ūdens. Ja lietus ir ļoti vājš, proti, lāses (fotoni) krīt reti, tad nepieciešamā ūdens daudzuma savākšanai jāizklāj, teiksim, ar polietilēna plēvi ļoti liels, uz centru nedaudz slīps (notecei) laukums.



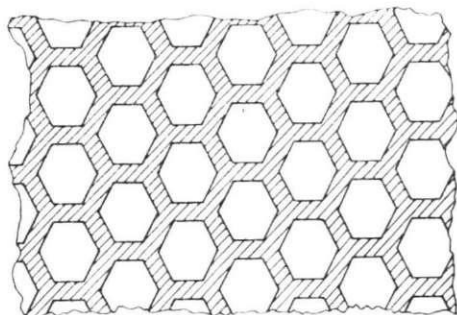
1. att. PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas (Zelenčuka, Ziemeļkaukāzs) 6 metru teleskops, pašlaik lielākais optiskais teleskops pasaulē. Daži tā tehniskie raksturlielumi: galvenā spoguļa diametrs — 6 m, galvenā spoguļa masa — 42 t, tubusa garums — 27 m (apm. deviņstāvu mājas augstumā), tubusa masa — 240 t, visa teleskopa masa — 800 tonnas.

cients ir ļoti mazs.² Taču šādu, pa lielākai daļai ļoti cietu, materiālu apstrāde ir ļoti darbietilpīgs un dārgs process.

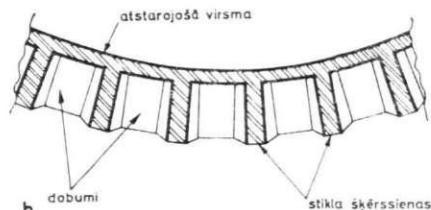
Meklējot iespējas pārvarēt minētās grūtības, Stjuardas observatorijas (ASV Arizonas štats) līdzstrādnieks R. Endžels ar palīgiem ir izstrādājuši un izmēģina doba spoguļa konstrukciju, kas ļauj izmantot tā izgatavošanai vieglākus un

² PSRS ZA Speciālajā astrofizikas observatorijā (SAO) uzstādītā pašlaik pasaulē lielākā — 6 metru — teleskopa spoguļis, piemēram, ir atliets no speciāla stikla, kura termiskās izplešanās koeficients ir tikai $3 \cdot 10^{-6}$.

līdz ar to vieglāk apstrādājamus borsilikāta vai alumīnījsilikāta stiklus, tā dodot iespēju līdz 5 reizēm samazināt spoguļa svaru un ievērojami pazemināt nepieciešamās izmaksas. Šādam spoguļim starp galveno virsmu, kuru pulē un pārklāj ar atstarojošo alumīnija slānīti, un aizmugures virsmu atrodas dobas sešstūrains, bišu šūnām līdzīgas stikla konstrukcijas, kas nodrošina vajadzīgo stiprību un tai pašā laikā ievērojami samazina spoguļa masu (sk. 2. att.). Šādi dobai konstrukcijai ir vēl kāda būtiska priekšrocība — tai ir maza siltumietilpība. Ja ļauj spoguļa iekšpusē iekļūt un dobumos cirkulēt gaisam, ātri izlīdzinās spoguļa un apkārtējā gaisa temperatūra, kas nepieciešama, lai novērstu konvekciju, kura ir viens no iespējamiem atēļa izkropļošanas cēloņiem, kā arī vēl citu apsvērumu dēļ. Aprēķini rāda, ka, piemēram, šādā veidā izgatavots 8 metru spoguļis atdzistu apmēram stundas laikā, turpretī pēc parastās tehnoloģijas izgatavota tāda paša izmēra spoguļa atdzišanai nepietiktu pat visas nakts.

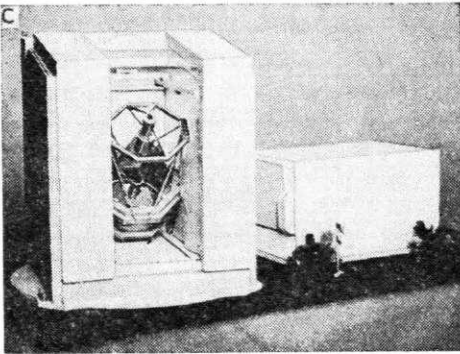
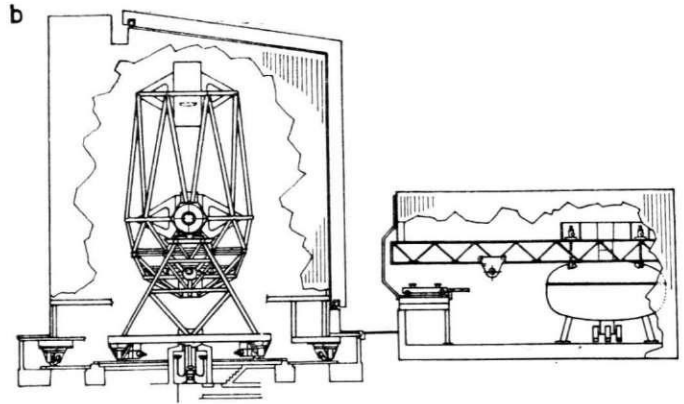
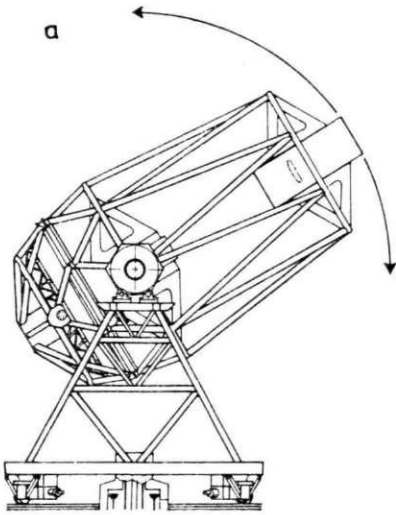


a



b

2. att. Doba spoguļa fragmenta shematiskais attēls: a — skats no aizmugures, b — šķēlums paralēli sānu skalnei.



3. att. Teksasas universitātes Makdonalda observatorijas 7,6 metru teleskopa projekta zīmējumi: *a* — teleskops, *b* — teleskopa paviljons, *c* — teleskopa paviljona makets. Paviljons grieziesis sinhroni ar teleskopu. Piebūve pa labi domāta spoguļa aluminizēšanai, ko paredzēts veikt vismaz reizi gadā.

Ir jau izgatavots viens dobas konstrukcijas spogulis, kura diametrs ir 1,8 metri. Tā sagatavi atlēja apaļā stikla kausēšanas krāsnī, kurā iepriekš bija iemontēti sešstūrīgi keramikas bloki. Līdz 1200°C sakarsēta stikla masa apņēma visu telpu ap blokiem. Blokus pēc samērā neilgas atdzīšanas³, kas ir vēl viena jaunās teh-

³ Sešu metru spoguļa sagatavi, kuras sākotnējais svars bija 70 t, atlēja un atdzesēja speciālā cehā. Process ilga 2 gadus 6 dienas. Visu šo laiku automātika ar augstu precizitāti uzturēja sagataves sasildīšanas un atdzesēšanas režīmu. Noteiktos periodos atdzesēšanas ātrums bija tikai 0,03°C stundā. Turpmākajā apstrādē, kurā spogulis ieguva vajadzīgo formu, no sagataves noņēma 28 t stikla.

noloģijas priekšrocība, ar spēcīgu ūdens strūklu izskaloja pa montējumā atstātajiem caurumiem.

Lai samazinātu slīpēšanai nepieciešamo darbu apjomu, otra 1,8 metru spoguļa izgatavošanai pēc iepriekš aprakstītās tehnoloģijas ir paredzēts izmantot ar šķidro stiklu pildītās krāsnsformas rotāciju ap vertikālu asi ar ātrumu 5 apgr./min, kas piespērs kausētajam stiklam vajadzīgo paraboloida virsmu, kura sacietējot saglabāsies. Nākamajā etapā ir paredzēts izgatavot 3,5 m diametra spoguļi un, beidzot, — 8 metru spoguļi, tā radot, iespējams, lielāko monolītā spoguļa teleskopu pasaulē tuvākajā laikā.

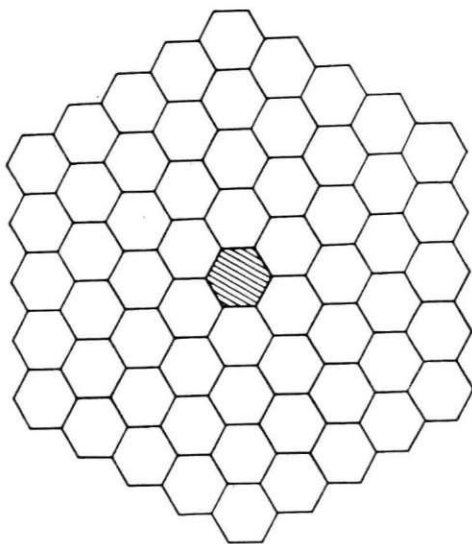
Otra iespēja, ko arī intensīvi pēta jaunu monolītu spoguļu konstrukcijas uzlabošanas jomā,

ir plānu spoguļu izgatavošana un ar to saistītie jautājumi. Šādiem spoguļiem iespējamas visai ievērojamas deformācijas, tādēļ jādomā par to, kā tās nepārtraukti, resp., darba gaitā, varētu kontrolēt un aktīvi korigēt. Pētījumi rāda, ka, balstoties uz mūsdienu skaitļošanas tehnikas un automatizācijas sasniegumiem, principā ir iespējams šo problēmu atrisināt. Līdzīgā veidā (t. i., izmantojot ESM un automātiskās vadības sistēmas) iecerējuši pārvarēt grūtības, kas saistītas ar spoguļu deformācijām temperatūras svārstību ietekmē, arī tie konstruktori, kuri pēta iespējas izgatavot teleskopa spoguļus no metāla. Šādu spoguļu priekšrocība, kā zināms, būtu daudz vienkāršāka un lētāka to izgatavošanas tehnoloģija.

No plāno spoguļu teleskopu projektiem pašreizējā momentā visdetalizētāk izstrādāts Teksasas universitātes (ASV) 7,6 metru teleskopa projekts (3. att.). Par tā priekštečiem var uzskatīt 3 metru un 4 metru infrasarkanā starojuma teleskopus, kas jau darbojas. Spogulis būs dziļš, un tas dod iespēju ievērojami samazināt fokusa attālumu un līdz ar to paviljona izmērus un izmaksas. Teleskopa platuma un garuma attiecība būs 1 : 2. Paredzams, ka teleskopa spogulis būs 10 cm — iespējams pat, tikai 2,54 cm — biezs. Nepieciešamo spoguļa virsmas formas noturību teleskopa ekspluatācijas laikā, resp., tā atslodzi, nodrošinās speciāla atbalstu sistēmas konstrukcija.

Trešā, pašlaik visintensīvāk pētītā iespēja ir mēģināt izstrādāt tā saukto fasetspoguļu un salikto spoguļu konstrukcijas. Pirmajā gadījumā tas nozīmē, ka spogulis sastāv no daudziem mazāka izmēra spoguļiem — heksagonāliem jeb sešstūrāņiem (bišu šūnu veida) elementiem, kurus ir daudz vienkāršāk izgatavot nekā monolītu spoguļi un kuri kopā veido lielu primāro spoguļi. Šāds spogulis iecerēts vienam no vislabāk un vistālāk izstrādātajiem lielo teleskopu projektiem — Kalifornijas universitātes (ASV) 10 metru teleskopam.

Viens no projekta variantiem paredz, ka galvenais spogulis sastāvēs no 60 heksagonāliem segmentiem (4. att.) un aktīvas vadības sistēmas, kas tos visu laiku fiksēs vajadzīgajā stāvoklī. Katrs elements būs 1,4 m diametrā un 10 cm biezs. Segmenti jāizgatavo un jānopolē tā, lai tie

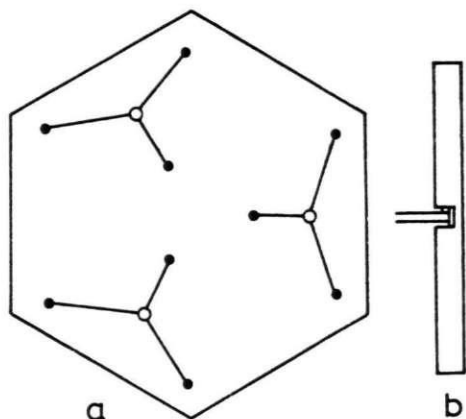


4. att. Kalifornijas universitātes 10 metru teleskopa fasetspoguļa shēma.

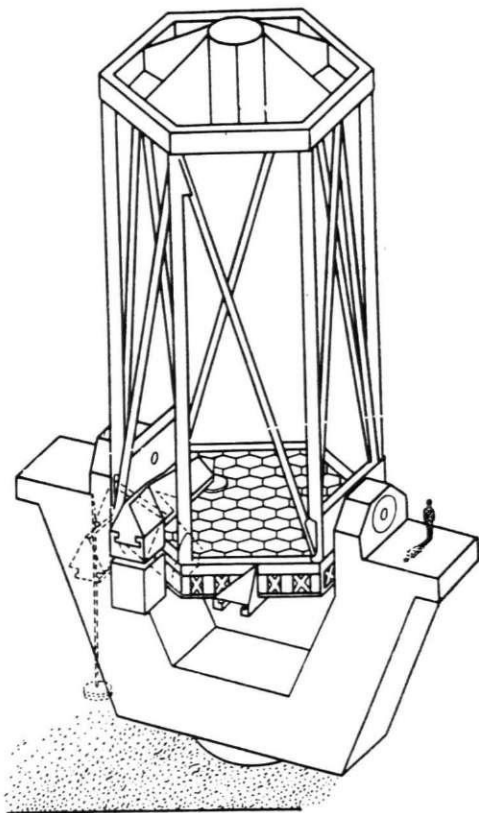
pēc precīzas justēšanas izveidotu rotācijas paraboloidu. Kā redzams zīmējumā, šie segmenti veido paraboloida ārpusass apgabalus, tādēļ to izgatavošana ir diezgan sarežģīts uzdevums.

Šeit jāpiebilst, ka principā, protams, ir iespējams atliet un izgatavot arī monolītu 10 metru spoguļi. Taču, ja šā spoguļa biežums būtu tikai 10 cm (kas nepieciešams, lai samazinātu izmaksas un atvieglotu veselu virkni tīri konstruktīvu uzdevumu risināšanu), tas būtu, pirmkārt, ļoti trausls, lokans un līdz ar to grūti apstrādājams, jo sevišķi pulējams; otrkārt, tas būtu grūti atslogojams, un, treškārt, grūti aluminizējams. Spoguļi gatavojot pēc segmentu principa, kā viegli saprast, šāda veida grūtību nav.

Atsevišķus elementus paredz atslogot deviņos punktos (sk. 5. att.). Tie apvienoti ar trim sadalītājiem, kas piestiprināti pie trim aktīvi vadāmiem atbalsta punktiem. Radiālā atslodze tiek realizēta ar vienu atbalsta punktu. Aprēķini rāda, ka tāda atslodzes shēma nodrošina segmenta vidējo kvadrātisko deformāciju (izlieci) ne lielāku par 0,03 mikrometriem ($3 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 300 \text{ \AA} \approx 0,1 \lambda_{\text{min}}$). Ir jau radīti segmentu sav-



5. att. Kalifornijas universitātes 10 metru spoguļa segmentu atslodzes shēma: a — ass atslodze, b — radiālā atslodze.



6. att. Viens no Kalifornijas universitātes 10 metru teleskopa projekta variantiem.

starpējās nobīdes mērītāji — nobīdes adapteri, kas var konstatēt nobīdi pa vertikāli ar precizitāti līdz 50 nanometriem ($50 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,5 \text{ \AA}$), un piedziņas mehānismi, kas ļauj izdarīt nobīžu korekciju ar tādu pašu precizitāti. Aprēķini rāda, ka šāda sistēma dos iespēju iegūt attēla kvalitāti⁴ ap $0'',1$. 6. attēlā redzams viens no Kalifornijas universitātes 10 metru teleskopa projekta variantiem. Ir arī citi varianti.

Šādu ļoti lielu fasetveida primāro parabolisko spoguļi, kura diametrs sasniegs 25 m, projektē arī PSRS ZA Krimas Astrofizikas observatorijas teleskopu būves speciālisti. Arī viņi galvenās šāda veida un izmēra teleskopa konstruēšanas grūtības, kas saistītas ar atsevišķo elementu precīzu justēšanu un vadīšanu spoguļa ekspluatācijas laikā jebkurā spoguļa stāvoklī, ir iecerējuši pārvarēt, izmantojot mūsdienu ESM un automātiskās vadības sistēmas.

Līdzīgā veidā līdzīga rakstura grūtības cer pārvarēt salikto spoguļu konstruktori. Radio diapazonā salikto spoguļu prototipi jau darbojas (sk. 7. att.). Taču optiskajā diapazonā prasības, kas jāapmierina šāda tipa konstrukcijām, ir ļoti augstas, un projektēšanas darbi šajā virzienā pagaidām nav pāvirzījušies sevišķi tālu uz priekšu.

Ceturrtā iespēja, kas balstās uz mūsdienu sasniegumiem optisko attēlu pārraidē ar stikla šķiedru optikas palīdzību, kurai raksturīgi ļoti niecīgi gaisma zudumi, ir optisko interferometru — radiointerferometru analogu optiskajā diapazonā⁵ — projektēšanas problēmu izpēte. Šeit sniegtā tabula dod nelielu ieskatu par projektiem, kuri tiek izstrādāti un kuri, domājams, tiks realizēti tuvākajos desmit gados⁶.

⁴ Teleskopa attēla kvalitāte ir lielums, kas rāda, pa cik lielu laukumu optiskās sistēmas dažādo neprecizitāšu dēļ ir izplūdis (izmērējies) punktveida avota attēls, kuram faktiski būtu jābūt bezgala asam (bez izmēriem, punktveida). Attēla kvalitāte $0'',1$ nozīmē, ka punktveida attēla diametrs nebūs lielāks par $0'',1$.

⁵ Sk. Balklavs A. Kas tas ir radiointerferometrs? — Zvaigžņotā debess, 1966. gada rudens, 31.—38. lpp.

⁶ Lielu teleskopu (Šmita sistēmas teleskopu ar saliktu 17,6 m diametra spoguļi), pēc zinātniskajā literatūrā publicētajām ziņām, projektē arī angļu konstruktori.

Projekts un valsts	Primārā vai ekvivalentā spoguļa diametrs, m	Aptuvenā izmakse, milj. dolāru	Primārā vai ekvivalentā spoguļa konstrukcija	Novietojums
Teksasas universitātes teleskops (ASV)	7,6	40	Ļoti plāns monolīts primārais spogulis	Deivisa kalni, Teksasas štats
Kalifornijas universitātes teleskops (ASV)	10,0	50	Segmentēts primārais spogulis	Maunakea, Havaju salas
ASV Nacionālais jaunās tehnoloģijas teleskops	15,0	100	Segmentēts primārais spogulis vai salikts spogulis	Maunakea Havaju salās vai Greiama kalni Arizonas štatā
Eiropas Dienvidu observatorijas teleskops	16,0	270 milj. vācu markas	Iespējams, ka teleskopu komplekts + interferometrs	Iespējams, ka Čīle
Kosmiskais teleskops (ASV) ⁷	2,4	1200	Monolīts primārais spogulis	Kosmiskā telpa, palaišana 1986. g.

⁷ 85% teleskopa lietošanas laika noteiks ASV, 15% — Eiropas valstis. Paredzams, ka šis teleskops nodrošinās stabili attālu iegūšanu ar izšķiršanas spēju $0'',1$, kas dos iespēju noteikt daudzus kosmisko objektu, to vidū kompakto galaktiku, planetāro miglāju un daudzus asteroīdu, pašos struktūru.

Šos jaunus teleskopus dēvē par ceturtais paaudzes teleskopiem. Salīdzinājumā ar pašreizējiem — trešās paaudzes jeb mūsdienīgu teleskopiem — tajos paredzētas radikālas konstruktīvas izmaiņas. Pirmkārt, tiem būs atvieglots galvenais spogulis, kas apgādāts ar sistēmu, kura seko spoguļa deformācijai eksploatācijas laikā un spēj to aktīvi korigēt. Otrkārt, paredzēta pāreja uz azimutālo montāžu, kas ļauj vienkāršot spoguļa atslodzes konstrukciju un samazināt teleskopa paviljona izmērus, — tātad tiek samazinātas būvdarbu izmaksas. Pāreja uz azimutālo montāžu, kā zināms, ir kļuvusi iespējama tādēļ, ka ir radītas stabilas vadības ESM un precīzi pagrieziena leņķa mērīšanas adapteri un piedziņas mehānismi.⁸

Arī ASV Nacionālo jaunās tehnoloģijas teleskopu paredz izgatavot no atsevišķiem segmentiem. To diametrs būs 2 m, biezums 7,5 cm, bet centrā tiem būs 1 cm dziļš padziļinājums ra-

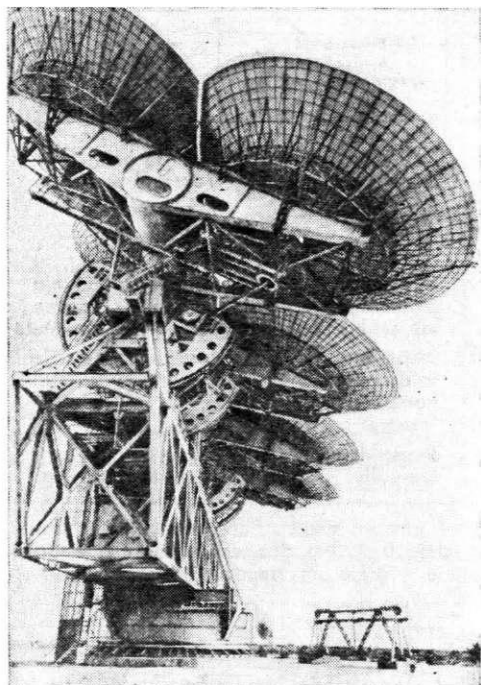
diālajai atslodzei. Ja šos segmentus izdosies izgatavot pietiekami cietus, tad 15 metru teleskopa spoguļa masa būs tikai ap 33 t un tā kustīgā daļa būs vieglāka nekā jau esošajiem 5 metru un 6 metru teleskopiem.

Ārkārtīgi svarīgs ir arī jautājums par to, kur novietot šādus ļoti lielus un dārgus teleskopus, lai tos pēc iespējas efektīvāk varētu izmantot. Tādēļ pašlaik visā pasaulē tiek meklētas tādas vietas, kurās būtu nodrošināti sevišķi labi astroklimatiskie apstākļi. Pēc pašreizējiem uzskatiem, šim nolūkam vislabāk atbilst augstienes un kalni (it īpaši — vulkāniskas izcelsmes) izolētās okeāna salās. 8. attēlā mākslinieka skatījumā parādīts Eiropas Dienvidu observatorijas četru 8 metru teleskopu komplekss, no kuriem divi var būt apvienoti interferometriskā sistēmā (kaut gan izdevīgāk šajā sistēmā lielos teleskopus apvienot ar dažiem nelieliem — 2—3 m diametra — teleskopiem, kurus var pārvietot zināmas frāses vai zināma attāluma ietvaros).

Nobeigumā nedaudz pieskarsimies tām astrofizikālajām problēmām, kuru atrisināšanai tieši iecerēti šie jaunie, lielle optiskie teleskopu.

Jauno teleskopu lielā gaismas savākšanas spēja galvenokārt ļaus ar labu precizitāti veikt

⁸ Trešās paaudzes teleskopiem salīdzinājumā ar otrās paaudzes teleskopiem tehnoloģiskās un konstruktīvās izmaiņas nebija tik krāsas. Galvenās bija pāreja uz spoguļiem, kas izgatavoti no kvarca vai siltā, un Riči—Kretjēna platleņķa optiskās sistēmas izmantošana.



7. att. Salikta spoguļa prototips radioastronomijā — Tālo kosmisko sakaru centra antena. Uz viena nesoša karkasa novietotas astoņas paraboliskas antenas, kas saslēgtas sinfāzi.

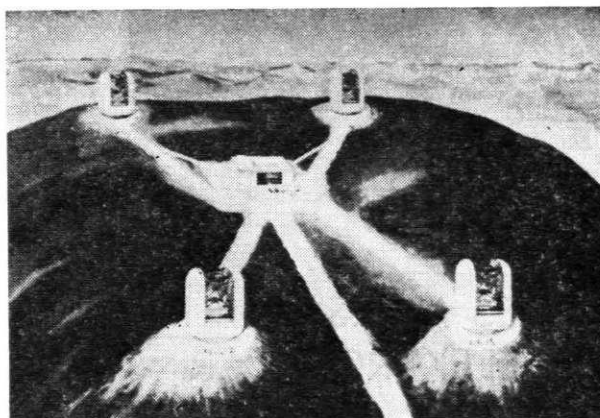
līdz šim nenasiedzami vāju kosmisko objektu fotometriju (līdz 25^m — 26^m spožiem objektiem) un spektroskopiskus novērojumus (līdz 21^m — 22^m spožiem objektiem), kuri, kā zināms, dod vislielāko un nozīmīgāko informāciju par šiem objektiem. Te domāta gan ļoti vāju objektu zemas dispersijas spektroskopija, gan arī vidēji vāju objektu augstas dispersijas spektroskopija.⁹ Tā kā vāji objekti bieži vien ir arī ļoti tāli, pastāv iespēja ar spektroskopiskajiem novērojumiem aptvert objektus līdz pat Visuma novērojamības horizontam daudzu miljardu parseku attālumā. Svarīgākās ieceres ir šādas: 1) Saules sistēmas ārējo planētu un komētu ko-

⁹ Gaismas zudumi zemas dispersijas spektrometros ir mazāki nekā augstas dispersijas spektrometros, tādēļ pirmajā gadījumā var novērot vājākus (mazāk spožus) objektus nekā otrajā.

dolu spektroskopiskā novērošana, lai precizētu planētu atmosfēras un komētu kodolu ķīmisko sastāvu, it sevišķi nosakot dažādu niecīgas izplatības molekulu koncentrāciju; 2) augstas dispersijas spējas Magelāna Mākoņu un citu satelītgalaktiku, kā arī mūsu Galaktikas dažādo apgabalu zvaigžņu novērošana ar nolūku iegūt būtisku informāciju par ķīmisko elementu izcelšanos un evolūciju; 3) zvaigžņu seismoloģija ar nolūku atklāt Saulei līdzīgas oscilācijas, kas dod svarīgu informāciju par šo zvaigžņu iekšējo uzbūvi un rotāciju; 4) augstas laiciskas izšķiršanas spējas fotometriska, spektroskopiska un polarimetriska rentgenstaru uzliesmojumu avotu, pundurnovu un citu ātri mainīgu objektu novērošana, kā arī tādu rentgenstaru avotu novērošana, kuros var slēpties melnie caurumi. Plašus šādu objektu pētījumus pašlaik traucē tas, ka daudzi šādi objekti ir vāji un to novērošanai nepieciešamas ilgas ekspozīcijas, tā ka nav iespējams konstatēt laika ziņā ātras spožuma maiņas, kas, kā rāda teorētiski pētījumi, ir ļoti raksturīga melno caurumu tuvumā notiekošo procesu īpašība; 5) kvazāru un aktīvo galaktiku spektroskopija infrasarkanajā starojuma diapazonā, lai noteiktu šo objektu iekšējo absorbciju un pētītu absorbējošo apgabalu kinematiku, kas ir ļoti svarīgi šo objektu dzīlēs notiekošo procesu izpratnei; 6) kvazāru šauro absorbcijas līniju novērojumi ar augstu izšķiršanas spēju, lai kartografētu starpgalaktiskās matērijas izplatību Visumā, kam ir ļoti liela nozīme kosmoloģisku problēmu tālākā risināšanā; 7) ļoti tālu galaktiku spektroskopiski novērojumi ar nolūku izpētīt to evolūciju un gūt vērtīgu informāciju par Metagalaktikas izplešanos un struktūru, kas ir ārkārtīgi svarīga daudzu fundamentālu kosmoloģisku problēmu risināšanā.

Ļoti liela nozīme būs arī palielinātajai teleskopu leņķiskās izšķiršanas spējai, ko nosaka šo teleskopu spoguļa diametrs un kas infrasarkanā starojuma diapazonā tuvosies teorētiski iespējamai robežai, kuru determinē gaismas staru difrakcijas parādība. Tas ļaus izdarīt morfoloģiskus pētījumus ļoti vājiem objektiem, sākot no asteroidiem līdz galaktiku kodoliem, un varbūt pat pavērs iespējas novērot planētu sistēmas ap citām zvaigznēm to formēšanās agrīnajās stadijās.

8. att. Eiropas Dienvidu observatorijas lielo teleskopu projekts. Divi no četriem 8 metru teleskopiem (augšējie) ir saslēgti interferometriskā sistēmā. (Mākslinieka Dž.-M. Leklēra zīmējums no žurnāla «ESO Messenger».)



Lielo optisko teleskopu interferometriskās sistēmas, savukārt, pavērs iespējas veikt masveidīgus zvaigžņu diametru mērījumus, kam ir pirmšķirīga nozīme tādu svarīgu zvaigžņu parametru kā masa un absolūtais lielums noteikšanā, bet absolūtais lielums, kā zināms, ļauj aprēķināt tādu ļoti nepieciešamu lielumu kā attālumu līdz dotajam objektam.

Pūles un grūtības, kas jāpārvar jauno, lielo optisko teleskopu un to sistēmu projektēšanā, un milzīgie līdzekļi, kuri būs jāiegulda šo projektu realizēšanā, nebūs veltīgi — tie ļaus pacelt astronomisko pētījumu līmeni jaunā, daudz augstākā pakāpē un radikāli bagātināt mūsu zināšanas par Visumu un tā daudzveidīgajiem objektiem.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Pagājušā gada 10. novembrī ar pavadoņa IRAS (Holande+ASV) infrasarkanā teleskopu atklāta vēl viena komēta — jau sestā šī instrumenta neilgajā darbības vēsturē. Tā kā 4. novembrī, kā vēlāk nokaidrojās, šo komētu jau bija pamanījis kāds austrāliešu astronoms, tai piešķirts nosaukums Hartley-IRAS.



ZEMES MĀKSLĪGIE PAVADOŅI UN ELEKTROSAKARI

ALBERTS
GRABINSKIS

Raksta autors ir A. Peļšes Rīgas Politehniskā institūta daudzkanālu elektrosakaru katedras docents, pazīstams zinātnes popularizētājs. Jaunās elektrosakaru sistēmas, kuru pamatā ir ZMP izmantošana, spilgti pierāda, cik liela praktiska nozīme ir kosmosa apgūšanai un cik ātri atmaksājas tajā ieguldītie līdzekļi.

Rakstā pastāstīts par kosmisko sakaru sistēmu darbības principiem un par to izmantošanu šobrīd un tuvākajā nākotnē.

Brīdi, kad startēja pirmais Zemes mākslīgais pavadoņš (ZMP) jeb satelīts, — 1957. gada 4. oktobrī — var uzskatīt arī par kosmisko sakaru sākumu. Pirmajā ZMP atradās īsviļņu radiatoraitājs, kas raidīja pilotsignālu. Tas bija uztverams kā īsu tonālu impulsu secība. Pēc pilotsignāla viegli varēja noteikt ZMP atrašanās vietu un kontrolēt tā kustību. Visos vēlāk palaistajos ZMP jau atradās radiostacijas — gan raidītājs, gan arī uztvērējs. No radiatoraitāja Zemes kosmisko lidojumu vadības centrs saņēma informāciju par pavadoņa iekārtu stāvokli, par novērotajām dabas parādībām. Savukārt, pavadoņa radiouztvērējs saņēma komandas no Zemes. Tādējādi starp ZMP un Zemi bija nodibināti divpusēji sakari, kas kosmiskajos lidojumos ir absolūti nepieciešami, jo dod iespēju koordinēt lidojuma gaitu, veikt novērojumus un sazināties ar kosmosa kuģa apkalpi.

Kosmisko sakaru attīstības sākumposmā kosmosa kuģi izmantoja radioaparāturu, kas daudz neatšķīrās no tās, kuru parasti lieto radiosakaros. Tomēr visai drīz kļuva skaidrs, ka kosmiskajiem sakariem šī aparatūra nav piemērota. Starta laikā kosmiskā aparāta (KA) radioiekārtai jāiztur ārkārtīgi liels pātrinājums. Bez tam

šai iekārtai jābūt vieglai, maza gabarīta un ekonomiskai no enerģijas patēriņa viedokļa, kā arī ļoti drošai ilgstošā ekspluatācijā, jo lidojumā to remontēt nav iespējams. Neraugoties uz ierobežotajiem enerģijas resursiem, tai jānodrošina stabili sakari ļoti lielā attālumā. Visu šo iemeslu dēļ kosmisko sakaru vajadzībām sāka izstrādāt īpašu radioaparāturu.

Sevišķa problēma konstruktoriem bija cīņa ar Doplera efekta izraisītajām parādībām: ja kosmosa kuģis ar tajā iebūvēto raidītāju lielā ātrumā tuvojas Zemes uztvērējstacijai, uztveramā radiosignāla frekvence kļūst augstāka, bet kuģim attālinoties — zemāka. Tas rada traucējumus selektīvo uztveršanas iekārtu darbībā, tādēļ bija jāizstrādā īpaša automātiska pieskaņošanās sistēma.

Kosmisko lidojumu sākumposmā vienīgais radiosakaru izmantošanas nolūks bija nodibināt informatīvu saiti starp ZMP un Zemi. Bet ļoti drīz radās domas, ka Zemes mākslīgo pavadoņi var izmantot par starpstaciju — retranslatoru — Zemes sakaru sistēmā, līdzīgi, kā to dara radio-releju līnijās. Starpība ir tikai tā, ka planētas virsmas liekuma dēļ maksimālais attālums starp divām blakus esošām Zemes stacijām ir ap

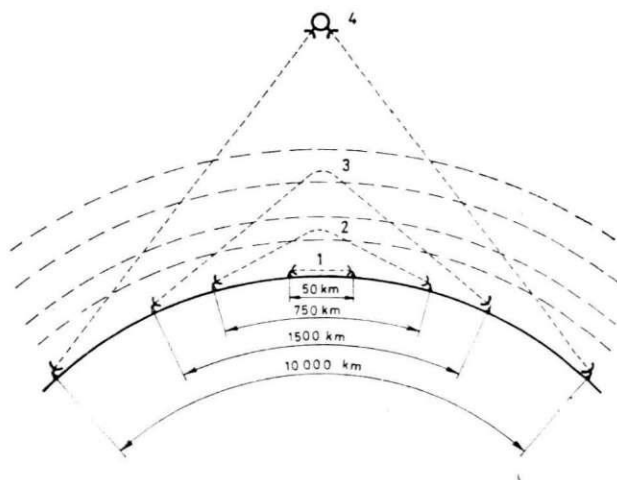
40 km, bet tādas stacijas, kuras vienu ar otru saista kosmiskais aparāts-retranslators, var atrasties nesalīdzināmi lielākā attālumā (1. att.). Tādējādi ar dažiem (vienu vai diviem) retranslācijas punktiem ir iespējams nodrošināt sakarus starp ģeogrāfiski attāliem punktiem, bet ar vairākiem — aptvert visu zemeslodi.

Lai iegūtu pārskatu par to, kāda nozīme Zemes mākslīgajiem pavadoņiem ir Zemes sakaru sistēmā, īsumā aplūkosim dažus sakaru tīkla uzbūves jautājumus un sakaru tīkla attīstības problēmas.

Mūsu planētu aptver vienots automatizēts sakaru tīkls (VAST), ko izmanto galvenokārt telegrāfa un telefona sakariem. To sāka veidot pagājušajā gadsimtā. Sākumā tas aptvēra atsevišķas valstis un nelielas ekonomiski attīstītāko valstu grupas, bet tas nepārtraukti paplašinās, saistot savā starpā arvien vairāk valstu un novadu. Kosmisko lidojumu ēras sākumā vēl pastāvēja tādi novadi, kuros gan bija savi vietējie sakari, bet kuri VAST sistēmā neietilpa. Tātad šo novadu iedzīvotāji nevarēja nodibināt sakarus ar pārējo Zemes apdzīvoto vietu sakaru tīkla abonentiem. Cēlonis tam bija ļoti lielais attālums no citām apdzīvotajām vietām un dažādi dabiskie šķēršļi. Arī VAST ietvaros bieži vien radās tehniskas grūtības, nodrošinot nepieciešamo informācijas plūsmu starp atsevišķām vietām. Arvien izteiktākas kļūst maksimumstundas un periodi, kad sakaru tīkls ir pārslogots un ir grūti iegūt telefonisku vai cita veida sa-

karu savienojumu. Lai to novērstu, nepieciešami apjomīgi materiālie līdzekļi, jo lielos attālumos jāiegulda jauni sakaru kabeļi, kuriem piemīt liela informatīvā caurlaides spēja. Turklāt ar kabeļi vien attāluma pārvarēšanas jautājums vēl nav atrisināts: ik pēc noteikta posma (piemēram, 1920 telefona kanālu sistēmā ik pēc 6 km) kabeļi jāieslēdz pastiprināšanas iekārtā. Tūkstošiem kilometru garu šādu sakaru maģistrāļu būve un ekspluatācija ir ļoti dārga. Ja maģistrāle iet caur neapdzīvotiem apgabaliem, jādoma arī par normālu dzīves apstākļu nodrošināšanu apkalpojošajam personālam. Praktiski vēl joprojām nav iespējams ar kabeļi piesaistīt vienotajam sakaru tīklam Padomju Savienības Tālos Austrumus un ziemeļus, jo tad vajadzētu ieguldīt kabeļi tundrā, taigā, purvos, mūžīgā sasaluma zonā. Šādu sakaru maģistrāli būtu grūti arī apkalpot un remontēt. Kā šādos apstākļos tomēr izveidot vienotu Zemes sakaru tīklu?

Lai informatīvi saistītu apgabalus, kurus vienu no otra atdala ūdens šķēršļi, izveidoja zemūdens kabeļu tīklu. Novadus, kurus šķir cita veida dabiskie šķēršļi, saistīja savā starpā ar īsviļņu radiolīnijām. Īsviļņu, īpaši ultraīsviļņu, radiolīnijas ir ērtas tajā ziņā, ka tām viegli izgatavojamas orientētu antenu sistēmas, kas saista divus samērā attālus sakaru mezglus. Attālumu starp raidītāja un uztvērēja antenām ierobežo Zemes reljefs. Lielākam attālumam veido ultraīsviļņu radioreleju līniju, kurā re-



1. att. Radiolīniju paveidi: 1 — radioreleju līnija (RRL), 2 — troposfēras radiolīnija, 3 — jonosfēras radiolīnija, 4 — kosmiskais retranslators ar kosmisko radiolīniju. (Mērogs nav ievērots.)

Īsviļņu un ultraīsviļņu radiosakaru līniju raksturojums

Sakaru līnija	Attālums starp retranslācijas punktiem, km	Sakaru drošuma raksturojums
Radioreleju līnija	50	Praktiski droši sakari
Troposfēras radiolīnija	750	Nedaudz pazemināts darbības drošums
Jonosfēras radiolīnija	1 500	95% drošums
ZMP sakari	10 000 un vairāk	Praktiski droši sakari

translācijas punkti ir izvietoti ik pēc apmēram 40—50 kilometriem. Pat šo 40—50 kilometru pārvarēšanai raidīšanas un uztveršanas ierīces jānovieto augstos torņos. Darbībai sevišķi lielos attālumos radija jonosfēras, troposfēras un meteorītu līnijas, kurās vērsts radioviļņu kūlis tiek laužts attiecīgajos Zemes atmosfēras slāņos vai arī atstarots no jonizētajām meteorītu pēdām (sk. 1. att.). Tomēr arī tas izrādījās nepietiekami. Turklāt sakari nebija droši, jo, piemēram, jonosfēras augstums un jonizācijas pakāpe mainās; līdz ar to mainās arī radioviļņu atstarošanās apstākļi (bieži ir novērojams tā sauktais fedings, neregulāra un samērā lēna uztverto viļņu intensitātes maiņa, kuras cēlonis ir vairāku dažādi atstarotu viļņu interferēnce, utt.).

Tabulā sniegti daži dati par īsviļņu un ultraīsviļņu radiolīnijām. Pēc tiem redzams, ka, izmantojot par radiostarojuma retranslatoru ZMP, var pārvarēt vislielāko attālumu. Šādai sakaru sistēmai īpaši raksturīgs tas, ka sakari praktiski ir pilnīgi droši un ir nodibināmi starp jebkuriem zemeslodes punktiem, kas atrodas retranslatora — ZMP — radioredzamības zonā.

Turpmāk aplūkosim atsevišķus kosmisko radiolīniju veidus.

ZMP ar Zemi saista komandu, telemetriskās, komunikāciju, datu pārraides, kā arī attēlu pārraides radiolīnijas.

Komandu radiolīnijas paredzētas komandu pārraidīšanai no Zemes dažādām kosmiskā aparāta (KA) iekārtām. Var pārraidīt vai nu atsevišķas komandas, vai arī īpašu programmu, kurai jānosaka KA darbība zināmā laikposmā, piemēram, stundā vai diennaktī. Komandu radiolīnijām ļoti ērtas ir sakaru ciparsistēmas, kurās informācija tiek pārraidīta diskrētā veidā, kodēta, līdzīgi kā telegrāfā.

Šīm radiolīnijām jānodrošina nekļūdīga radiokomandu pārraide. Lai pārlicinātos, vai kosmiskajā aparātā komanda saņemta pareizi, pa radiokanālu «pavadonis—Zeme» pārraida kontrolsignālu. Pa šo kanālu kontrolē arī KA ierīču darbību. Kontrolei var izmantot telemetriskās radiolīnijas kanālu.

Telemetriskā radiolīnija paredzēta fizikālo un elektrisko lielumu mērījumu rezultātu pārraidei. Pa šo līniju uz Zemi noraida kosmiskās telpas izpētes rezultātus, informāciju par atsevišķu KA agregātu un sistēmu darbību lidojuma laikā (lai varētu kontrolēt to darbību) u. tml. Kontrolējamo agregātu un mērāmo lielumu skaits bieži vien ir ļoti liels, turklāt parasti jāzina vairāki katra agregāta parametri. Lai uz Zemes saņemtu visas vajadzīgās ziņas, nepieciešami daudzi informācijas pārraides kanāli — katram parametram savs. Tādēļ telemetriskās radiolīnijas veido kā daudzkanālu sakaru sistēmas. Kanālu var būt simtiem; atsevišķos gadījumos to skaits pārsniedz pat tūkstoti.

Ir pazīstami dažādi telemetrisko daudzkanālu sakaru sistēmu veidošanas paņēmieni. Ja katram informācijas pārraides kanālam ultraīsviļņu vai īsviļņu frekvenču diapazonā izvēlas atšķirīgu nesējfrekvenci, iegūst frekvenču daļes sistēmu. (Tajās parasti izmanto vairākkārtēju frekvences pārveidošanu un atšķirīgas tā sauktās subnesējfrekvences.) Frekvenču daļes sistēma ir stipri jutīga pret radiotraucējumiem, tāpēc radiotelemetrijā to maz izmanto. Daudz precīzāk mērījumu rezultātus var noraidīt pa radiolīnijām, kuru kanāli veidoti, izmantojot laikdales principu. Pēc šā principa informācija par katru parametru tiek it kā sadalīta nelielās devās, kuras noraida pēc kārtas, secīgi. Pārraides sistēmu, kurā pietiekami ātri cītu pēc citas raída katra informācijas avota kārtējo devu, periodiski un ritmiski «aptaujā» visus avotus,

sauc par daudzkanālu laikdales sistēmu. Noraidāmo informāciju var sevišķi labi pasargāt no radiotraucējumu iedarbības tad, ja informācijas devas samazina līdz elementāri mazām un pār raida tās kodētā veidā. Informatīvajai koda simbolu kombinācijai var pievienot īpašu koda kombināciju — adresi, kura norāda signāla avotu. Uztverto informāciju uztvērējā sadala atbilstoši adresēm pa reģistrācijas iekārtām. Tā ir tā sauktā adrese-koda pārraides sistēma, kurai ir īpaši augsta pārraides kvalitāte. Var panākt, ka mērījumi tiek reģistrēti ar kļūdu, kas nepārsniedz 0,1—0,3 procentus.

Daudzkanālu laikdales radiolīnijas darbību shematiski ilustrē 2. attēls. No visiem kanāliem (attēla vienkāršošanas labad) parādīti tikai trīs un tiem atbilstošie informācijas avoti IA_1 , IA_2 , IA_3 . Informācijas avots var būt, piemēram, mērinstruments, kura rādījums jānoraida. Šai nolūkā rādījums tiek pārveidots elektriskā mērsignālā, kurš tiek pievadīts attiecīgam rotējošā komutatora segmentam S_1 , S_2 , S_3 . Nepārtraukti rotējoša suka pieskaras pēc kārtas katram no šiem segmentiem un novada mērsignālu uz kodēšanas iekārtu (koderu) K . Tā izveido mērsignāla vērtībai atbilstošu koda zīmi — elektrisku impulsu (vai to kombināciju), ko pievada raidītājam R , kas, savukārt, pārvērš to elektriskās svārstībās īsviļņu vai ultraīsviļņu diapazonā un ar vērsto raidantenu A_1 izstaro uztvērēja virzienā. Elektromagnētiskie viļņi nokļūst uztvērējantēnā A_2 un pēc tam — uztvērējā U , no kurienes kodētais signāls tiek pievadīts dekoderam D . Tas pārveido koda kombināciju atbilstošajā mērsignālā, kurš caur rotējošo komutatoru nonāk attiecīgajā reģistrējošajā iekārtā RI_1 , RI_2 vai RI_3 . Katra reģistrējošā iekārta periodiski saņem mērsignālu īsu impulsu veidā. Protams, abu komutatoru sukām jārotē vienādā ātrumā (sinhroni) un turklāt vienādos laika

momentos (sinfāzi) jāpieskaras atbilstošajiem segmentiem.

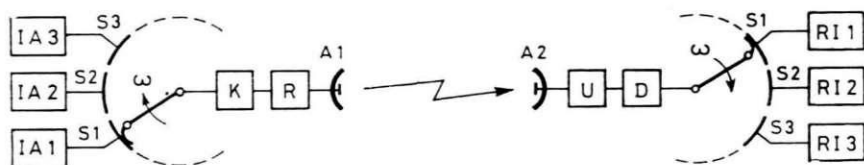
Modernajā sakaru tehnikā nelieto rotējošus elektromehāniskus komutatorus. To vietā stājušās elektroniskas komutācijas shēmas, kas nodrošina lielu aprīņošanas ātrumu un raidītāja un uztvērēja komutācijas iekārtu precīzu sinhronu un sinfāzu darbību. Praksē tiek lietotas pārraides sistēmas, kurās pārraides ceļš katram kanālam izveidojas 8000 reizes sekundē. Tas nozīmē, ka uztvērēja reģistrējošā iekārta saņem mērsignāla impulsu ik pēc 125 μ s; pēc šiem impulsiem tiek formēts uztvertais signāls. Mērsignāla impulsu sekošanas periods ir viens no galvenajiem parametriem, kas nosaka mērījumu reģistrācijas precizitāti.

Komunikāciju radiolīnijas paredzētas sakaru nodrošināšanai starp kosmonautiem kosmosa kuģī un kosmisko lidojumu vadības centru; tās izmanto arī sakariem starp atsevišķu kosmosa kuģu apkalpēm.

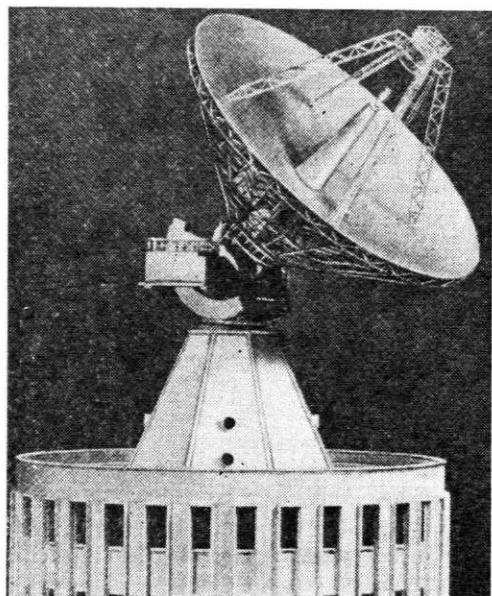
Ja kosmosa kuģī atrodas cilvēks, viņš uzņemas daudzas KA vadības funkcijas, un līdz ar to tiek stipri atvieglots automātu darbs. Lielu daļu informācijas kosmonauts apstrādā uz vietas un rezultātus pa komunikāciju radiolīniju pārraida uz Zemi.

Ir četrējādas komunikāciju radiolīnijas: radio-telefona, radiotelegrāfa, nekustīga attēla pārraides un telekoda līnijas. Pirmās trīs pārraida attiecīgo informāciju pilnā apjomā, bet telekoda līnija paredzēta saīsinātu tipveida ziņojumu pārraidei. Piemēram, ziņojumu «Pāreju uz manuālo vadību» var noraidīt nevis kā pilnu tekstu, bet gan iepriekš norunātā saīsinātā veidā ar nelielu koda kombināciju skaitu.

Informāciju, kas uzkrājas tajā laikā, kamēr kosmosa kuģis neatrodas virs PSRS teritorijas, formalizē, ieraksta KA atmiņas iekārtās un pa radiotelegrāfa līniju noraida uz Zemi laikpos-



2. att. Laikdales sakaru sistēmas shēma. (Paskaidrojumi tekstā.)



3. att. Kosmisko sakaru centra antena. (Pēc «Elektrosvajaz», 1975, nr. 5.)

mos, kad starp kosmosa kuģi un tā vadības centru pastāv tiešie sakari.

Datu pārraides radiolīnijas maz atšķiras no komunikāciju līnijām, un tās izmanto, lai pārraidītu visu veidu informāciju, kuru neraida pa komandu, telemetriskajām un attēlu pārraides līnijām. Šīs radiolīnijas kalpo kuģa automātiskas iekārtu informācijas pārraidei, kā arī navigācijas datu, radiolokācijas novērojumu, infrasarkanā starojuma adapteru un citu veidu novērojumu datu pārraidei, ja to atšifrēšanai un apstrādei nepieciešama sarežģīta lielu gabarītu aparatūra.

Datu pārraides līnijas izmanto arī, lai saistītos ar sakaru pavadoņiem (KA, kura pamatfunkcija ir radiosignālu retranslācija, sauc par sakaru pavadoņi jeb satelītu). To orbītas ir augstākas par kosmosa kuģu orbītām, tādēļ ir ievērojami ilgāks to apriņķošanas periods.

Sakaru pavadoņu radiolīnijās izmanto augstu lidojošus pavadoņus-retranslatorus. Šīs radiolīnijas var strādāt divējādi: 1) nodrošināt sakarus «Zeme—Zeme» starp diviem attāliem Zemes virsmas punktiem un 2) izveidot radiolīnijas, kurās viens no korespondentiem ir Zeme, bet otrs — kustīgs objekts (piemēram, KA, lidmašīna, helikopters, kuģis u. tml.).

Radiolīniju Zeme—Zeme kosmisko sakaru centros izmanto lielas jaudas radioiekārtas un jutīgus, traucējumnoturīgus uztvērējus. Izmanto liela izmēra antenas ar šauru vērsuma diagrammu. Antenām jābūt kustīgām, lai tās spētu sekot pavadoņim. 3. attēlā redzama kosmisko sakaru centra raidīšanas un uztveršanas antena.

Ja uz Zemes būtu tikai divi korespondenti (divi sakaru centri), sistēma būtu līdzīga radio-releju līnijai ar vienu retranslācijas punktu. Ja korespondentu ir daudz, var veidot sistēmu, kurā jānodrošina sakari pēc principa «katrs ar katru» vai arī pēc principa, ka visiem korespondentiem ir sakari ar centru. Šajos gadījumos pavadoņim-retranslatoram jānodrošina visu korespondentu brīva pieeja.

Radiolīnijās, kuras izmanto VAST vajadzībām starp diviem kosmisko sakaru centriem, sakaru kanālu skaitam jābūt pastāvīgam (nemainīgam). Pirms radiolīnijas nodošanas vienotā sakaru tīkla rīcībā jānodrošina nepārtraukta un divpusēja tās darbība.

Nepārtrauktu informatīvo saiti starp Zemes kosmisko sakaru centriem var izveidot, ja izmanto sarežģītu zemu lidojošu kosmisko retranslatoru sistēmu, kurā ietilpst vairāki cits aiz cita ap Zemi riņķojoši sakaru pavadoņi; turklāt vismaz vienam no tiem visu laiku jāatrodas abu Zemes korespondentstaciju redzes laukā (pēc kāda laika to nomaina nākamais, utt.). To pašu var panākt arī ar ģeostacionārajiem sakaru pavadoņiem-retranslatoriem.

(Nobeigums nākamajā numurā)



Vai Polārzcvaigzne beidz pulsēt?

Mazā Lāča zvaigznāja spožākā zvaigzne α mūsu dienās ir debess ziemeļpolam vistuvākā spožā zvaigzne, tāpēc guvusi nosaukumu «Polārzcvaigzne». Tā ir F8 spektra klases pārmilzis, kura masa vienlīdzīga apmēram sešām Saules masām. Zvaigznes redzamais spožums $V=2^m,0$, bet patiesais spožums, izteikts absolūtos lielumos M_V , ir $-3^m,2 \pm 0^m,05$. Noskaidrots, ka starpcvaigžņu absorbcija Polārzcvaigznes redzamo spožumu praktiski neietekmē. Tādā gadījumā tās attālums no Saules ir 109 pc, ar precizitāti līdz ± 20 parsekiem. Domājams, ka Polārzcvaigzne nav vienuļa un 19'' attālumā no tās atrastā astotā lieluma zvaigzne ir fizikāli saistīta ar to.

Šajā ziņojumā sīkāk aplūkosim Polārzcvaigznes mainīguma īpatnības, kuras pēdējos gados rūpīgi pētījis Meksikas astronoms A. Arrelano Ferro. Polārzcvaigznes spožuma mainīgums atklāts jau pagājušā gadsimta vidū, bet mūsu gadsimta sākumā noskaidrota tās piedēriba pie cefeidām. Cefeidas ir mainīgas zvaigznes, kuru spožums mainās, zvaigznei sistemātiski pulsējot. Tas nozīmē, ka zvaigznes virsējie slāņi cikliski izplešas un saraujas. Šis process atspoguļojas periodiskā cefeīdu spožuma un radiālā ātruma maiņā. Cefeīdu periodi mēdz būt 1–70 dienu ilgi. Polārzcvaigznes mainīguma periodu, kas vienlīdzīgs gandrīz četrām dienām, var uzskatīt par cefeīdām tipisku, bet tās spožuma maiņas amplitūda, kas nepārsniedz $0^m,05-0^m,15$, pieskaitāma pie vismazākajām. Pēc A. Arrelano Ferro datiem, Galaktikā pašlaik zināmas tikai 14 cefeīdas, kam šī amplitūda ir mazāka par $0^m,3$. Polārzcvaigzni vienkārši pavērojot pie debess, tik maza spo-

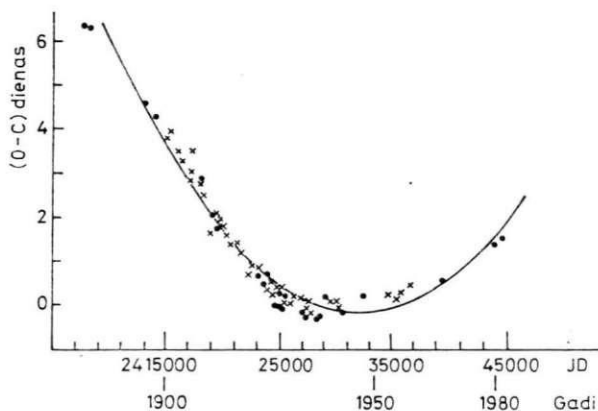
žuma maiņa nemaz nav pamanāma. Jāšaubās, vai tās mainīgums vispār būtu atklāts, ja Polārzcvaigzne nebūtu Polārzcvaigzne! Tomēr tieši mainīguma īpatnību izpēte devusi minētajam Meksikas astronomam iespēju izdarīt interesantus secinājumus par Polārzcvaigznes evolūcijas stadiju.

Pirmām kārtām A. Arrelano Ferro pārbaudīja jau agrāk radušās aizdomas, ka Polārzcvaigznes mainīguma periods nav pastāvīgs. Viņš izmantoja fotometriskos un spektrālos novērojumus, kas iegūti kopš 1879. gada, un salīdzināja tos ar datiem, kuri aprēķināti pēc formulas spožuma maksimuma momentu noteikšanai:

$$\text{Max} = 2431295,99 + 3,96961E.$$

Šeit pirmais skaitlis ir atskaites sākumepoha jeb spožuma maksimuma nulles moments Juliāna dienu skalā, otrais — mainīguma cikla garums jeb periods dienās, bet E — cikla numurs. Izrādījās, ka novērojumi labi saskan ar šādi aprēķināto efemerīdu tikai pieņemtās sākumepohas (1945. g.) tuvumā, bet tālāk no tās novēroto un aprēķināto maksimuma momentu starpība ($O-C$) kļūst arvien lielāka (1. att.). Tātad Polārzcvaigznes mainīguma periods nepārtraukti pieaug, turklāt ar ātrumu 316 s gadsimtā. Tā kā pirmajā tuvinājumā starpību ($O-C$) atkarību no laika var attēlot kā parabolu, kas novilkta 1. attēlā, jāsecina, ka periods pieaug gandrīz vienmērīgi.

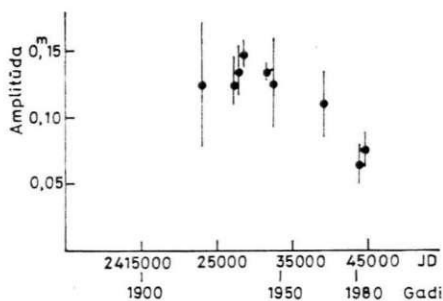
Perioda maiņa cefeīdām ir diezgan parasta parādība. To rūpīgi pētījuši, piemēram, ievērojami P. Šternberga Valsts Astronomijas institūta (Maskavas Valsts universitāte) mainīgas zvaigžņu pētnieku skolas pārstāvji — profesori B. Kukarkins un P. Parenago. Perioda maiņa konstatēta apmēram 30% cefeīdu, kam periodi ir mazāki par piecām dienām. Līdz ar perioda



1. att. Polārzcvaigznes mainīguma perioda pieaugšana pēdējā gadsimtā. Atlikti spožuma maiņas dati (punkti) un radiālo ātrumu maiņas dati (krustiņi). Uz horizontālās ass — laiks Juliāna dienās un gados. Uz vertikālās ass — novēroto un aprēķināto maksimumu momentu starpības (O—C).

ilgumu pieaug tā nestabilitāte. Pamatojoties uz teorētiskiem pētījumiem, izteikta varbūtība, ka perioda maiņa atspoguļo cefeīdu virzīšanos pāri tā sauktajai nestabilitātes joslai Hercšprunga—Rasela (H—R) diagrammā. Galvenās secības F spektra klases zvaigznes šo joslā šķērso tad, kad tās attīstības gaitā pamet galveno secību un H—R diagrammā virzās uz auksto sarkano pārmilžu apgabalu. Nonākot nestabilitātes joslā, tās sāk pulsēt un kļūst par cefeīdu tipa maiņzvaigznēm. Lielas masas zvaigznes no sarkano pārmilžu apgabala vēl tālākā attīstībā pavēršas atpakaļ galvenās secības virzienā, lai pēc tam atkal dotos uz sarkanajiem pārmilžiem. Citiem vārdiem sakot, tās

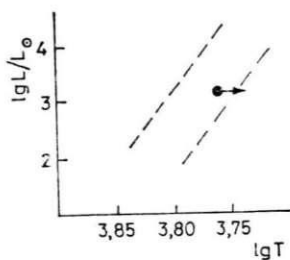
met cilpas H—R diagrammā un šķērso nestabilitātes joslu vairākkārt. Novēroto cefeīdu perioda pieaugšanu teorētiski saista ar zvaigžņu virzīšanos pāri nestabilitātes joslai no kreisās, augstāku temperatūru malas uz labo, zemāku temperatūru malu, bet perioda samazināšanos — ar pretēja virziena kustību H—R diagrammā. Šos secinājumus nevar uzskatīt par galīgiem, jo virzīšanās pāri nestabilitātes joslai turpinās ap 1000 gadu, bet perioda maiņa vairumam cefeīdu novērota ne ilgāk kā 50 gadu.



2. att. Polārzcvaigznes spožuma maiņas amplitūdas samazināšanās kopš 1945. gada pēc fotoelektriskajiem novērojumiem zilajos staros. Nogriežņi pie punktiem rāda iespējamās kļūdas robežas.

Vēl interesantāka ir Polārzcvaigznes spožuma maiņas amplitūdas analīze. No visvecākajiem novērojumiem ir grūti spriest par amplitūdas lielumu, jo tie veikti gan vizuāli, gan fotogrāfiski, turklāt dažādās fotometriskajās sistēmās. Ja atsevišķi apskata zilajos staros izdarītos fotoelektriskos novērojumus (2. att.), tad redzams, ka no 1915. gada līdz 1945. gadam amplitūda kļuva robežās bijusi stabila, bet pēc tam diezgan strauji kritusies. Pēdējos novērojumus izdarījis A. Arrelano Ferro 1980. un 1981. gadā.

Radiālo ātrumu novērojumu rezultāti pilnībā saskan ar Polārzcvaigznes spožuma maiņas amplitūdas samazināšanos un liecina par pulsāciju norimšanu. Laikā no 1900. gada līdz 1950. gadam radiālā ātruma amplitūda bijusi nemainīga 5—6 km/s robežās, un 1980. un 1981. gadā, kad to novēroja A. Arrelano Ferro, amplitūda sasniedza tikai 2 kilometri sekundē.



3. att. Polārzcvaigznes stāvoklis un paredzamais kustības virziens Hercšprunga—Rasela diagrammas nestabilitātes joslā.

Sobrīd nevar droši paredzēt, kā turpmāk mainīsies Polārzcvaigznes spožuma amplitūda. Iespējams, ka tā sāks atkal pieaugt. Vēl vairāk, iespējams, ka amplitūdas maiņai ir cikliska raksturs: zināmu laiku amplitūda samazinās, bet pēc tam atkal pieaug, utt. Tomēr nevar izslēgt varbūtību, ka amplitūda turpinās samazināties un zvaigzne pavisam pārstās pulsēt. Ja amplitūda samazināsies tādā pašā ātrumā kā pēdējos 40 gados, tad vēl pēc 40 gadiem Polārzcvaigzne kļūs konstanta. Tādā gadījumā mūs var uzskatīt par lieciniekiem evolūcijas fāzei, kad zvaigzne pamet nestabilitātes joslu, lai kļūtu par sarkano pārmilzi. Pēc saviem fizikālajiem parametriem — starjaudas un virsmas temperatūras — Polārzcvaigzne tiešām atrodas tuvāk nestabilitātes joslas zemās temperatūras malai (3. att.). Kā liecina A. Arrelano Ferro dati, arī citas mazu amplitūdu cefeīdas atrodas nestabilitātes joslas labajā malā, kas atbilst idejai par to gatavošanos atstāt šo joslu.

Polārzcvaigznes pētījumi tuvākajās desmitgadēs parādīs, vai tiešām mūsu acu priekšā notiks ļoti reti novērojams zvaigznes attīstības moments — cefeīdas pāriešana sarkano pārmilzu stadijā. Līdz šim novērotā perioda pieaugšana un amplitūdas samazināšanās liecina par labu šādai iespējai.

Z. A l k s n e

Jauni mazo planētu nosaukumi

Attīstoties novērojumu un aprēķinu tehnikai un metodēm, rodas iespēja t. s. nenumurētām mazajām planētām noteikt precīzus orbītu elementus, ja vien izdodas tām vairāku gadu laikā dabūt pietiekamu skaitu precīzu novērojumu. Tad planētai piešķir kārtas numuru, un līdz ar to atklājējs vai aprēķinātājs iegūst tiesības dot «savam» objektam nosaukumu. Laikā no 1983. gada vidus līdz 1984. gada sākumam 44 mazās planētas ir ieguvušas astronomu vārdus. Tās arī tagad īsumā aprakstīsim.

(1925) Franklin-Adams — nosaukta par piemiņu Lielbritānijas astronomijas amatierim Džonam Franklinam-Adamsam (1843—1912), kurš nodevis savu 250 mm fotogrāfisko refraktoru Johannesburgas observatorijai Dienvidāfrikā. Ar šo instrumentu tur 70 gadus tika sistemātiski novērotas mazās planētas un veikti arī citi novērojumi.

(2069) Hubble — amerikāņu astronoms Edvins P. Habls (1889—1953), kas viens no pirmajiem veiksmīgi pētījis citas galaktikas, starp citu, atklājis un pareizi izskaidrojis t. s. sarkano novirzi (Habla likums). Atklājis vienu no interesantākām mazajām planētām — (1373) Cincinnati.

(2070) Humason — amerikāņu astronoms Miltons L. Hjumasons (1891—1972), kurš kopīgi ar E. P. Hablu, izmantojot Vilsona kalna 2,5 m reflektoru, noteicis tālo galaktiku sarkanās novirzes.

(2086) Newell — amerikāņu zinātnieks Homērs E. Ņūels (1915—1983), viens no kosmiskās telpas pētīšanas organizētājiem ASV.

(2177) Oliver — amerikāņu zinātnieks Bernards M. Olivers, viens no vadošajiem darbiniekiem firmā «Hewlett-Packard», kas piedalās CCD matricu (lādiņsaītes matricu) izstrādāšanā un to pielietošanā astronomijā.

(2204) Lyli — somu ģeodēziste un astronome Lili Heinenena, daudz gadu bijusi astronomijas amatieru apvienības «Mikkelin Urso» vadītāja.

(2219) Mannucci — Argentīnas Feliksa Agilāra observatorijas smalkmehāniķis Edgardo Mannuci, kurš arvien uztur kārtībā as-

tronomijas instrumentus un arī pats piedalās novērošanā.

(2225) Serkowski — poļu astronoms Ksiēfofs Serkovskis (1930—1981), starpzvaigžņu polarizācijas, kā arī astronomijas instrumentu tehnikas attīstības speciālists.

(2265) Verbaandert — beļģu astronoms Žans Verbānderts (1901—1974).

(2277) Moreau — beļģu astronoms Fernāns Moro (1888—1979).

(2300) Stebbins — amerikāņu astronoms Džoels Stebins (1878—1966), pazīstams ar precīzu fotoelektrisko metožu izstrādi debess ķermeņu radiācijas pētīšanai.

(2301) Whitford — amerikāņu astronoms Alberts Vitfords, Vošbarnas (1945—1958), vēlāk Lika (1958—1968) observatorijās direktors; izstrādājis daudzkrāsu fotometrisko sistēmu, pētījis galaktikas un starpgalaktiku vidi.

(2379) Heiskanen — somu ģeodēzists V. Heiskanens (1895—1971), Somijas Ģeodēzijas institūta direktors, zināmu laiku (pēc 1950) strādājis arī ASV, Ohaio štata universitātē. Sarakstījis vairākas astronomijas mācību grāmatas augstskolām somu valodā.

(2384) Schulhof — ungāru astronoms Leopolds Sulhofs (1847—1921), mazo planētu un komētu atklājējs un to orbītu aprēķinātājs.

(2389) Dibaj — padomju astrofizikā Ernests Dibajs (1931—1983), Maskavas universitātes profesors, starpzvaigžņu vides un mainīzvaigžņu pētnieks, P. Šternberga Valsts Astronomijas institūta dienuvidu stacijas (Krimā) vadītājs (1962—1977).

(2493) Elmer — amerikāņu zinātnieks un sabiedriskais darbinieks Čārlzs Veslijs Elmers (1872—1954), Bruklīnas akadēmijas astronomijas daļas vadītājs un Ņujorkas astronomijas amatieru asociācijas dibinātājs, viens no pazīstamās firmas «Perkin-Elmer» dibinātājiem.

(2499) Brunk — amerikāņu astronoms Viljams Branks, strādā NASA sistēmā, pēti galvenokārt lielo planētu fizikālās īpašības.

(2513) Baetslé — beļģu astronomijas un ģeodēzijas profesors Pols Luijs Betslē (1909—1983).

(2537) Gilmore — Jaunzēlandes astronomi

Alans un Pamela Gilmori, aktīvi mazo planētu un komētu novērotāji.

(2538) Vanderlinden — beļģu astronoms, Ģentes universitātes profesors Anri Vanderlindens (1892—1983).

(2626) Belnika — padomju astronoms Nikolajs Beļajevs, PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks, komētu dinamikas un to orbītu evolūcijas pētnieks.

(2627) Churyumov — padomju astronoms Kļīms Čurjumovs, Kijevas universitātes astronomijas observatorijas līdzstrādnieks, komētu fizikālo īpašību pētnieks, viens no Čurjumova—Gerasimenko komētas atklājējiem (1969).

(2637) Bobrovnikoff — amerikāņu astronoms Nikolajs Bobrovņikovs, Pērkīnsa observatorijas direktors (1934—1951), komētu un mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(2638) Gadolin — somu zinātnieks Jakobs Gadolins (1719—1802), Abo (Turku) akadēmijas pirmais astronoms, un Johans Gadolins (1760—1852) — pirmais somu ķīmiķis.

(2639) Planman — somu astronoms un fizikā Anderss Planmans (1724—1803); piedalījies starptautiskā programmā astronomiskās vienības garuma noteikšanā.

(2646) Abetti — itāļu astronoms Antonio Abeti (1846—1928) un viņa dēls Džordžio Abeti (1882—1982), abi bijuši Azjago Astrofizikas observatorijas direktori, pētījuši mazās planētas, Saules fiziku un astronomijas vēsturi.

(2664) Everhart — amerikāņu astronoms Edgars Everharts, Denveras universitātes observatorijas direktors, komētu orbītu un to statistiskā sadalījuma pētnieks, arī jaunu astronomijas mērinstrumentu konstruktors.

(2705) Wu — ASV Ģeoloģijas dienesta fotogrammetrists Šērmens Vu, sastādījis un publicējis precīzas Mēness un Marsa apgabalu topogrāfiskās kartes.

(2725) David Bender — amerikāņu zinātnieks Dāvids Benders, viens no kosmiskās telpas automātisko lidaparātu trajektoriju aprēķinātājiem.

(2732) Witt — vācu astronoms Gustavs Vīts (1866—1946), interesantās mazās planētas (433) Eros atklājējs.

(2803) Vilho, (2804) Yrjö un (2805) Kalle nosauktas par godu trim somu zinātniekiem — brāļiem Vilho (1889—1969), Irjem (1891—1971) un Kallem (1893—1968) Veiselem. Vilho bija ģeofizikis un meteorologs, Kalle — matemātiķis, bet Irje — astronoms un ģeodēzists, Turku universitātes profesors un Astronomijas un optikas institūta dibinātājs un direktors. Konstruējis oriģinālus astronomijas instrumentus, kurus izmantojis sistemātiskiem mazo planētu novērojumiem, kā arī pasaulē pirmajiem kosmiskās ģeodēzijas mēģinājumiem.

(2812) Scaltriti — itāliešu astronoms Franko Skaltriti, mazo planētu un maiņzvaigžņu pētnieks.

(2813) Zappalà — itāliešu astronoms Vinčenco Capala, kas kopīgi ar Skaltriti pēti mazo planētu rotāciju un citas to īpašības.

(2836) Sobolev — padomju astrofizikis, akadēmiķis Viktors Sobolevs, Ļeningradas universitātes profesors, sarakstījis fundamentālus darbus par Saules un zvaigžņu radiāciju un zvaigžņu spektriem.

(2849) — Šklovskij — padomju astrofizikis Josifs Šklovskis, PSRS ZA korespondētājloceklis, Maskavas universitātes profesors un PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta daļas vadītājs, zvaigžņu fizikas un evolūcijas, Saules vainaga un citu objektu pētnieks. Pazīstams arī kā lielskops astronomijas popularizētājs.

(2863) Ben Mayer — amerikāņu astronomijas amatieris Bens Meiers, kas ievirzījis īpašu programmu speciāli novu meklēšanai.

(2864) Soderblom — amerikāņu ģeologs, ASV Ģeoloģijas dienestā nodarbojas ar citu planētu ģeoloģijas pētniecību, piedalījies «Viking» un «Voyager» datu apstrādē un interpretācijā.

(2891) McGetchin — amerikāņu ģeologs Tomass Makgetčins (1936—1979), Hjūstonas Mēness un planētu institūta direktors (1977—1979), planētu vulkānisma un tektonisko pārādību pētnieks.

(2897) Ole Romer — dāņu astronoms Ole Rēmers (1644—1710), pasāžinstrumenta izgudrotājs un konstruktors. Astronomisku novērojumu rezultātā atklājis, ka gaismai ir galīgs ātrums, un to pietiekami precīzi arī aprēķinājis.

(2925) Beatty — amerikāņu astronoms J. Kelli Bitijs, viens no populārzinātniskā astronomijas žurnāla «Sky and Telescope» redaktoriem.

(2929) Harris — amerikāņu astronoms Alans Hariss, Saules sistēmas ķermeņu fizikālo īpašību un kosmogonijas pētnieks.

(2937) Gibbs — amerikāņu matemātiķis un fizikis Džosijs Vilards Gibss (1839—1903), aktīvi darbojies arī astronomijā — orbitu teorijā un konkrētu mazo planētu orbitu aprēķinos.

M. Dīriķis, I. Zlakomanova

Mazo planētu atklāšanas likumsakarība

Mazo planētu pētījumos sevišķi interesants notikums ir jaunas planētas atklāšana. Tagad ir reģistrēti jau vairāki tūkstoši mazo planētu, tā ka pats atklāšanas process var kļūt par sabiedriski vēsturiskas izpētes objektu. Analizējot statistikas datus par reģistrētajiem mazo planētu atklājumiem, redzams, ka šis process pakļaujas eksponenciālajam augšanas likumam.

Astoņpadsmitā gadsimta beigās tika izvirzīta hipotēze, ka starp Marsu un Jupiteru atrodas kāda vēl nezināma planēta. Gotas kongresā 1796. gadā noorganizēja speciālu 24 astronomu grupu tās atrašanai. Taču jauno planētu neatklāja neviens no šiem astronomiem.

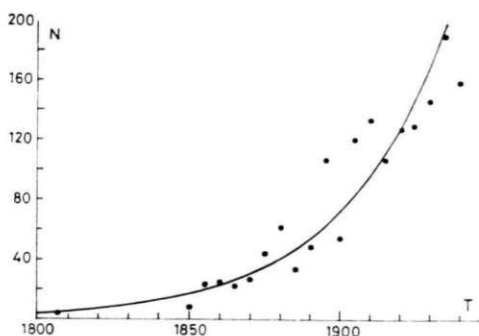
Palermo observatorijas direktors Dž. Pjaci 1801. gada 1. janvārī novēroja 7. lieluma spīdekli, kuram piemita liela īpatnējā kustība attiecībā pret zvaigznēm. Šis atklājums izvirzīja jaunu uzdevumu debess mehānikā — noteikt debess ķermeņa orbitas elementus pēc neliela novērojumu skaita. To paveica K. Gauss. Balstoties uz viņa aprēķiniem, pēc gada jaunā planēta tika atkal atrasta. Tā Saules sistēmas modeli parādījās jauns objekts — asteroidis jeb mazā planēta. Pjaci deva tai nosaukumu «Cererā». Ceras atklāšana rosināja interesi par jaunu asteroidu meklējumiem, un tie vainagojās ar panākumiem. Īsā laikā tika atklātas vēl trīs planētas ar līdzīgām orbitas lielajām

pusasīm (2,7 a. v.) — Pallāda, Junona un Vesta. Precīzu orbītas elementu noteikšana mazajām planētām bija aktuāla problēma ilgu laiku, jo par daudziem asteroidiem izdevušos novērojumu skaits bija vēl mazāks nekā minētajām planētām un daudzi atklātie asteroīdi tika «prazaudēti» un tad atklāti atkal no jauna. Tomēr, par spīti visām grūtībām, atklāto mazo planētu skaits strauji auga.

Tabulā, izmantojot grāmatu «Малые планеты» (Под ред. Н. С. Самойловой-Яхонтовой. М., Наука, 1973) un regulārās publikācijas «Эфемериды малых планет» (Л., Наука, 1962—1984), apkopoti dati par reģistrēto mazo planētu skaitu ik pa pieciem gadiem. Ir vērts pievērst uzmanību pēdējām piecām tabulas rindām. Bez īpašas rēķināšanas redzams, ka

Reģistrēto mazo planētu atklājumu skaita sadalījums pa gadiem

Gadi	Reģistrēto atklājumu skaits
1801—1807	4
1845—1850	9
1851—1855	24
1856—1860	25
1861—1865	23
1866—1870	27
1871—1875	45
1876—1880	62
1881—1885	74
1886—1890	49
1891—1895	107
1896—1900	54
1901—1905	121
1906—1910	134
1911—1915	107
1916—1920	127
1921—1925	129
1926—1930	147
1931—1935	190
1936—1940	159
1941—1945	17
1946—1950	34
1951—1955	21
1956—1960	1
1961—1965	35
1966—1970	94
1971—1975	161
1976—1980	357
1981—1983	485



1. att. Mazo planētu atklāšanas eksponenciālā likumsakarība (nepārtrauktā likne) un reģistrēto mazo planētu atklājumu skaits N ik piecos gados (punkti) pēc 1. tabulas datiem laikā no 1801. gada līdz 1940. gadam.

laikā no 1960. gada līdz 1980. gadam atklājumu skaits katros piecos gados aptuveni dubultojas. Šāda īpašība — funkcijas vērtības divkāršošanās vienādos laika intervālos — piemīt t. s. eksponentfunkcijai. Minēto piecu rindu datus labi apraksta formula:

$$N = \exp [0,1439(T - 1900) - 5,689].$$

Pēc šīs formulas, mazo planētu atklājumu skaits divkāršojas ik pēc 4,8 gadiem. Ievietojot T vietā 1965, 1970, 1975 un 1980, iegūstam šādu atklājumu skaitu ik piecos gados: 39, 80, 164 un 337, kas visumā labi saskan ar reģistrēto atklājumu skaitu (sk. tabulu). Ar šo formulu var prognozēt atklājumu skaitu periodam no 1981. gada līdz 1985. gadam: $N(T=1985) = 694$.

Atklājumu skaits periodā no 1801. gada līdz 1940. gadam arī audzis strauji. Apstrādājot tabulas datus pēc t. s. mazāko kvadrātu metodes, pārliecināties par eksponenciālā likuma izpildīšanos arī šajā laika intervālā, protams, ar citiem koeficientiem:

$$N = \exp [0,0294(T - 1800) - 51,5947].$$

Saskaņā ar šo formulu, laikā no 1801. gada līdz 1940. gadam reģistrēto atklājumu skaits dubultojies ik 24 gados. Attēls rāda, ka eksponenciālais augšanas likums labi iekļaujas eksperimentālo punktu kopā.

Tabulā, starp citu, redzams neparasts atklājumu skaita kritums no 1956. gada līdz 1960. gadam, tas ir, kosmiskās ēras sākumā. To varētu izskaidrot ar masveida interešu pārorientēšanos uz Zemes mākslīgo pavadoņu novērojumiem. Taču turpmākajos gados kosmiskās telpas apguve tieši pastiprina interesi par mazajām planētām. Un pašreiz mazo planētu pētījumos iestājies jauns periods, jo to izpētē iesaista Zemes mākslīgos pavadoņus. Tā, piemēram, izmantojot pavadoņi IRAS, nupat noteikts asteroidu skaits — 15—20 tūkstoši.

T. Romanovskis, A. Raudis

Beidzot atklāts pulsārs citā galaktikā

Līdz šim atklātie pulsāri atradās Galaktikas robežās. Austrāliešu pētnieki Dž. Eibls, A. Hants, P. Hamiltons un P. Makalohs ar Pārksas 64 m diametra radioteleskopu atklājuši pulsāru Lielajā Magelāna Mākonī. Šo pulsāru, kura vispārpieņemtais apzīmējums tagad ir PSR 0529—66, atklāja jau 1981. gada maijā, taču vēl palika šaubas, vai tas tiešām atrodas ārpus Galaktikas, bija vēl precīzi jāizmēra tā koordinā-

tas. 1982. gada sākumā, turpinot pulsāra pētījumus, izdevās precizēt tā koordinātas un iegūt pārliecinošus pierādījumus tam, ka pulsārs tiešām atrodas Lielajā Magelāna Mākonī. Mērot pulsāra raidīto impulsu uztveršanas momentu savstarpējo nobīdi dažādos radioviļņu garumos, var noteikt elektronu blīvumu uz pulsāra — radioteleskopa attāluma vienību, kas, savukārt, ļauj novērtēt pulsāra attālumu. Tas atbilda līdzšinējiem Lielā Magelāna Mākoņa atstatuma vērtējumiem. PSR 0529—66, izrādās, ir samērā lēni rotējoša neitronu zvaigzne — tās rotācijas periods ir $0,9571407 \pm 0,0000003$ sekundes.

Agrāk veiktie Lielā Magelāna Mākoņa pētījumi rentgenstaros rādīja, ka tur ir daudz pārnovu palieku, kas var būt neitronu zvaigznes, tātad iespējami pulsāri. Austrāliešu pētnieki, kas paguvuši izpētīt apmēram ceturto daļu Lielā Magelāna Mākoņa, domā, ka vēl daži tajā konstatētie vājie radioavoti varētu piederēt pie pulsāru klases.

Ārpus Galaktikas atklāto pulsāru skaits, cerams, drīz ātri pieaugs. Šādi pulsāri sola jaunas iespējas starpgalaktiku vides pētīšanai.

G. Ozoliņš

RAIBUMI ★ RAIBUMI ★ RAIBUMI ★ RAIBUMI ★ RAIBUMI

CIK MAKSĀ VISLIELĀKAIS PAŠLAIK ZINĀMAIS PIRMSKAITLIS?

★★ Pirmskaitļi, t. i., skaitļi, kas nedalās ne ar vienu citu skaitli kā tikai paši ar sevi un vieninieku, pārējo skaitļu vidū ieņem īpašu vietu. To īpašības, sevišķi pirmskaitļu sadalījumu, pēta vesela skaitļu teorijas nozare. Jaunu pirmskaitļu meklēšana un atklāšana ir ļoti sarežģīts un darbietilpīgs process, tādēļ pēdējā laikā to veic ar elektroniskajām skaitļošanas mašīnām (ESM).

Nesen ar vienu no pašlaik pasaulē ātrdarbīgākajiem ESM modeļiem ir aprēķināts pagaidām vislielākais pirmskaitlis N . Tas, kā izrādījies, ir $N = 2^{132} \cdot 49 - 1$. Var noteikt, ka to veido 39 751 cipars. ESM, ar kuru ir aprēķināts šis pirmskaitlis, sastāv no diviem procesoriem, kuri katrs izpilda 200 miljonus operāciju sekundē. Mašīna šo skaitli atradusi 3900 sekundēs. Tā kā viena stunda šādas ESM mašīnlaika maksā 7500 dolāru, nav grūti aprēķināt, ka vislielākais pirmskaitlis jeb, pareizāk, tā aprēķināšana ir izmaksājusi 8125 dolārus.



TURPINĀS TREŠĀ EKSPEDĪCIJA «SALŪTĀ-7»

Kā jau ziņojām, «Salūta-7» trešā pamatapkalpe — padomju kosmonauti Leonīds Kizims, Vladimirs Solovjovs un Oļegs Atjkovs — ieradās orbitālajā stacijā 1984. gada 9. februārī. No 4. līdz 11. aprīlim tur strādāja arī padomju un indiešu viesapkalpe*. Tā atgriezās uz Zemi kosmosa kuģī «Sojuz T-10», atstājot «Sojuz T-11», ar kuru bija ieradusies orbītā, pie stacijas agregātu nodalījuma sakabināšanās mezgla. Lai to atbrīvotu turpmākām kravas piegādes operācijām, 16. aprīlī kosmonauti pārvietoja kuģi uz stacijas pārejas nodalījuma sakabināšanās mezglu. Nākamajā dienā ar kompleksu sakabinājās kārtējais automātiskais kravas transportkuģis «Progress-20», kas bija startējis 15. aprīlī.

Lai nodrošinātu orbitālās stacijas sistēmu funkcionēšanu un zinātnisko eksperimentu izpildi, turpmākajā ekspedīcijas programmā bija ietverti plaši montāžas un remonta darbi atklātā kosmosā. Apkalpes komandieris Leonīds Kizims un bortinženieris Vladimirs Solovjovs piecas reizes (23., 26. un 29. aprīlī un 4. un 19. maijā) izgāja ārpus orbitālā kompleksa, kopumā uzturoties atklātā kosmosā 17 stundas 50 minūtes. Kosmonauts pētnieks Oļegs Atjkovs šai laikā palika stacijas telpās un sekoja savu kolēģu darbam un pašsajūtai, kontrolēja «Salūta-7» bort-sistēmu darbību.

Pirmajā etapā, kas ilga vairāk nekā četras stundas, kosmonauti sagatavoja darba laukumu uz stacijas agregātu nodalījuma. Viņi uzstādīja trapu, kas atvieglo nokļūšanu no izejas lūkas līdz agregātu nodalījumam (šai nolūkā jāveic ceļš praktiski visā stacijas garumā), un savie-

noja to ar kāpnītēm, kuras pirms tam bija izbīdītas no transportkuģa «Progress-20».

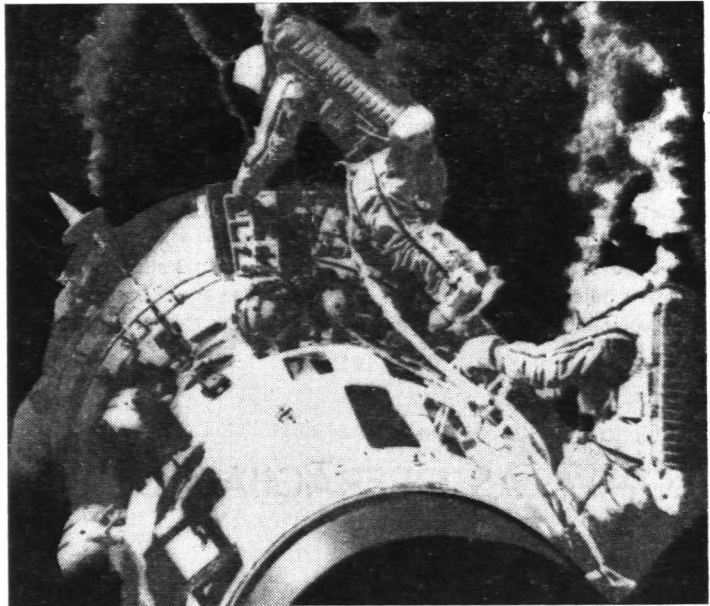
Pēc trim dienām abi kosmonauti ar speciāliem instrumentiem pārgrieza agregātu nodalījuma aizsargekrānu tā, lai tiktu atsegta vieta, kur atrodas stacijas apvienotās dzinējiekārtas degvielas maģistrāļu kontrolatveres, un nomainīja vār-



1. att. Kosmosa kuģa «Sojuz T-12» bortinženiere PSRS lidotāja kosmonaute Svetlana Savicka — pirmā sieviete, kas lidojusi kosmosā divas reizes un kas izgājusi atklātā kosmosā. (TASS fotohronika.)

* Sk. «Zvaigžņotā debess, 1984. gada rudens», 36.—38. lpp.

2. att. Kosmonauti V. Džanibekovs un S. Savicka kosmonautu sagatavošanas centra hidrobaiseinā trenējas darbam atklātā kosmosā. (TASS fotohronika.)



stuli atvienotajā rezerves maģistrāles daļā. Pēc tam ar komandām no Zemes tika pārbaudīts maģistrāles hermētiskums. Šoreiz atklātā kosmosā bija pavadītas piecas stundas.

Trešo reizi strādājot ārpus stacijas, tika samontēta papildu degvielas maģistrāle un pārbaudīts tās hermētiskums. Pēc tam darba laukumam uzlika pagaidu siltumaizsardzības pārklājumu. Šīs operācijas ilga trīsarpus stundas.

Ceturtajā reizē 2 stundās 45 minūtēs kosmonauti noņēma iepriekš uzlikto siltumaizsardzības pārklājumu, samontēja un pārbaudīja otru papildu maģistrāli un atkal atlika pārklājumu vietā.

Piekto reizi izgājuši atklātā kosmosā, kosmonauti stacijas otrajam Saules bateriju panelim piemontēja divas 4,6 m² lielas papildsekcijas. Pirmajam no trim paneliem to bija izdarījuši jau otrā pamatapkalpe, taču šoreiz abu papildu sekciju montāža prasīja tikai 3 stundas 5 minūtes, turpretī iepriekšējo reizi — gandrīz 6 stundas, turklāt atklātā kosmosā tad bija jāiziet divas reizes.

Orbitālajā stacijā tika veiktas arī daudzas transporta operācijas — divu mēnešu laikā pieņemti un izkrauti trīs automātiskie transportkuģi. Pirmais no tiem, «Progress-20», lidoja kom-

pleksa sastāvā līdz 6. maijam; tas pārstāja eksistēt nākamajā dienā, iegājis atmosfēras blīvajos slāņos (ar «Progressa-20» dzinējiekārtu veikta viena kompleksa orbītas korekcija). Nākamais transportkuģis, «Progress-21», startēja, sakabinājās ar staciju, atvienojās no tās un pārstāja eksistēt attiecīgi 8., 10., 26. un 27. maijā. «Progress-22» sāka lidojumu, pieslēdzās stacijai, atdalījās no tās un iegāja atmosfēras blīvajos slāņos attiecīgi 28. un 30. maijā, 15. un 16. jūlijā. Ar «Progressa-21» dzinējiekārtu tika veiktas divas, ar «Progressa-22» dzinējiekārtu — trīs orbitālā kompleksa orbītas korekcijas.

1984. gada 17. jūlijā uz «Salūtu-7» devās kosmosa kuģis «Sojuz T-12», kura apkalpē ietilpa kuģa komandieris Vladimirs Džanibekovs (viņam tas bija jau ceturtais lidojums kosmosā), bortinženiere Svetlana Savicka, kura pirmoreiz pabija «Salūta-7» 1982. gadā kā viesapkalpes locekle, un kosmonauts pētnieks Igors Volks. 18. jūlijā «Sojuz T-12» sakabinājās ar orbitālo kompleksu un viesapkalpe pārgāja orbitālās stacijas telpās.

1984. gada 25. jūlijā Svetlana Savicka un Vladimirs Džanibekovs izgāja atklātā kosmosā, lai izmēģinātu jaunu universālu manuālu instru-

mentu, kas domāts sarežģītu tehnoloģisko operāciju veikšanai kosmiskās telpas apstākļos. Atvēruši lūku un izgājuši no stacijas, viņi uzstādīja pārejas nodalījuma ārpusē portatīvu elektronstaru ierīci, tās vadības pultī, strāvas pārveidotāju un planšetes ar metālu paraugiem. Izņemot šo instrumentu, Svetlana Šavicka grieza, metināja un lodēja metāla plāksnes, kā arī uzsmidzināja tām pārklājumus. Vladimirs Džanibekovs uzņēma šīs operācijas filmā un ar portatīvu telekameru pārraidīja uz Zemi. Pēc tam kosmonauti apmainījās lomām un tehnoloģisko operāciju ciklu ar citiem paraugiem veica viesapkalpes komandieris. Kad darbi bija pabeigti, ierīces un apstrādātie paraugi tika nogādāti atpakaļ pārejas nodalījumā.

Noslēgumā kosmonauti arī demontēja un ienesa stacijas telpās paneļus ar dažādiem konstrukcijmateriāliem, kuri ilgu laiku atradušies kosmosa apstākļos. Iziešana atklātā kosmosā, kurā pirmo reizi piedalījās sievietē, kopumā ilga 3 stundas 35 minūtes.

(Pēc TASS ziņojumiem)

MONTĀŽAS OPERĀCIJA KOSMOSĀ

Esam jau pieraduši redzēt kosmiskos aparātus, kurus rotā Saules bateriju paneļu «spārni», — šāds elektroģenerators iekarojis nozīmīgu vietu gan orbitās ap Zemi, gan tālajās Visuma tāsēs. Un tas ir likumsakarīgi — Saule izstaro milzīgu daudzumu enerģijas, un kosmosā, kur nav ne putekļu piesārņota gaisa, ne mākoņu, tā ir viegli pieejama.

Ir divas iespējas, kā padarīt jaudīgākas mūsdienās lietojamās Saules baterijas: vai nu paugstināt tajās izmantojamo fotoelementu lietderības koeficientu, vai arī palielināt to laukumu. Fotoelementu lietderības koeficienta paugstināšana risināma tikai uz Zemes, turpretī paplašināt Saules bateriju platību spēj arī orbitālā mājokļa iemītnieki.

Kosmonautikas praksē pirmo reizi šādu operāciju īstenoja Vladimirs Čahovs un Aleksandrs Aleksandrovš 1983. gada novembrī. Vienam no trijiem orbitālās stacijas «Salūts-7» Saules bateriju paneļiem viņi piemontēja vēl divus papildu paneļus (1. att.), kas ļāva palielināt bateriju jaudu vairāk nekā uz pusi. Šis unikālās operācijas veiksmīgā iznākuma pamatā bija ideja aprīkot galveno Saules bateriju paneli ar atvāzamu kronšteinu, uz kura būtu uzstādīta vinča. Tieši šiem elementiem vajadzēja kalpot par pamatni, kur nostiprināt konteinerus ar papildu paneļiem un nodrošināt to izvēršanu.

Papildu paneļus uz orbitālo staciju «Salūts-7» nogādāja kravas transportkuģis-pavadonis «Kosmos-1443». Tos uzstādīja divos etapos, apkalpei divas reizes pa nepilnām trim stundām strādājot atklātā kosmosā.*

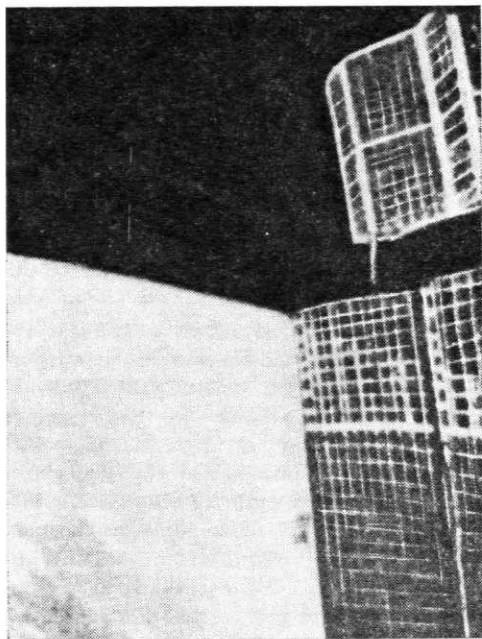
Pirmais stacijas iekštelpas atstāja bortinženieris A. Aleksandrovš. Viņš ievietoja kājas speciālos fiksatoros, paņēma apkalpes komandiera V. Čahova pasniegto pārnēsājamo telekameru un nostiprināja uz izbīdāma kronšteina tā, lai objekts būtu pavērsts pret Saules bateriju paneli. Pēc tam, paņēmis no komandiera konteineru ar papildu paneli un montāžai nepieciešamos instrumentus, viņš ar īpašu saiti tos piesēja stacijas ārpusē. Tad, turēdamies pie korpusa āršienai piestiprinātajiem rokturiem, nogāja gandrīz sešus metrus un apstājās pie montāžas vietas.

Čahovs izlīda caur lūku, pārnesa uz montāžas vietu un tur nostiprināja konteineru un instrumentus, pēc tam ar izbīdāma sienīša palīdzību stingri nofiksēja galveno Saules bateriju paneli tā, lai tas nevarētu griezties vai šūpoties. Tīkmēr bortinženieris sagatavoja darba vietu iecerētā eksperimenta veikšanai — atvāza kāju fiksatorus un ārējo rokturi. Tagad varēja

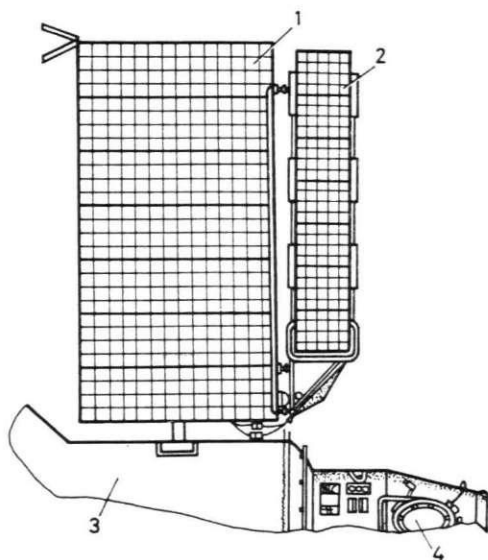
* Maksimālais laiks, ko kosmonauti var bez pārtraukuma pavadīt ārpus hermetizētām telpām «Salūta-7» atklātā kosmosa skafandros, ir piecas stundas. («Zemļa i Vselennaja», 1982, № 6).

ķerties pie paša galvenā uzdevuma — papildu baterijas montēšanas.

Aleksandrov atvāza uz galvenā paneļa nostiprināto kronšteinu ar vinču, kas ļauj «uzvilkt» papildu paneli līdzīgi burai kuģa mastā, tad abi ar ņahovu paņēma konteineru un ar diviem fiksejošiem stieņiem piestiprināja pie galvenā paneļa sānu šķautnes. Pēc tam ņahovs saslēdza elektrisko kabeļu spraudņus un, paveicis vēl dažas palīgoperācijas, savienoja galvenā paneļa troses uzgali ar stieni uz papildu paneļa. Bortinženieris noņēma konteineru no papildu paneļa un nodeva komandierim nostiprināšanai uz stacijas pārejas nodalījuma ār sienas. Pagriezis papildu paneli par 90 grādiem, viņš, lēni griežot vinčas rokturi, sāka to izvērst blakus galvenajam panelim. Tikko fiksejošais stienis sasniedza galvenā paneļa uztvērējcaurumu, atvērās kontrolkarodziņš, signalizējot, ka papildu Saules bateriju panelis ir uzstādīts (2. att.).



1. att. Orbitālās stacijas «Salūts-7» vidējais Saules bateriju panelis ar papildu paneli pie sānu šķautnes. (Pēc «Zemļa i Vseļennaja».)



2. att. Orbitālās stacijas «Salūts-7» vidējais Saules bateriju panelis (1), kosmonautu piemontētais papildu panelis (2) un citi ar montāžas operāciju saistītie konstrukcijas elementi — stacijas korpuss (3) un lūka iziešanai atklātā kosmosā (4). (Pēc «Aviacija i kosmonavtika».)

Montāžas operācijas nobeigumā kosmonauti piestiprināja aizsargekrānu pret «saules zaķiņiem» un atbrīvoja paneli, lai tas var atgriezties darba stāvoklī. Tad viņi savāca atbrīvojušos konteineru un atgriezās stacijas telpās.

Līdzīgu operāciju veica Leonīds Kizims un Vladimirs Solovjovs 1984. gada maijā. Viņi piemontēja divus papildu paneļus otram «Salūta-7» Saules bateriju panelim. Balstoties uz pirmajā montāžas operācijā gūto pieredzi, kosmonauti visu izdarīja vienā paņēmienā, turklāt tas ilga tikai mazliet vairāk par trim stundām. Kad komandieris un bortinženieris bija uzstādījuši un izvērsuši pirmo papildu paneli, stacijas iekšienē palikušais kosmonauts pētnieks Oļegs Atjkovs pagriezta paplašināmo paneli par 180 grādiem. Operāciju beidzot, V. Solovjovs vienu no iztukšotajiem konteineriem aizsvieda kosmosā, lai tas lieki neaizņemtu vietu orbitālajā stacijā.

Papildu paneļus otrajai baterijai uz «Salūtu-7» nepilnas desmit dienas pirms montāžas operācijas bija atvedis kravas transportkuģis «Pro-

gress-21». Tajos izmantoti cita veida fotoelementi — no gallija arsenīda, kuram lietderības koeficients ir apmēram pusotras reizes augstāks nekā parasti lietotajam silīcijam.

Veiksmīgie montāžas darbi stacijas ārpusē lie-

cina, ka cilvēks var būtiski ietekmēt jau darbojošos orbitālo kompleksu konstrukciju, paplašinot to ekspluatācijas iespējas.

(Pēc padomju preses materiāliem)

PAVADONI REMONTĒ ORBĪTĀ

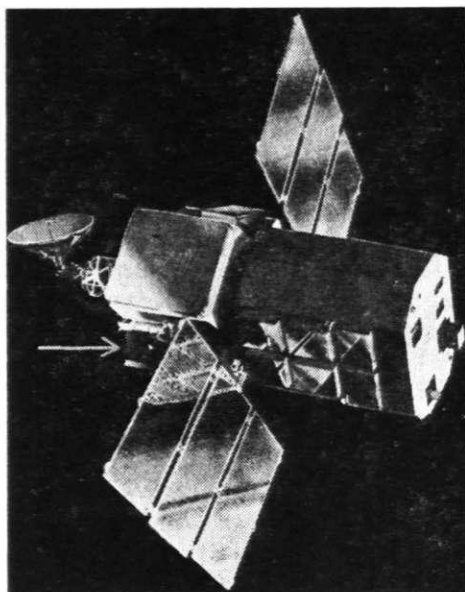
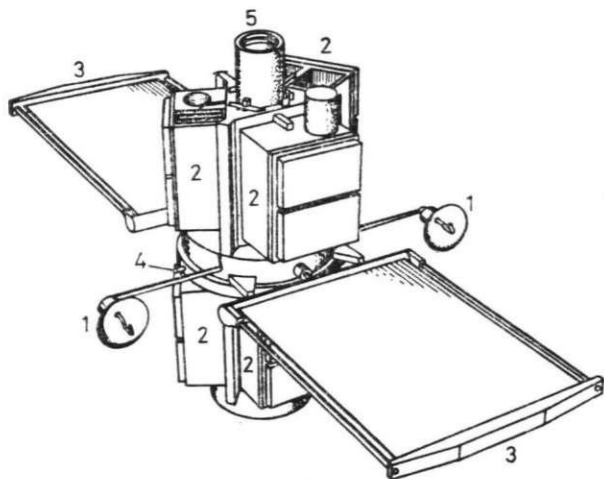
Pirms vairāk nekā desmit gadiem kritiskā avārijas situācijā nonāca pirmā un pagaidām vienīgā ASV orbitālā stacija «Skylab». Konstruktīvas nepilnības dēļ tai starta posmā bija norauts no korpusa atvirzāms plāns alumīnija ekrāns aizsardzībai pret Saules stariem un varbūtējiem meteorītu trāpījumiem. Tā paliekas, slīdot gar stacijas korpusu, nogriezta vienu no diviem galvenajiem Saules bateriju paneliem, bet otru nosprostoja tā, ka tas orbītā nevarēja atvērties. Milzīgais, 77 t smagais kosmiskais aparāts zaudēja vairāk nekā pusi savu elektroenerģijas resursu un stipras sakaršanas dēļ kļuva praktiski neapdzīvojams.

Avāriju cietušo orbitālo staciju izglāba kosmonauti, veicot plašus remontdarbus gan stacijas iekšienē, gan atklātā kosmosā, kur viņi dažkārt uzturējās praktiski pilnu darba dienu — septiņas stundas. Pirmās apkalpes locekļi atbrīvoja iestrēgušo Saules bateriju paneli un uzstādīja pagaidu siltumaizsardzības ekrānu, otrā apkalpe to nomainīja ar krietni efektīvāku pastāvīgu ekrānu. Trešā apkalpe uzpildīja ar siltumnesēju orbitālās stacijas termoregulēšanas sistēmu, saremontēja Zemes dabas resursu izpētes radiolokatora antenas piedziņas mehānismu utt.¹

¹ Turpmākajos gados padomju kosmonauti, tieši orbītā remontējot orbitālo staciju «Salūts» agregātus un instrumentus un pat piemontējot jaunus elementus, ne vienu reizi vien apliecināja cilvēka spēju šādā veidā paildzināt kosmisko aparātu darbību un paplašināt to ekspluatācijas iespējas. (Sk., piemēram, citus nodaļas «Kosmosa apgūšana» materiālus «Zvaigžņotās debess» šajā numurā.)

Tā kā ASV jau tolaik bija nosprausts kurss uz parasto nesējraķešu aizstāšanu ar pilotējamām kosmoplāniem praktiski visās orbitālās transporta jomās, bija loģiski parūpēties, lai cilvēka remontdarbības sfērā nonāktu arī automātiskie Zemes pavadoņi. Patiesi, statistika liecināja, ka 45% priekšlaicīgi no ierindas izgājušo amerikāņu pavadoņu būtu bijis iespējams glābt, veicot vienkāršāko tehnisko apkopi orbītā. Tādēļ ASV Nacionālā aeronautikas un kosmonautikas pārvalde (NASA) kā papildinājumu daudzkārt lietojamajam kosmoplānam «Space Shuttle» izstrādāja unificētu pavadoņi MMS (Modular Multimission Spacecraft), kuru varētu remontēt tieši orbītā vai arī atgādāt atpakaļ uz Zemi. Šāda tipa pavadoņis tiek veidots no atklātā kosmosā nomaināmiem orientācijas un stabilizācijas, datu vākšanas, sakaru un energoapgādes blokiem un satveres ietaises, pievienojot tiem konkrētajai misijai specifiskus konstrukcijas elementus, blokus un instrumentus (1. att., pa kreisi).

Pirmais MMS tipa pavadoņs — orbitālā observatorija SMM (Solar Maximum Mission, 1. att., pa labi) Saules izpētei kārtējā aktivitātes maksimuma periodā — tika palaists 1980. gada februārī ar parasto nesējraķeti «Delta», kura to ievadīja 565 km augstā mēreni slīpā orbītā. Automātiskā observatorija bija aprīkota ar septiņiem vismodernākās konstrukcijas instrumentiem šā spīdekļa novērošanai redzamajā gaismā (sk. krāsu lielikumu), ultravioletajos, rentgena un gamma staros, turklāt spēja patstāvīgi pārkārtot šā aparātūras kompleksa darbību atkarībā no situācijas uz Saules. Plānotais SMM darbmūžs bija divi gadi, taču lidobjuma desmitajā mēnesī sabojājās precīzās orien-



1. att. No unificētiem blokiem veidotie orbitā astronomiskiem novērojumiem domāts pavadoņš ar dubultu energoapgādes, orientācijas un stabilizācijas, datu vākšanas un sakaru bloku komplektu: 1 — antenas sakaru uzturēšanai ar retranslācijas pavadoņiem TDRS, 2 — orbitā nomaināmie tehnisko sistēmu bloki, 3 — Saules bateriju paneļi, 4 — satveres ietaise, 5 — zinātniskā aparātūra (teleskops). (Pēc «Spaceflight».) Pa labi — Saules izpētes pavadoņš SMM: zinātniskās aparātūras konteineru logi (gala skaldnē) pavērsti pret Sauli, sakaru antena notēmēta uz pavadoņa sistēmas bloku, kuru vajadzēja nomainīt pavadoņa remontoperācijas gaitā. (NASA zīmējums.)

remontējamie MMS tipa pavadoņi. *Pa kreisi* — (provizorisks angļu projekts) ar dubultu energoapgādes, orientācijas un stabilizācijas, datu vākšanas un sakaru bloku komplektu: 1 — antenas sakaru uzturēšanai ar retranslācijas pavadoņiem TDRS, 2 — orbitā nomaināmie tehnisko sistēmu bloki, 3 — Saules bateriju paneļi, 4 — satveres ietaise, 5 — zinātniskā aparātūra (teleskops). (Pēc «Spaceflight».) *Pa labi* — Saules izpētes pavadoņš SMM: zinātniskās aparātūras konteineru logi (gala skaldnē) pavērsti pret Sauli, sakaru antena notēmēta uz pavadoņa sistēmas bloku, kuru vajadzēja nomainīt pavadoņa

tācijas sistēma (izdega drošinātāji) un pavadoņš sāka orbītā haotiski kūleņot. Tiesa, izmantojot magnētiskās stabilizācijas sistēmu — spēcīgu elektromagnētu, kura radītais lauks noteiktā veidā mijiedarbojas ar Zemes magnētisko lauku, gan izdevās panākt, lai SMM rotētu tikai ap vienu asi un diezgan lēni — viens apgrieziena 6 minūtēs. Tomēr četri zinātniskie instrumenti, kuriem bija nepieciešama pastāvīga precīza orientācija uz Sauli, tā arī palika neizmantojami, bet no trim pārējiem informācija pienāca ar periodiskām pauzēm.

Otrais MMS tipa lidaparāts bija Zemes dabas resursu izpētes pavadoņš «Landsat-4», ko tādas pašas markas nesējraķete ievadīja 690 km augstā polārā (solārsinhronā) orbītā 1982. gada jūlijā. Tā galvenais instruments — jauna daudzjoslu (spektrazonālā) televīzijas sistēma, kas uz-

ņem Zemes virsmu vienlaikus septiņās spektra joslās ar 30 m izšķirtspēju, kamēr iepriekšējos trijos pavadoņos izmantotā sistēma (kā rezerves instruments tā gan tika uzstādīta arī ceturrtajā) darīja to tikai četrās joslās un ar 80 m izšķirtspēju. Lai iegūtos attēlus (sk. krāsu ielikumu) varētu pārraidīt uz Zemi, arī atrodoties ārpus uz- tverošo staciju radioredzamības zonas, turklāt darīt to ar tempu 100 miljoni bitu sekundē, bija paredzēta iespēja izmantot ģeostacionāros retranslācijas pavadoņus TDRS. Visbeidzot, jaunā parauga pavadoņš «Landsat» spēja patstāvīgi noteikt savu atrašanās vietu orbītā ar 15 m precizitāti, orientējoties pēc navigācijas pavadoņiem «Navstar».

Ekspluatācijas pirmā gada beigās «Landsat-4» energoapgādes sistēma piedzīvoja nopietnu kļūmi: viens pēc otra radās bojājumi divos no čet-

riem kabeljiem, kas savieno Saules baterijas ar sadales iekārtu; šis notikums izraisīja bažas, ka līdzīga nelaime varētu piemeklēt arī abus pārējos kabeljus. Lai gan pavadoņi joprojām palika daļēji darbspējīgi, 1984. gada martā — gandrīz pusotra gada pirms plānotā termiņa — tika palaists tā dublikāts «Landsat-5», t. i., trešais MMS tipa lidaparāts (pagaidām funkcionē bez nopietnām kļūmēm).

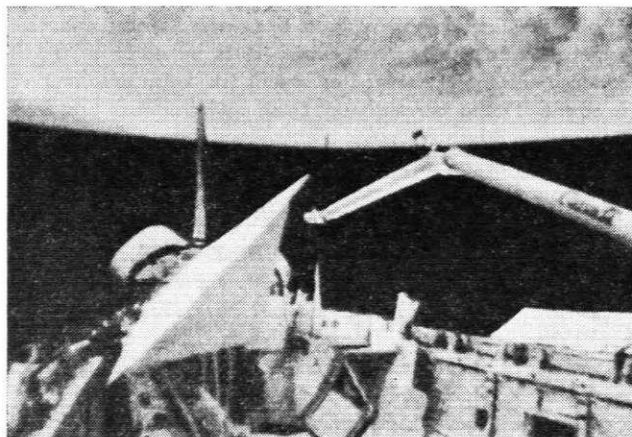
Tādējādi pavadoņu remontēšana orbītā patiesi kļuva par vienu no aktuālākajiem programmas «Space Shuttle» uzdevumiem, turklāt ātrāk, nekā vairums speciālistu bija paredzējuši.

Lai cietušos pavadoņus varētu satvert, iecelt kravas telpā un izcelt atpakaļ kosmosā (kā arī palaist brīvā lidojumā tikko no Zemes atvestos pavadoņus), Kanādā pēc vienošanās ar ASV tika izstrādāts no kabīnes vadāms manipulators — kosmoplāna «mehāniskā roka» (2. att.). Izstieptā veidā tas ir vairāk nekā 15 m garš un bezsvara stāvoklī spēj ar dažu centimetru precizitāti pārvietot objektus, kuru masa nepārsniedz 30 t, t. i., paša kosmoplāna celtspēju. Lai šādu kustības precizitāti varētu reāli izmantot pat maksimālajā attālumā no kabīnes, manipulatoram pierīkotas televīzijas kameras, kas raida attēlus uz kabīnē uzstādītiem monitoriem. Līdztekus tīri manuālai paredzēta arī pilnīgi automātiska vadība, ko izmanto, ja iepriekš precīzi zināms «rokas» sākumstāvoklis, galastāvoklis un visa kustību virkne; iespējama arī abu vadības režīmu kombinēšana. Manipulatoru uzstāda kravas telpas kreisajā pusē,

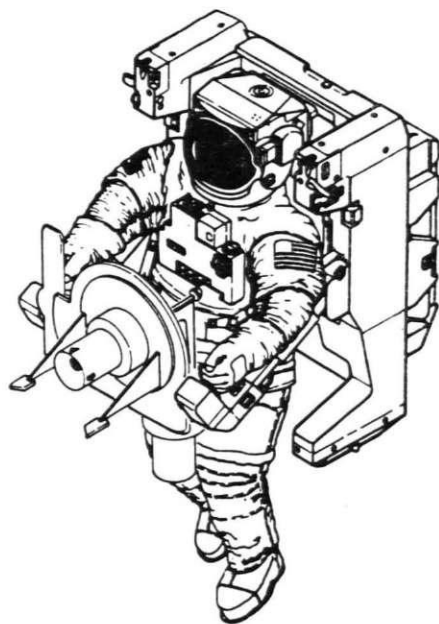
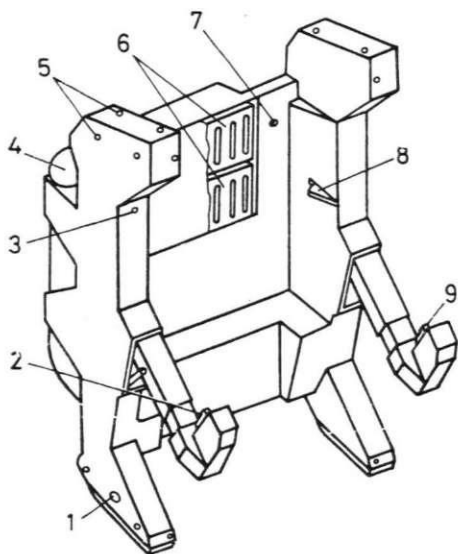
turklāt parasti tikai tad, ja tas vajadzīgs plānoto lidojuma uzdevumu izpildei.

«Mehāniskās rokas» kustīgumu un paklausīgumu operatoram provizoriski izvērtēja kosmoplāna «Columbia» otrā orbitālā izmēģinājuma gaitā 1981. gada novembrī, bet nākamajā lidojumā ar to jau cilāja dažādos virzienos aparātūras konteineru, kura masa bija 300 kilogramu. Pirmo pilnvērtīgo pārbaudījumu manipulators sekmīgi izturēja 1983. gada jūnijā kosmoplāna «Challenger» otrajā reisā, kad ar šo ierīci desmit stundu laikā tika četras reizes palaista brīvā lidojumā un atkal satverta VFR kosmiskā platforma SPAS-01, kuras masa ir 2 tonnas.

Lai remontētu pavadoņus, ko rotācijas vai citu iemeslu dēļ ar kosmoplāna manipulatoru tieši satvert nevar (kā arī lai veiktu plaša vēriena montāžas operācijas vai glābšanas pasākumus), tika izstrādāta iekārta pilnīgi patstāvīgai cilvēka darbībai atklātā kosmosā — būtībā miniatūrs individuāli lietojams kosmosa kuģis (3. att.). Tas aprīkots ar savām navigācijas, orientācijas, stabilizācijas un manevrēšanas sistēmām (žiroskopu bloku, elektronisko skaitļotāju, raķešdzinējiem, kas darbināmi ar saspiestu gāzi, kā arī strāvas avotiem u. tml.) un tiek piestiprināts pie atklātā kosmosa skafandra mugurkonteinerā. To vada ar diviem rokturiem (viens virzes, otrs griezes kustībai), kas novietoti roku atbalstu galos; uzdotā orientācija un, ja vajag, arī lidojuma ātrums un virziens automātiski saglabājas neatkarīgi no cilvēka fiziskās rīcības. Lietderīgai pārvietošanā



2. att. No «Space Shuttle» apkalpes kabīnes vadāmais kanādiešu manipulators virs kosmoplāna «Columbia» atvērtās kravas telpas pirmā izmēģinājumu seansa laikā 1981. gada novembrī. Skatoties no orbitālās lidmašīnas priekšgala astes virzienā, pa kreisi no manipulatora redzama Zemes izpētes radiolokatora SIR-A antena (balta siltumaizsardzības pārvalkā), aiz tās — lidmašīnas vertikālais stabilizators, vēl tālāk augšā — Zeme (Uzņēmums no televīzora ekrāna.)



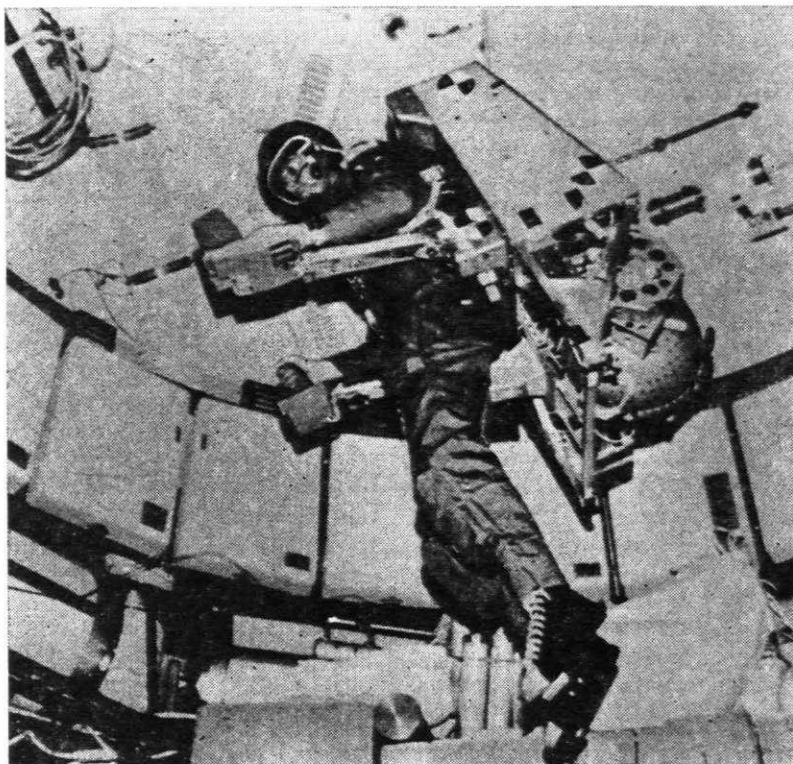
3. att. Pa kreisi — kosmonauta individuālā lidiekārta: 1 — gaismasbāka, 2 — orientācijas vadības rokturis, 3 — dzinējiekārtas uzpildes caurules uzgalis, 4 — saspīstās gāzes balons, 5 — ar gāzi darbināmie raķešdzinēji, 6 — akumulators, 7 — elektrospraudnis skafandra pieslēgšanai, 8 — skafandra mugurkonteīnera fiksators, 9 — pārvietošanās vadības rokturis. (Pēc «Техника космических полетов».) Pa labi — kosmonauts ar individuālo lidiekārtu, kurai piestiprināts sakabināšanās mezgls (priekšā) cieša mehāniska savienojuma panākšanai ar remontējamo MMS tipa pavadoni. (Zīmējums pēc NASA attēla.)

ātrums attiecībā pret kosmoplānu ir 1—2 km/h, no drošības viedokļa maksimāli pieļaujamā attālināšanās — nepilni 100 m, taču nepieciešamības gadījumā iespējams atgriezties arī no daudzreiz lielāka attāluma. Divas šādas individuālas lidiekārtas — MMU (Manned Manoeuvring Unit), ja vajadzīgs, novieto kosmoplāna kravas telpas priekšgalā blakus slūžu kameras izejai; turpretī atklātā kosmosa skafandri tiek vesti līdz jebkurā lidojumā.

Strādājot ārpusē bez lidiekārtas, «Space Shuttle» apkalpes locekļi piesaistās pie sava kuģa ar vieglām 15 m garām lentēm, kurām viens gals piestiprināts pašuztīņošanai spolei, bet otrs tiek piekabināts kādai no daudzajām skavām kosmoplāna kravas telpā. Pastāvīgā nostiepuma dēļ šāda lente (pretstatā agrākā parauga saitei) praktiski nevar sapīties, turklāt, tā kā ikkatra

skafandra komplektā to ir divas, ir iespējams, tās pamīšus pārkabinot, bez lieka riska sasniegt jebkuru vietu kosmoplāna 18 m garajā kravas telpā. Visbeidzot, ja lentes piekabina trošm, kas nostieptas gar telpas abām sānsienām, tad, stiprinājumam brīvi slīdot no viena gala uz otru, var pārvietoties visā tās garumā daudz ātrāk (lai veiktu sarežģītā darba operācijas, šāda slīdoša piesaiste, protams, nav pietiekami stabila, tādēļ vajadzīgas arī daudzās skavas).

Dažādu paveidu individuālās lidiekārtas («lidojošais krēsls», «reaktīvie zābaki») un to vadīšanas paņēmieni tika vispusīgi izvērtēti jau 1973. gadā orbitālās stacijas «Skylab» 30 m² plašajā un 6 m augstajā laboratorijas telpā (4. att.), tādējādi laikus atrodot šāda transportlīdzekļa optimālo risinājumu. Jaunā parauga autonomie atklātā kosmosa skafandri, kā arī dažādi instru-



4. att. Kosmonauts Džeks Lūsma orbitālās stacijas «Skylab» laboratorijas telpā izmēģina individuālās lidiekārtas MMU prototipu. (NASA attēls.)

menti pavadoņu remontēšanai orbītā tika izmēģināti «Challenger» pirmā lidojuma laikā 1983. gada aprīlī, lidiekārta MMU — tā paša kosmoplāna piektā lidojuma gaitā 1984. gada februārī. Brūss Makandless un Roberts Stjuarts, viens otru nomainot, vairākas stundas brīvi lidoja izplatījumā līdz maksimāli pieļaujamajam attālumam, bet vēlāk viens no viņiem nolaidās uz manipulatora galā uzstādītas platformas, kuru no kabīnes dažādos virzienos pārvietoja Ronalds Maknērs.

Tādējādi visas pavadoņa SMM remontēšanai nepieciešamās operācijas bija pamatvilcienos apgūtas, un 1984. gada 6. aprīlī šādā misijā devās kosmoplāns «Challenger» ar piecu cilvēku apkalpi, kuras komandieris bija šobrīd pieredzējušākais «Space Shuttle» pilots Roberts Kripens.

Saskaņā ar plānu, vienam kosmonautam vispirms vajadzēja aizlidot līdz SMM un, izmantojot individuālajai lidiekārtai piestiprinātu sakabināšanās mezglu (sk. 3. att.), cieši pieslēgties pavadoņa satveres ietaisei, lai ar lidiekārtas dzinējiem apturētu 2,3 t smagā kosmiskā aparāta kūleņošanu. Tad to pēc kosmonauta atdalīšanās varētu viegli satvert ar manipulatoru un iecelt kravas telpā, lai turpat uz vietas izremontētu vai sliktākajā gadījumā atvestu atpakaļ uz Zemi.

8. aprīlī Džordžs Nelsons bez kādām grūtībām sasniedza dažus desmitus metru attālo SMM (5. att.), taču nevienā no trim mēģinājumiem nevarēja ar to saslēgties: bija iesprūdis individuālā sakabināšanās mezgla fiksators. Tad viņš mēģināja nostabilizēt pavadoņi, ar rokām turoties pie viena no Saules bateriju paneliem, taču bez pa-

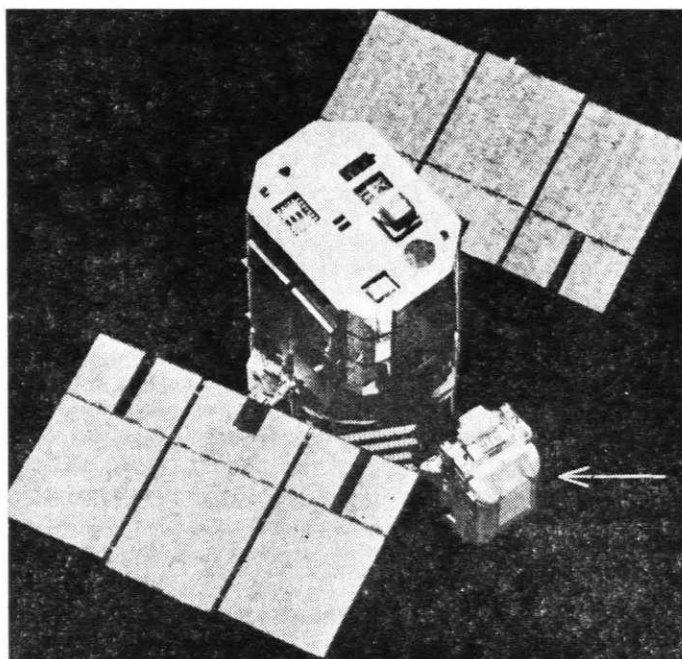
nākumiem, turklāt šādā veidā ātri iztērēja MMU degvielas rezerves un bija spiests atgriezties kosmoplānā. Vēl vairāk, ārējās iedarbības rezultātā SMM sāka kūleņot vēl ap abām pārējām asīm, tādēļ pilnīgi saprotams, ka neveiksmīgs bija arī mēģinājums satvert pavadoni ar manipulatoru.

Ar komandu no Zemes atkal tika ieslēgta SMM magnētiskās stabilizācijas sistēma, taču rotācijas bremsēšanas gaitā, kā par nelaimi, Saules baterijas izrādījās ilgāku laiku pavērstas pret šo spīdekli ar šķautni, un pavadoņa akumulatoros sāka strauji izsīkt elektroenerģijas krājumi. Situācija drīz kļuva kritiska, tomēr pēdējā brīdī bateriju apgaismojums spēji uzlabojās, un 9. aprīlī SMM jau rotēja vairs tikai ap vienu asi ar ātrumu viens apgrieziena 12 minūtēs, t. i., pat divas reizes lēnāk nekā iepriekš. Tādēļ 10. aprīlī, kad «Challenger», Roberta Kripena un Frānsisa Skobija pilotēts, bija pietuvojies SMM līdz nepilnu piecpadsmit metru attālumam, Terijs Hārts jau pirmajā mēģinājumā satvēra pavadoni ar manipulatoru un ievietoja to īpašā statnī.

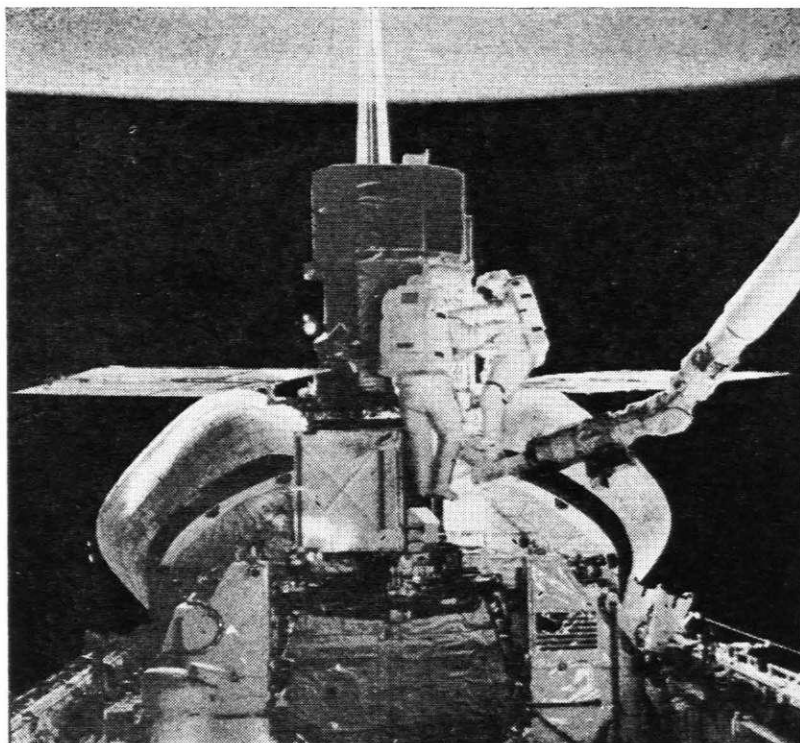
Dienu vēlāk divi apkalpes locekļi, kam vajadzēja pavadoni saremontēt, — Džeimss van Hof-

tens un Džordžs Nelsons — caur slūžu kameru izgāja atvērta kravas telpā. Tā kā vertikāli nostatītais SMM slējās 6 m virs telpas grīdas, viens no kosmonautiem strādāja, stāvēdams uz manipulatora platformas, bet otrs izmantoja dažādās statņa vietās ierīkotos darba laukumņus (6. att.). Atvienojuši elektrisko kabeļu spraudņus, van Hoftens un Nelsons atdalīja ceturtdaļtonnu smago precīzās orientācijas sistēmas konteineru un iemontēja tā vietā jaunu; tādējādi bija izpildīta remontdarbu minimālā programma. Tikpat veiksmīgi viņi tika galā ar maksimālo programmu — nomainīja elektronikas bloku pavadoņa koronogrāfā-polarimetrā, kurš nemaz nebija paredzēts remontēšanai orbītā, piestiprināja cauruļveida blendi virs rentgenspektrometra gāzes izplūdes atveres, lai pa turieni instrumentā nevarētu iekļūt ārējās vides joni, un pārbaudīja Saulei pievērsto aparatūras logu tīrību.

Strādājot ļoti straujā tempā (piemēram, orientācijas sistēma tika nomainīta 45 minūtēs), kosmonauti visu remontoperāciju beidza krietni pirms termiņa, un van Hoftenam vēl atlika laiks pavigrināties MMU lietošanā. (Atšķirībā no save



5. att. Ar individuālo lidiekārtu MMU aizlidojis līdz pavadonim SMM, kosmonauts Džordžs Nelsons (atzīmēts ar bultiņu) mēģina ar tās sakabināšanās mezglu pieslēgties pavadoņa satveres ietaisei. (NASA attēls.)



6. att. Kosmonauti Džimss van Hofpens un Džordžs Nelsons (uz platformas manipulatora galā) kosmoplāna «Challenger» atvērtajā kravas telpā remontē pavadoņa SMM koronogrāfu-polarimetru, apgaismojot savu darba laukumu ar ķiverēs iemontētiem prožektoriem. Uzņēmums izdarīts caur kosmoplāna kabīnes pakalējo iluminatoru, kura augšdaļā tobrīd atspoguļojusies Zeme. (NASA attēls.)

kolēģa, kurš šo ierīci bija izmantojis ļoti lietīšķā nolūkā, viņš bez kāda īpaša mērķa palidinājis virs kosmoplāna atvērtais kravas telpas.)

Pavadījusi ārpusē 7 stundas 17 minūtes² (tā ir pagaidām ilgākā nepārtrauktā uzturēšanās atklātā kosmosā), van Hofpens un Nelsons atgriezās slūžu kamerā. Vēlāk Hārts izcēla SMM no remontstatņa veselu diennakti ilgi telemetriski

pārbaudei, tomēr atstāja to izstieptā manipulatora galā, lai, gadījumā, ja atklātos kāda kļūme, tas nebūtu vēlreiz jāatvērta. Pēc tam bija paredzēts vēl pusdiennakti ilgs kosmoplāna lidojums jau vajā palaistā pavadoņa ciešā tuvumā, taču, ņemot vērā pirmās pārbaudes teicamos rezultātus, šis piesardzības solis tika atzīts par nevajadzīgu.

Pēc mēnesi ilgas visu instrumentu izmēģināšanas un atkārtotas kalibrēšanas SMM sāka atkal regulāri novērot Sauli — nu jau tās aktivitātes minimuma periodā, turklāt pat raženāk nekā agrāk, jo tagad, pateicoties pavadonim TDRS-1, iespējams krietni ilgstošāk uzturēt tiešus sakarus. Projektā iesaistītie zinātnieki un tehnieki

² Maksimālais uzturēšanās ilgums ārpus hermētizētām telpām, kādam aprēķināti «Space Shuttle» atklātā kosmosa skafandri, ir septiņas stundas. Taču, ja kosmonauti tērē skābekli un elektroenerģiju lēnāk, uzturēšanos ārpusē var atbilstoši paildzināt, kā tas tika darīts iztirzājamā pasākuma gaitā.

speciālisti cer, ka pavadoņa otrais darbmūžs būs vismaz tikpat ilgs, cik bija iecerēts pirmais, — divi gadi. Jauna SMM būvei un palaišanai būtu vajadzējis iztērēt 235—240 miljonus dolāru, turpretī esošā pavadoņa salabošana orbītā izmaksāja, pēc NASA oficiālā vērtējuma, tikai 48 miljonus. Šajā aprēķinā ņemts vērā, ka lidojuma galvenais uzdevums nekādi neliedza turpceļā nogādāt augšup citu lielu derīgo kravu, t. i., veikt pilnvērtīgu transportoperāciju, uz kuru attiecināma ievērojama daļa reisa izmaksas (pēc noteikumiem, kādus NASA izvirza komerciāliem pasūtītājiem, — tieši puse). Konkrēti, šajā reisā «Challenger» nogādāja 500 km augstā apļveida orbītā 11 t smagu autonomu kosmisko platformu LDEF, kas domāta galvenokārt ilgstošai materiālu izmēģināšanai un citiem pasīviem eksperimentiem kosmosa apstākļos (to paredzēts atvest atpakaļ uz Zemi «Space Shuttle» kārtējā reisā 1985. gada februārī). Ar parastām transportoperācijām acīmredzot varēs apvienot gandrīz visas

nākotnē paredzamās pavadoņu glābšanas misijas — arī tās, kurās kļūmi cietušais lidaparāts būs jāved atpakaļ uz Zemi.

Nākamais kandidāts remontam orbītā ir «Landsat-4», taču pie šīs operācijas reāli varēs ķerties tikai 1985. gada beigās vai 1986. gadā, kad ekspluatācijā būs polāru orbītu sasniegšanai piemērots «Space Shuttle» starta laukums Vandenbergas Gaisa kara spēku bāzē Kalifornijā (dodoties uz šādu orbītu no Kenedija Kosmisko pētījumu centra Floridā, starta paātrinātājus nāktos nomest virs biezi apdzīvotiem rajoniem). Tomēr iespējams, ka nākamais lidojums pēc avāriju cietušā pavadoņa notiks jau agrāk: tiek iztirzāta iespēja atgādāt atpakaļ uz Zemi divus komerciālos sakaru pavadoņus, kas 1984. gada februārī nenonāca paredzētajās orbītās sakarā ar kļūmēm tiem pievienotajās papildu raķešpakāpēs PAM-D.

E. M ū k i n s

JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ 1984. gada vasaras beigās, veicdams tikai pirmo lidojumu izplatījumā, ekspluatācijā stājās trešais «Space Shuttle» tipa kosmoplāns — «Discovery». Apkalpē ietilpa H. Hārtsfilds (otro reizi kosmosā), M. Kotss, Dž. Reznika (otrā amerikāņu kosmonaute), S. Holijs un R. Maleins, kā arī firmas «McDonell Douglas» inženieris Č. Vokers — pirmais uz komerciāliem pamatiem pārvadātais neprofesionālais kosmonauts (viņa uzdevums bija pēc iespējas intensīvi nodarbināt firmas izstrādāto elektroforēzes iekārtu farmaceitisku preparātu iegūšanai bezsvara apstākļos). Mēģinājumu startēt 26. jūnijā tikai četras sekundes pirms plānotā pacelšanās brīža apturēja kosmoplāna elektronskaitļotāju sistēma, saņēmusi signālu par kļūmi vienā no galvenajiem dzinējiem. Lai aizkavēšanās neizjauktu turpmāko «Space Shuttle» ekspluatācijas grafiku, lidojums tika atlikts vēl par vairākām nedēļām un, atsakoties no dažām mazāk steidzamām kravām, transportoperāciju ziņā apvienots ar nākamo plānoto kosmoplāna reisu. «Discovery» startēja 30. augustā, nogādājot orbītā komerciālos sakaru pavadoņus SBS-D un «Telstar-3C» kopā ar papildpakāpēm PAM-D (šoreiz darbojās normāli), kā arī sakaru pavadoņi «Syncom-IV» (cits nosaukums — «Leasat»), ko firma «Hughes» uzbūvējusi ar nolūku iznomāt ASV Jūras kara flotei, un atgriezās uz Zemes 5. septembrī. Lidojuma gaitā tika arī izmēģināts (izvērstis un atkal salocīts) 32 m garš un 4 m plats eksperimentāls Saules bateriju panelis, kurš, rēķinot uz katru masas kilogramu, spēj ražot divas trīs reizes vairāk elektroenerģijas nekā parastie.



BRUŅRUPUCIS, ARISTOTELIS UN ZVAIGŽNOTĀS DEBESIS

Dzīvo organismu evolūcijas process dabā ir nežēlīgs. No miljona oriģinālu mutantu dabiskās izlases ceļā paliek dzīvs viens, kurš visvairāk piemērots konkrētajai videi. Visoriģinālākās un efektīvākās konstrukcijas, kas citos vides apstākļos varētu būt ārkārtīgi lietderīgas, netiek ņemtas vērā. Krasas vides pārmaiņas izraisa veselu sugu bojāeju. Milzu zauri savā laikā bija tik vareni, ka viņiem nebija cienīga pretinieka ne uz zemes, ne ūdenī, ne gaisā. Krasu vides pārmaiņu un evolūcijas variāciju kļūdu rezultātā no zauru populācijas pāri palikušas tikai kaulu kapsētas.

Ilgajā dzīvo organismu sugu evolūcijas procesā kādu dienu gadījās neparasts, taču ārēji neievērojams notikums, kura sekas vēl joprojām nav pārrēķināmas. Viens no attīstītāko mugurkaulnieku mutantiem domās atdalīja sevi no apkārtējās vides un sāka pret to izturēties kā ārējs vērotājs. Šo apziņas uzliesmojuma brīdi mēs tagad uzlūkojam par cilvēka sākotni un mēnēto mugurkaulnieku — par pirmsenci. Pagaidām vēl nav zināms, vai tas ir viens no daudziem vai vienīgais gadījums, kad daba sāk apzināties pati sevi. Taču nenoliedzami ar to ir dots cilvēka varenības mērs: ja cilvēka izziņas process pēc būtības ir dabas pašapziņa, tad cilvēka iespēju robežas principā atbilst dabas iespēju robežām.

Kā raudzījās uz apkārtējo pasauli minētais mūsu pirmsencis! Vai viņa domu sinkrētiskais loks aprobežojās tikai ar vitālajām interesēm jeb vai viņu aizrāva arī tādas fundamentālas izziņas sfēras kā pasaules struktūra, zvaigžņoto debesu būtība! Atbildēt uz šo jautājumu ir grūti, pilnā mērā droši vien pat neiespējami. Filozo-

fijas vēsturnieki pārliecināti apgalvo, ka pirmais pasaules struktūras un tās izcelsmes problēmu pētnieks ir viens no leģendārajiem «septiņiem gudrajiem» — Talešs no Mazāzijas pilsētas Milētas (624.—547. g. p. m. ē.), taču atzīst arī, ka jau pirms viņa eksistējušas dažu Austrumu gudro protofilozofiskas spekulācijas un daudzi jo daudzi mīti, kas veltīti tai pašai tēmai.

Pavisam neseno zinātne ieguvusi nepārprotamas liecības par to, ka saprātīgais cilvēks (*Homo sapiens*) jau visai drīz pēc savas rašanās, vēlā paleolīta periodā (40—12 tūkst. g.p.m.ē.), aktīvi nodarbojies ar kosmosa struktūras izziņas problēmām un izstrādājis savu pasaules uzbūves modeli. Padomju arheologi 1976. gadā, veicot izrakumus kādā plašā pirmcilvēku apmetnē Hakasijā, Alatau austrumu piekājē, atrada divainu bruņrupuča tēlu [vēlāk arī vairākus citus bruņrupuča atveidojumus]. Ar mūsdienu metodēm veiktie mērījumi un aprēķini, kā arī ģeoloģiskie un paleontoloģiskie dati liecina, ka izrakņu vecums ir $33\,000 \pm 300$ līdz $34\,500 \pm 450$ gadu robežās. Tā ir visvecākā līdz šim zināmā pirmcilvēku apmetne Sibīrijā un Tālajos Austrumos.

Atrastā bruņrupuča atveidojuma izpēte liecināja, ka tas nav parasts paleolīta mākslas paraugs vai falliskā kulta priekšmets, kādi zinātnieki jau agrāk bija pazīstami. Bruņrupuča tēls, kā to pārliecināši parāda V. Laričeva pētījumi, ir paleolīta cilvēka veidots pasaules struktūras modelis, kas ļauj ielūkoties viņa koncepcijās par Visumu un tā struktūru.

Bruņrupuča modelis rūpīgi darināts no cieta akmens. Skulptūra ir ļoti izteismīga un no jebkuras puses atgādina pie zemes pieplakušu bruņ-

rupuci. Izstrādes precizitāte, simetrija, tēla detaļu pareizās attiecības nepārprotami liecina, ka skulptūra darināta pēc skaidras iepriekšējas ieceres, ir precīzi aprēķināta un satur noteiktu ideju.

Brunrupuča mugura izveidota kā kupols. Tā virsmā izceļas šķautnes, kas iet no malām uz centru. Vismasīvākā kupola daļa neatrodas vis centrā, bet ir nobīdīta uz labo pusi. Skulptūrai ir astoņi izvirzījumi: galva, aste, četras kājas un divi plecu izciļņi.

Pēc brunrupuča muguras veida un daļējiem iekrāsojumiem nepārprotami var secināt, ka muguras kupols atveido debesjumu, tā izciļņu tīkls — zvaigznājus. Centra novirze attēlo debesu iedomātā centra (ar Polārzvaigzni) novirzi uz ziemeļrietumiem. Astoņi skulptūras izciļņi apzīmē debespusi (galva — ziemeļus, kreisā pleca izciļnis — ziemeļrietumus, kreisā priekškāja — rietumus, utt.). Skulptūras zemkupola daļa, kā pēc zināmām pazīmēm secināms, attēlo Zemi. Tāfad pasaules struktūrai ir divas galvenās sastāvdaļas — debesis un Zeme.

Vai versija par samērā sarežģīto pasaules struktūras modeli, kas radīts pirms vairāk nekā 33 tūkstošiem gadu, ir ticama? Varbūt Hakasijas skulptūra gluži vienkārši ir apmetnes kopas totēms, bet tā apdares analogijai ar debesjuma elementiem ir gadījuma raksturs! Aplūkosim šo jautājumu nedaudz sīkāk.

Versija par brunrupuci kā par totēmu Alatau piekājē ir visai maz ticama. Totēmi parasti ir saistīti ar pirmatnējo saimniecību, bet Alatau piekājes rajonā, kā liecina paleozooloģijas dati, brunrupucim nevarēja būt nekāda ievērojama saimnieciskā nozīme. Šajā apvidū paleolīta periodā bija sevišķi labas medību iespējas, netrūka degunradžu un briežu, bizonu un savvaļas zirgu. Brunrupucis tur bija reti sastopams dzīvnieks, un tā divainais izskats varēja radīt tikai izbrīnu.

Tomēr varbūt tieši izbrīns bija pamatā tam, ka zvaigžņotā debesjuma attēlojums tika saistīts ar brunrupuča tēlu. Izbrīns faču nenoliedzami ir psiholoģiski viens no galvenajiem izziņas procesa ierosinātājiem. Vai neievērojamo Karalaužu ievērojamais domātājs Imanuel Kants nav teicis spārnatos vārdus par vislielāko izbrīnu, ko viņš rada zvaigžņotās debesis un morālais likums sevī

pašā! Vai svarīgs pirmsenču izziņas procesa rosinātājs nebija izbrīns, ko cilvēkā rada zvaigžņu mirga tumšā nakts! Padomju filozofs Arsenijs Caniševs raksta: «Bez skaidrām nakts debesīm cilvēces nebūtu.» — un uzskata šo domu par tik svarīgu, ka ir ievietojis to savā filozofijas vēstures mācību grāmatā augstskolām.

Seni mīti un leģendas nereti sasaista brīnumaino debesjumu un dīvaino brunrupuci. Mīti raksturo brunrupuci kā mierīgu, pacietīgu, izturīgu, gudru, darbīgu un ilgmūžīgu, reizēm pat nemirstīgu, dzīvnieku. Leģendārais brunrupucis dzīvo vairākus tūkstošus gadu, tūkstoš gadu var iztikt bez ēdiena un ūdens, tas apaugļojas no domas, tādēļ brunrupuču pēcnācēji nezina tēva.

Daudzu tautu mītos brunrupucis tieši saistīts ar pasaules izcelsmes un tās struktūras veidošanās procesiem. Pēc Indijas tautu mītiem, Pirmsencis ar veseri un cirtni pāršķēļ brunrupuča olu, kurā ieslēgts pirmatnējais haoss. Izķļuvušas brīvībā, haosa vieglās daļas paceļas augšup un izveido debesis, smagās, savukārt, nosēžas un rada Zemi. Lai Zeme un debesis nesaplūstu atkal kopā un neatjaunotos haoss, Pirmsencis, balstīdamies ar kājām uz brunrupuča muguras, nostiprina debesjumu (1. att.).

Brunrupucim tiek piešķirta svarīga loma arī senas izcelsmes mītos par kosmisko katastrofu. Spriežot pēc mītiem, to tapšanas laikā Visuma struktūras modelis bija kļuvis jau sarežģītāks: Visums sastāv no trim galvenajām daļām — debesīm, Zemes un ūdens. Zeme peld ūdenī, kas veido četras jūras — ziemeļu, dienvidu, rītu un vakaru jūru. No paša ūdens jau atdalīts ūdens gars, kura pretinieks ir uguns gars. Šīs divas dialektiski pretējās puses nepārtraukti savā starpā cīnās. Kādā no cīņām uzvar uguns gars. Sakautais ūdens gars krītot ar galvu un kājām aizķer Zemes un debesu ziemeļrietumu un dienvidaustrumu sektorus. Debesu kupols sašķiebjas, un pa tajā izsistajiem caurumiem uz Zemi gāžas lielās debesu upes — Piena Ceļa ūdeņi, radīdami milzu plūdus. Visuma «remontē» atdzimušais Pirmsencis, un atkal viņam palīdz brunrupucis. Brunrupuču kājas tiek izmantotas par debesu kupola balsīiem.

Pēc mīta, tieši no šā laika debesu kupola centrs ar Polārzvaigzni vairs nav tieši pretim Zemes centram, bet paliek novirzīts uz ziemeļ-



1. att. Pirmsencis nostiprina debesu kupolu. (Pēc sena zīmējuma.)

austrumiem, jo Pirmsencis grūtajā darbā gan ir apturējis plūdus, bet viņam nav izdevies debesu kupolu atbīdīt iepriekšējā stāvoklī. Kopš tā laika arī Saules un planētu orbītas ir nedaudz novirzītas uz ziemeļaustrumiem.

Kā liecina šie senie mīti, mūsu tālie senči jau mēģinājuši risināt fundamentālas kosmoloģiskas problēmas. Kāpēc dižais debesu kupols ar Polārzvaigzni centrā ir nobīdīts uz ziemeļrietumiem? Kāpēc Saule, Mēness un planētas pārvietojas pa debesu ziemeļrietumu segmentu? Kas ir tā gaišā josla pie debesīm, ko sauc par Piena Ceļu!

Ikkatrai tautai ir savi mīti par Visumu, par zvaigznājiem un zvaigznēm. Tas liecina, ka cilvēkam raksturīgs zvaigžņu mirgas radītais izbrīns, tāpat kā viņam raksturīgs izbrīna ierosinātais izziņas process.

Izziņas procesa vadības pilnveidošanās radīja zinātņi. Senajā Grieķijā 7.—5. gs. pirms mūsu ēras zinātne vēl bija vienota, nedalīta, un to dēvēja par filozofiju. Filozofijas izpētes objekts bija visa pasaule. Pirmie pasaules struktūras modeļi radās uz mitoloģisko priekšstatu pamatiem. Pie tādiem pieder Homēra un Hēsioda Visuma modeļi.

Homēra Visuma struktūras modeli var rekon-

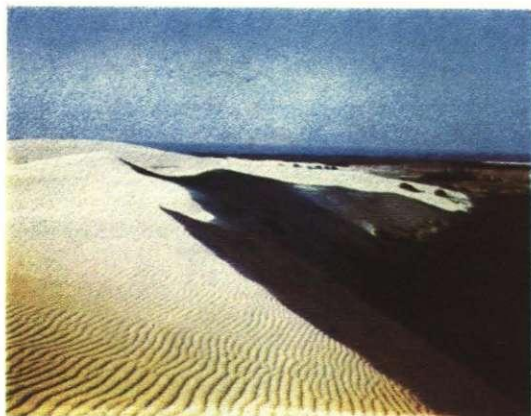
struēt pēc viņa «Illiādas» un «Odisejas». Pēc Homēra uzskatiem, Zeme ir diskveida ķermenis, ko ietver gredzenveida upe — Okeāns, ar kuru saistītas visas Zemes upes un jūras. Zemi no debesīm atdala divi paralēli slāņi. Zemākais no tiem ir miglas, vēju un mākoņu slānis, augstākais — dzidrā ētera slānis, kur dzīvo dievi. Ētera slānis noslēdzas ar cietā vara kupolu, pie kura piestiprinātas stāzvvaigznes. Uz plakanā Zemes diska ir viena augsta vieta — Olimpa kalns, kura virsotne slejas cauri mākoņiem, sasniedzot dzidrā ētera slāni. Olimpa kalns savieno Zemi ar dievu mītņi. Apakšzemē arī ir divi stāvi. Tuvāk virszemei atrodas Aīds — mirušo valstība. Rietumos, tuvu pie gredzenveida Okeāna, Aīds savienojas ar virszemi, tādēļ arī Odisejs varēja nokāpt mirušo valstībā. Apakšzemes otrajā stāvā — ļoti dziļi zemē — atrodas Tartars — pazemes cietums, kurā iemet dumpīgos dievus, tur mīt arī titāni, kas tikuši uzvarēti cīņā ar dieviem.

Jāpiebilst, ka Homērs labi pazinis galvenos zvaigznājus [Lielo Lāci, Plejādes, Ūdensviru, Orionu] un spožākās zvaigznes [Siriusu u. c.]. Tomēr viņam nav vēl zināms, ka Rīta zvaigzne un Vakarzvaigzne ir viens un tas pats spīdekļis — planēta Venēra.

Hēsioda mītiskais Visuma modelis tika izstrādāts sintēzes ceļā. Hēsiods savā «Teogonijā» apkopo vairāku tautu senos mītus, iekļauj tos vienotā sistēmā, nosaka mītos minēto notikumu ģeneoloģisko secību. Lai nodrošinātu sistēmas elementu savstarpējās saites, Hēsiods vajadzības gadījumā nekautrējas pat izdomāt jaunus dievus, kādu grieķiem agrāk nebija. Tā Hēsiods radīja, piemēram, īpatnējo Haosu — pirmsākuma tumšās telpas bezdibeni. Tas nav haoss mūsdienu izpratnē, tas neatbilst arī haosa jēdzienam vēlāko grieķu zinātnieku un rakstnieku izpratnē.

Hēsioda modelis būtiski atšķiras no visiem iepriekšējiem analogiskam nolūkam izveidotajiem modeļiem ar to, ka ir nevis statisks, bet dinamisks. Hēsioda Visums nav nemainīgs un sašindzis. Gluži otrādi — pasaule, pēc viņa domām, atrodas nepārtrauktā kustībā, tā ir augstāko spēku — dievu mūžīgās cīņas arēna. Veidojoties Visumam, no telpas bezdibeņa — Haosa iznirst Zeme [Geja], Tartars un Erots.

Jāpiebilst, ka visiem galvenajiem Hēsioda modeļa struktūras elementiem ir divējāda nozīme:



Planieristu kāpa — visaugstākā plūstošo smilšu kāpa Kuršu nērijā. Tās augstums 59 m (1983. g.), un tā ir otra augstākā kāpa Eiropā pēc Gaskoņas kāpas (Francija).

Piekrastes smilšu sanesumi Kuršu kāpās 1983. gada pavasarī. Sanesumu augstums ap 40 centimetru.



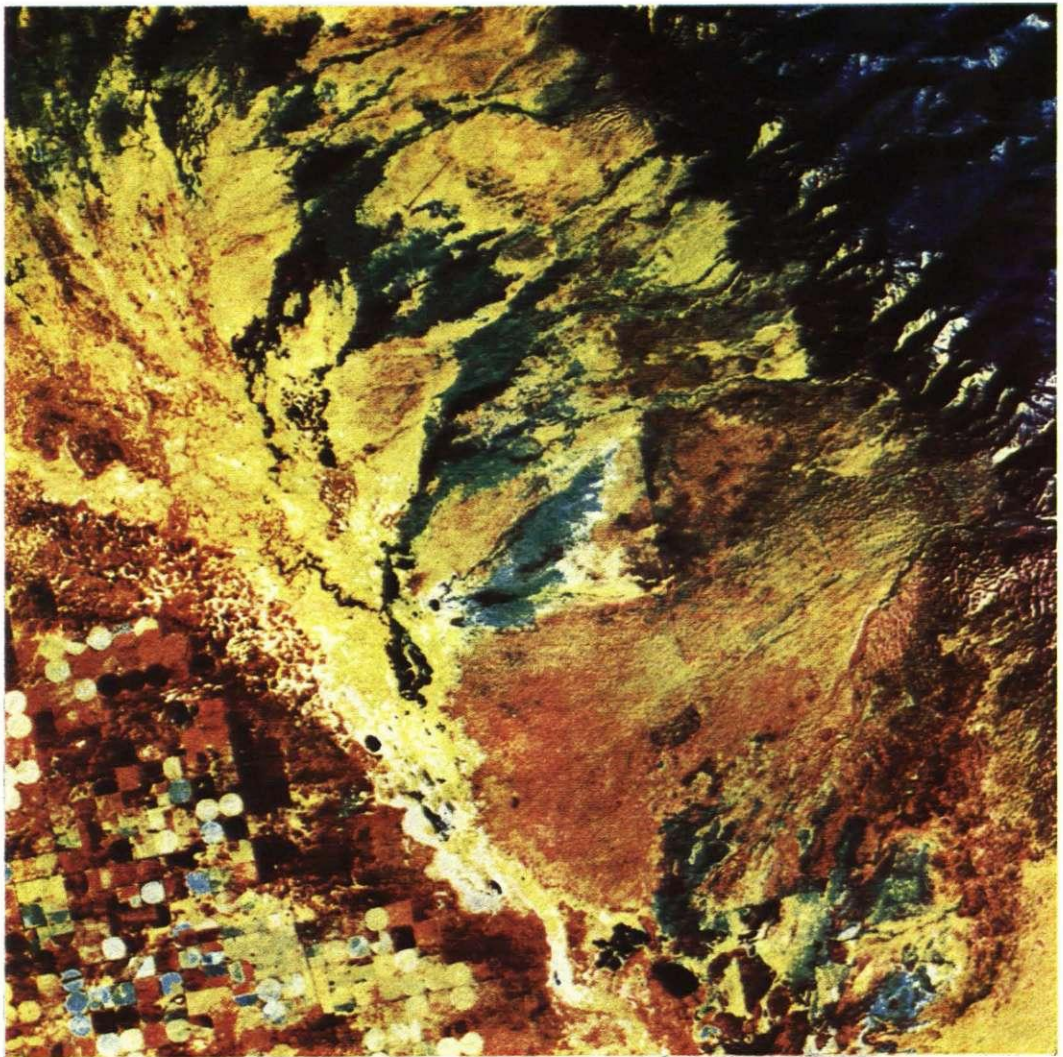
Zvejnieku ciems Kuršu kāpās.
(Sk. rakstu «Kuršu nērijas klejojošās kāpas».)



Padomju kosmonauts Vladimirs Kovaļonoks orbitālās stacijas «Saljuts-6» pārejas nodalījuma atvērtaajā lūkā 1978. gada 29. jūnijā. Viņa ķiveres stiklā atspoguļojas otrs atklātā kosmosā izgājušais apkalpes loceklis — Aleksandrs Ivančenko, kurš uzņēmis šo attēlu. (*Pēc «Советская космонавтика».*) «Saljuts-6» ārpusē veiktajiem pasākumiem — piemēram, aiz korpusa izciļņa aizķerušās radioteleskopa antenas atkabīnāšanai, — bija izšķiroša nozīme stacijas darbmūža paildzināšanā. Vēl plašāku vērību cilvēka darbība atklātā kosmosā guvusi «Saljuts-7» lidojuma gaitā — Saules bateriju paneļiem piemontētas papildu sekcijas (sk. rakstu «Montāžas operācija kosmosā»), veikts izcili sarežģīts apvienotās dzinējiekārtas remonts (sk. «Saljuts-7» lidojuma hroniku nodaļā «Kosmosa apgūšana»).



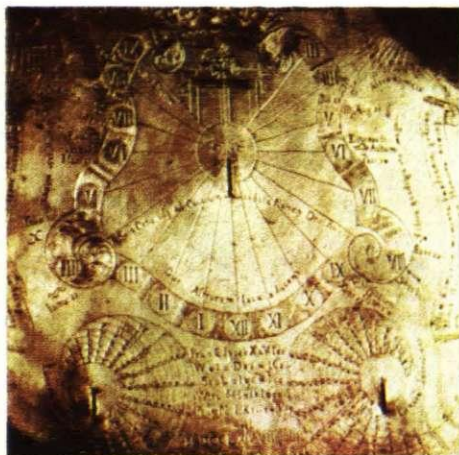
Saules koronas uzņēmums baltā gaismā ar pavadoņa SMM koronogrāfu-polarimetru, elektroniski reproducēts pilnīgi nosacītās krāsās, kuras ataino dažādu starojuma intensitāti. (*NASA attēls.*) Novērojot no Zemes, stipri traucē gaisā debess fons — atmosfērā izkļiedītie Saules stari, tādēļ ar parastajiem koronogrāfiem var saskatīt vienīgi šā veidojuma iekšējo, pašu spožāko daļu. Turpretī ar kosmosā paceltu instrumentu iespējams reģistrēt koronu līdz daudzu Saules rādiusu attālumam no spīdekļa virsmas, ko apliecina arī šis 1980. gada vidū pārraidītā attēla fragments. Vēlāk pavadoņa SMM koronogrāfs sabojājās, taču pēc remonta, ko veica kosmoplāna «Challenger» apkalpes locekļi Džeimss van Hoftens un Džordžs Nelsons, tas atkal funkcionē (sk. E. Mūkina rakstu «Pavadoni remontē orbitā»).



Zemes virsmas uzņēmums nosacītās krāsās, kuru pārraidījis vēl viens remontu gaidošs pavado- nis — «Landsat-4». Precīzāk, pārraidīti septiņi caur dažādiem gaismasfiltriem uzņemti attēli, no ku- riem trīs pēc tam sintezēti vienā, aizstājot attiecīgo filtru krāsas ar pilnīgi citām: sarkano — ar zilu, infrasarkanā, kurai atbilst viļņa garums ap 1,6 μm , — ar zaļu, infrasarkanā, kurai atbilst viļņa ga- rums ap 2,3 μm , — ar sarkanu. Rezultātā Zemes virsmas krāsas kļuvušas lai arī pavisam nereā- las, toties daudz bagātīgākas un atšķirīgākas nekā dabā, tā ka var saskatīt tādas nianšes, kādas īstajās krāsās praktiski nav pamanāmas. Piemēram, raibie apļi kreisajā apakšējā stūrī ir vietas, ku- ras regulāri laista ap vertikālu asi rotējošas mākslīgā lietus iekārtas un kuras tādēļ izceļas ar labāk attīstītu augu valsti, turklāt, kā redzams, visai daudzveidīgu! Uzņēmums ar virsmas detaļu izšķirtspēju (oriģinālā) 30 metri aptver apmēram $40 \times 40 \text{ km}^2$ lielu teritoriju Kolorādo štata dien- vidos. (NASA attēls.)



Ķėdaiņu muzeja oriģinālais saules pulkstenis (18. gs.).



Dedikācijas saules pulkstenis ar Mēness fāžu skalām, jūdu un babiloniešu stundu iedaļām (1781. g.). (Lietuvas PSR Vēstures un etnogrāfijas muzejs.)



Horizontālais bronzas saules pulkstenis, paredzēts angļu dārzam vai nelielam parkam (18.—19. gs.).



Ar saules pulksteņiem tika precizēti mehāniskie pulksteņi. (Lietuvas PSR Vēstures un etnogrāfijas muzejs.) (Sk. L. Klimkas rakstu «Lietuvas saules pulksteņi».)

kosmoloģiska un mitoloģiska. Kosmoloģiskajā nozīmē Zeme (Geja) ir plakans, pēc formas pankūkai līdzīgs cietķermenis ar floru un faunu, upēm un ezeriem. Mitoloģiskajā nozīmē Zeme ir dievs, varenā Urāna sieva, kura vīram par prieku dzemdējusi nākamo dievu paudzi — titānus, ciklopus un simtročus, taču neatsakās arī no iespējas papriecāties ar tādu interesantu mīļāko kā Tartars, no kura viņai piedzimst dēls. Urāns kosmoloģiskajā nozīmē ir ar zvaigznēm rotātais debesu kupols, bet mitoloģiskajā nozīmē — debesu valdnieks, Zemes vīrs un dēls.

Konstruējot sengrieķu dievu sistēmu, Hēsiods rūpīgi mēģina nogludināt mītos sastopamās prefrunas. Pārdomāti viņš, piemēram, ierāda dievu sistēmā vietu Erotam (mīlas dievam). Hēsiodam šķiet, ka no mītiskā radīšanas procesa (bezdzimumu radīšana no nekā; tā, saskaņā ar mītu vēstījumiem, radīti Haoss, Zeme, Tartars un Erots) nepieciešams pāriet uz normālu radīšanas procesu dzimumdzīves rezultātā. Tādēļ Erotu Hēsiods iztēlo kā vienu no senākajiem dieviem, pēc kura rašanās turpmākais radīšanas process dieviem, cilvēkiem un dzīvniekiem notiek dzimumu apaugļošanās ceļā. Hēsioda Visuma modelis pēc struktūras elementu sastāva ir analogisks Homēra modelim, taču bagātāks pēc elementu skaita, tam ir sīki izstrādāti atsevišķo elementu [piemēram, Tartara] apraksti, un, galvenais, modelis kļuvis dinamisks.

Anaksimandra Visuma struktūras modelis ievērojams ar būtiski jaunu iezīmi — līdzsīnējās daudzstāvu puslodes struktūras nomaina sfēra. Visuma sfēra ir galīga pēc izmēriem, to aptver ugunīgs apvalks. Agrāko Visuma modeļu ietekmē šai sfērai vēl ir augšējā un apakšējā daļa. Augšējā daļa pildīta ar mirgojošu ēteri, zem tās — vēju un mākoņu slānis. Vēl zemāk atrodas Zeme, zem kuras ir Nakts valstiība un visas sistēmas «pagrabtelpas» — Tartars. Zeme vēl nav sfēriska, tā ir cilindriska. Cilindra augstums — viena trešdaļa tā diametra. Anaksimandra modelim ir visai svarīga īpatnība — Zemei pirmo reizi vairs nav atbalsta, tā nekustīgi novietota Visuma centrā, jo, pēc modeļa autora domām, tai nav nekādas nepieciešamības mainīt stāvokli, tādēļ ka attālums no visām galvenajām Visuma daļām līdz Zemei ir vienāds.

Anaksimandra modelis ir ievērojams solis uz

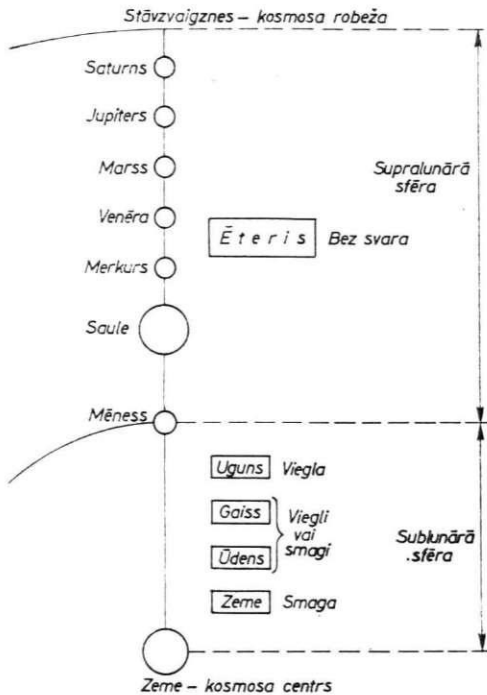
priekšu Visuma izpratnes ziņā. Pirmo reizi pazudis kā pilnīgi lieks Visuma valdnieks, kas vada pasauli pēc savām iegribām. Pazudusi elementu nozīmīguma hierarhija. Nevienš Visuma elements, neviena tā daļa neieņem dominējošu stāvokli.

Zinātnieki ir izteikuši dažādus minējumus par to, kas devis Anaksimandram ierosmi viņa oriģinālā modeļa konstruēšanā. Visticamākais ir pieņēmums, ka Anaksimandrs, noraidot mītu autoritāti, izmantojis analogus no zemes dzīves. Tāds analogs varēja būt sengrieķu patstāvīgās pilsētas (polisas) struktūra. Katrā ziņā polisas un Anaksimandra Visuma modeļa struktūras principā saskan. Visas sengrieķu pilsētas pēc plānojuma bija līdzīgas: centrā pilsētas laukums ar pilsētas aizstāves un mājas pavarda dieves Hestijas altāri, ap kuru pletās apļveida pilsēta ar taisnvirziena ielām. Visums — tā ir kosmiska pilsēta: Hestijas vietu centrā ieņem Zeme, un apkārt tai slāņveidīgi sadalīta Visuma sfēra. Šis sengrieķu pilsētas analogs, liekas, ir vairāk vai mazāk iespaidojis visus turpmākos sengrieķu zinātnieku izstrādātos Visuma modeļus, izņemot vienīgi stoīķu antropomorfizēto modeli.

Jāatgādina vēl kāda svarīga Anaksimandra doma: aprakstītais galīgo izmēru modelis atspoguļo tikai daļu no bezgalīgā Visuma, kurā vienlaicīgi vai zināmā secībā eksistē daudzas pasaules.

Arī vairāki citi sengrieķu filozofi izteikuši savas domas par Visuma struktūras elementiem un to īpatnībām. Heraklīts pirmais Visuma apzīmēšanai sāka lietot vārdu «kosmos», šajā jēdzienā ietverot visu esošo neatkarīgi no varbūtējo pasaļu skaita un to iespējamām atšķirībām. Heraklīts apgalvoja, ka kosmosu neviens nav radījis, tas ir mūžīgs, kaut arī pastāvīgi maina formu. Par šo izmaiņu cēloni viņš uzskatīja pretišķību cīņu. Līdzīgu domu par pretišķību cīņu, tikai vulgārākā veidā, ar mītisku pieskaņu, izteica arī Empedokls: visas pārmaiņas rada divu pretpolu — Mīlas [pievilšanās] un Naida [atgrūšanās] — cīņa.

Kosmosa struktūras izpratnes pilnveidošanos ietekmēja arī Talesa, Anaksimandra, Anaksimena un citu filozofu kosmosa pamatsubstances meklējumi, tāpat Leikipa un Dēmokrita atomistika. Pateicoties pēdējo divu pētījumiem jēdziens «kosmosa centrs» kļuva relatīvs, jo kosmoss tika



2. att. Vienkāršots Aristoteļa pasaules uzbūves modelis.

uzskatīts par pasaulu sistēmu, kurām katrai ir savs centrs. Jēdziens «pasaules centrs», starp citu, ir relatīvs arī tad, ja uzskata, ka kosmos ir bezgalīgs: bezgalīgā telpā katram novērotājam ir pilnas tiesības par kosmosa centru uzskatīt sevi pašu.

Antīkās zinātnes pasaules struktūras pētījumu virsotne bija šā perioda ievērojamākā filozofa Aristoteļa kosmosa uzbūves modelis, ko dēvē par klasisko modeli.

Klasiskais kosmosa struktūras modelis apkopo antīkās zinātnes galvenos sasniegumus kosmosa izpratnē. Kosmos, pēc Aristoteļa domām, sastāv no četriem ideāliem elementiem — zemes, ūdens, uguns un gaisa, kuri tīrā veidā vispār ne-

eksistē. Dabiskā Zemes vieta kosmosā ir kosmosa centrs. Zemei ir sfēriska forma. Kosmiskā telpa arī ir sfēriska, bet ne bezgalīga — to ierobežo stārvzvaigžņu sfēra. Debesu spideklī un planētas griežas kosmosa telpā pa sarežģītu sfēru sistēmu, ko Aristotelis attēlo pēc Eidoksa koncepcijas. Klasiskā kosmosa struktūras modeļa vienkāršota skice parādīta 2. attēlā.

Aristoteļa laikā zinātne par Visumu beidz eksistēt kā vienota zinātne. Patiesībā atzarošanās bija sākusies jau agrāk. Matemātika pēc būtības atdalījās no filozofijas jau 5. gs. p.m.ē. beigās. Platona laikabiedru Eidoksu ar pilnām tiesībām var uzskatīt par astronomijas zinātnes pamatlicēju, lai gan viņš bija ievērojams filozofu Arhita un Platona skolnieks un pēc izglītības filozofs. Aristoteļa laikā jau notiek strauja eksakto zinātņu — mehānikas, optikas, zooloģijas, botānikas, fizioloģijas u. c. — atdalīšanās no filozofijas. No tā laika vairums eksakto zinātņu pārstāvju veic savus pētījumus, neņemot vērā nekādus filozofiskus apsvērumus. Šis pieejas dēļ zinātnieki dažkārt kļūdās fundamentālu problēmu risināšanā vai veic pētījumus zemākā līmenī, nekā faktiski būtu iespējams.

Antīkie pasaules struktūras modeļi salīdzinājumā ar analogiskiem mūsdienu zinātnes sasniegumiem, protams, ir naivi. Taču jāsaprot, ka no nākotnes zinātnieku redzes viedokļa ne mazāk naivi liksies arī mūsdienu kosmosa modeļi. Izziņas process ir bezgalīgs: katrs jauns jēdziens ir saturā bagātāks par iepriekšējo, jo ietver sevī vai nu pēdējā nolīgumu, vai pretstatu. Svarīgi ir izprast paša izziņas procesa likumsakarības, ko vispārliciecinātāk parāda ekskursi konkrētu izziņas problēmu vēsturē. Viena no mūžīgajām cilvēka izziņas problēmām ir bijusi un būs objektīvā pasaule, neatkarīgi no tā, vai mēs to dēvējam par kosmosu, Visumu vai zvaigžņotajām debesīm. Bez šīs izziņas nebūtu ne cilvēka, ne sabiedrības, ne drosmes pilnu sapņu, ne progresa, būtu varbūt vienīgi tumšā alā rāpojošs pleziantrops.

H. B u š s



VEKTORU PSEIDO- SKALĀRAIS REIZINĀJUMS UN DAUDZSTŪRU LAUKUMU APRĒĶINĀŠANA

Vairumam cilvēku algebras uzdevumus ir daudz vieglāk atrisināt nekā ģeometrijas uzdevumus. Šis parādības cēlonis ir galvenokārt algebrisko pārveidojumu aparāta lieliskās «tehniskās» īpašības un atbilstoša aparāta trūkums ģeometrijā. Algebrisko pārveidojumu mehānisms ir tik vispārīgs un lokans, tā vienkāršie likumi vienā un tai pašā veidā piemērojami lik dažādām situācijām, ka bieži vien algebras uzdevumu var risināt gandrīz automātiski, neiedziļinoties veicamo darbību būtībā, — mūsu vietā «domā» algebrisko pārveidojumu mehānisms.

Tiešām, aplūkosim, piemēram, šādu uzdevumu:

Ja mašīnas ātrumu palielina par 10 km/h, tad tā 200 km garu ceļu veic par stundu īsākā laikā nekā iepriekš. Kāds bija mašīnas ātrums pirms tā palielināšanas?

Apzīmējot meklējamo ātrumu ar v km/h, viegli iegūstam šādu risinājumu:

$$\frac{200}{v} - \frac{200}{v+10} = 1;$$

$$\frac{200}{v(v+10)} = 1;$$

$$v^2 + 10v - 2000 = 0;$$

$$v = -5 \pm \sqrt{25 + 2000} = -5 \pm \sqrt{2025} = -5 \pm 45.$$

Tā kā $v > 0$, tad $v = 40$ (km/h).

Šis risinājums mums nerada izbrīnu tikai tāpēc, ka ikdienā esam apraduši ar algebrisko pārveidojumu metodes vareno spēku. Tiešām,

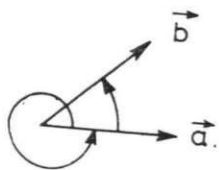
kāda *saturīga jēga* ir lielumam v^2 ? Nevienu lielumu taču nemēra mērvienībās m^2/s^2 ! Kā var saskaitīt v^2 un $10v$ — to mērvienības taču ir dažādas! Kuram varētu ienākt prātā, izlasot uzdevuma tekstu, ka tā risināšanā būs jāvelk kvadrātsakne? Par visām šīm problēmām mums *nav jādomā*, tās automātiski tiek atrisinātas, veicot formālas manipulācijas ar simboliem.

Pavisam cita aina paveras, risinot ģeometrijas uzdevumus. Gandrīz katrai darbībai ir saturīga jēga: perpendikula novilkšanai, nogriežņa garuma aprēķināšanai, divu trijstūru kongruences pierādījumam utt. Risinājums, kas sastāv no vairākām darbībām, mums jāizplāno, paredzot visas šīs darbības, un tas parasti ir grūts darbs. Nav nejaušība, ka vislabāk skolēniem padodas tie ģeometrijas uzdevumi, kuru risināšanā var lietot algebru.

Šajā rakstā aplūkosim jēdzienu par vektoru pseidoskalāro reizinājumu. Aprēķinot laukumu un dažos citos gadījumos tas ļauj risināt uzdevumus tīri formāli, lietojot algebriskos pārveidojumus un neizsekojot to ģeometriskajai jēgai.

1. definīcija. Par leņķi starp vektoriem \vec{a} un \vec{b} , kas nav nulles vektori (tieši šādā secībā), sauc *orientētu* leņķi, par kādu jāpagriež vektors \vec{a} , lai tā virziens un vērsums sakristu ar vektora \vec{b} virzienu un vērsumu. (Atcerēsieties: ja vektori tiek pagriezti pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam, tad leņķa lielums ir pozitīvs, bet, ja tiek pagriezti pulksteņa rādītāju kustības virzienā, tad leņķa lielums ir negatīvs.) Pie tam no visiem daudzajiem leņķiem ar šādu īpašību (sk. 1. att.) izvēlamies to, kura lielums pēc absolūtās vērtības (pēc

moduļa) nepārsniedz 180° . Leņķi starp \vec{a} un \vec{b} apzīmēsim ar (\vec{a}, \vec{b}) .



1. att.

Ievērosim, ka nenulles vektoriem \vec{a} un \vec{b} pastāv vienādība $(\vec{a}, \vec{b}) = -(\vec{b}, \vec{a})$, ja vien tie nav pretēji vektori; pretējiem vektoriem \vec{a} un \vec{b} pieņemsim $(\vec{a}, \vec{b}) = (\vec{b}, \vec{a}) = 180^\circ$.

2. definīcija. Ja neviens no vektoriem \vec{a} un \vec{b} nav nulles vektors, tad par vektoru \vec{a} un \vec{b} pseidoskalāro reizinājumu $\vec{a} \circ \vec{b}$ sauc lielumu $|\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin(\vec{a}, \vec{b})$ (ar $|\vec{a}|$ resp. $|\vec{b}|$ apzīmēti vektoru \vec{a} un \vec{b} garumi (moduļi)).

Ja kāds no vektoriem \vec{a} un \vec{b} ir nulles vektors, tad, pēc definīcijas, $\vec{a} \circ \vec{b} = 0$.

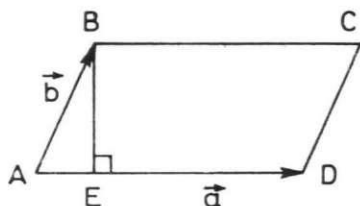
Piezīme. Gadījums, kad \vec{a} vai \vec{b} ir 0, jādefinē atsevišķi tāpēc, ka iepriekšējā definīcijā nav definēts leņķis starp nulles vektoru un kādu citu vektoru; tas, savukārt, nav darīts tāpēc, ka nulles vektoram nav virziena un vērsuma, kas varētu sakrist vai nesakrist ar otra vektora virzienu un vērsumu.

Vektoru pseidoskalārā reizinājuma ģeometrisko jēgu izsaka šāds rezultāts.

1. teorēma. Ja \vec{a} un \vec{b} — nekolineāri nenulles vektori, tad:

1) ja $(\vec{a}, \vec{b}) > 0$, tad $\vec{a} \circ \vec{b}$ ir tā paralelograma laukums, kas kā uz malām konstruēts uz vektoriem \vec{a} un \vec{b} , kuri atlikti no viena punkta (sk. 2. att.);

2) ja $(\vec{a}, \vec{b}) < 0$, tad $\vec{a} \circ \vec{b}$ ir šāda paralelograma laukums ar pretēju zīmi.

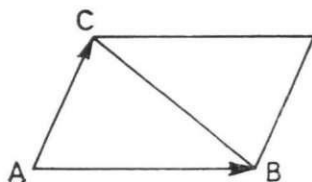


2. att.

Pierādīsim teorēmas pirmo daļu (otro pierāda pilnīgi analogiski). Viegli saprast, ka $L_{ABCD} = |\vec{AD}| \cdot |\vec{BE}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin \widehat{BAE} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin(\vec{a}, \vec{b})$, ko arī vajadzēja pierādīt. No šīs teorēmas viegli izriet

2. teorēma. Ja ABC — trijstūris, kura virsotnes uzrādītas pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam, tad $L_{ABC} = \frac{1}{2} \vec{AB} \circ \vec{AC}$.

Pierādījumam pietiek papildināt $\triangle ABC$ līdz paralelogramam (sk. 3. att.) un izmantot 1. teorēmu.



3. att.

Vektoru valodas «gramatikas likumus», kas regulē pseidoskalārā reizinājuma lietošanu, nosaka šāda teorēma.

3. teorēma. Ja \vec{a} , \vec{b} un \vec{c} — vektori, bet k — skaitlis, tad

$$1) \vec{a} \circ (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \circ \vec{b} + \vec{a} \circ \vec{c};$$

$$2) \vec{a} \circ \vec{b} = -\vec{b} \circ \vec{a};$$

$$3) (\vec{a} + \vec{b}) \circ \vec{c} = \vec{a} \circ \vec{c} + \vec{b} \circ \vec{c};$$

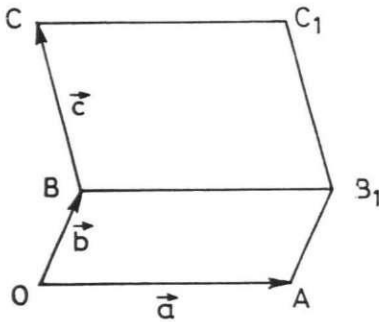
$$4) (k\vec{a}) \circ \vec{b} = k(\vec{a} \circ \vec{b});$$

$$5) \vec{a} \circ \vec{kb} = k(\vec{a} \circ \vec{b});$$

6) $\vec{a} \circ \vec{b} = 0$ tad un tikai tad, ja \vec{a} un \vec{b} ir kolineāri vektori vai arī vismaz viens no tiem ir nulles vektors;

$$7) \vec{a} \circ \vec{a} = 0.$$

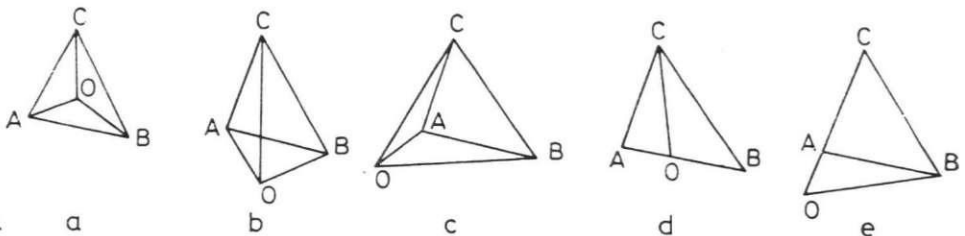
Aplūkosim pirmo īpašību. Vietas ekonomijas labad analizēsim tikai gadījumu, kad $(\vec{a}, \vec{b}) > 0$ un $(\vec{a}, \vec{c}) > 0$.



4. att.

Tad, pēc 1. teorēmas, $\vec{a} \circ (\vec{b} + \vec{c}) = L_{OAC_1C}$, $\vec{a} \circ \vec{b} = L_{OAB_1B}$, $\vec{a} \circ \vec{c} = L_{BB_1C_1C}$, un, lai pierādītu vajadzīgo vienādību, atliek piebilst, ka $\triangle OBC \cong \triangle AB_1C_1$. Citus gadījumus, kā arī pārējo īpašību pierādīšanu atstājam lasītājam.

3. teorēma pierāda, ka, pārveidojot izteiksmes, kurās lietots pseidoskalārais reizinājums, var atvērt iekavas un iznest ārpus « \circ » zīmes skaitliskus reizinātājus atbilstoši parastajiem algebras likumiem. Jāatceras tikai, ka, pseidoskalārajā reizinājumā mainot reizinātāju secību, tā zīme mainās uz pretējo, un kolineāru vektoru pseidoskalārais reizinājums ir 0.



5. att.

Minēsim divus 2. teorēmas secinājumus, kam ir liela nozīme uzdevumu risināšanā.

4. teorēma. Ja ABC ir trijstūris, kura virsotnes uzrādītas pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam, un O — kaut kāds trijstūra ABC plaknes punkts, tad šā trijstūra laukumu var aprēķināt pēc formulas

$$L_{ABC} = \frac{1}{2} (\vec{OA} \circ \vec{OB} + \vec{OB} \circ \vec{OC} + \vec{OC} \circ \vec{OA}).$$

Ja turpreti $\triangle ABC$ virsotnes uzrādītas pulksteņa rādītāju kustības virzienā, tad šīs vienādības labā puse izsaka $\triangle ABC$ laukumu ar mīnus zīmi.

Pierādījums. Mēs aplūkojam tikai gadījumu, kad $\triangle ABC$ virsotnes uzdotas pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam. Otrais gadījums aplūkojams pilnīgi analogiski, un ieteicams lasītājam to izdarīt patstāvīgi. Izšķirsim vairākus apakšgadījumus:

$$\begin{aligned} a) L_{ABC} &= L_{OAB} + L_{OBC} + L_{OCA} = \\ &= \frac{1}{2} \vec{OA} \circ \vec{OB} + \frac{1}{2} \vec{OB} \circ \vec{OC} + \frac{1}{2} \vec{OC} \circ \vec{OA} = \\ &= \frac{1}{2} (\vec{OA} \circ \vec{OB} + \vec{OB} \circ \vec{OC} + \vec{OC} \circ \vec{OA}) \end{aligned}$$

(izmantojam 2. teorēmu);

b) punkts O atrodas trijstūra ABC ārpusē tā, kā parādīts 5. att. b.

$$\begin{aligned} \text{Tad } L_{ABC} &= L_{OCA} + L_{OBC} - L_{OBA} = \\ &= \frac{1}{2} \vec{OC} \circ \vec{OA} + \frac{1}{2} \vec{OB} \circ \vec{OC} - \\ &- \frac{1}{2} \vec{OB} \circ \vec{OA} = \frac{1}{2} (\vec{OC} \circ \vec{OA} + \vec{OB} \circ \vec{OC} + \\ &+ \vec{OA} \circ \vec{OB}) \end{aligned}$$

(izmantojam 2. teorēmu un 3. teorēmas 2. punktu).

Apakšgadījumus, kas atbilst citiem punkta O

novietojumiem attiecībā pret trijstūri ABC (sk. 5. att. c , d un e variantus), iesakām lasītājiem pārbaudīt patstāvīgi.

4. teorēmu var vispārināt patvaļīga (ne noteikti izliekta) n -stūra gadījumam.

5. **teorēma.** Ja $A_1A_2A_3\dots A_n$ ir n -stūris, kura virsotnes apzīmētas pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam, bet O — patvaļīgs punkts n -stūra plaknē, tad n -stūra laukums L izsakāms ar formulu

$$L = \frac{1}{2} (\vec{OA}_1 \circ \vec{OA}_2 + \vec{OA}_2 \circ \vec{OA}_3 + \dots + \vec{OA}_{n-1} \circ \vec{OA}_n + \vec{OA}_n \circ \vec{OA}_1).$$

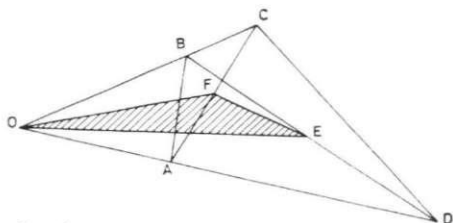
5. teorēmu pierāda ar matemātisko indukciju, balstoties uz 4. teorēmu; ļaujām to izdarīt lasītājam patstāvīgi.

2., 4. un 5. teorēma izsaka galvenās pseidoskalārā reizinājuma īpašības, kas nodrošina tā lietošanas izdevīgumu: šīs teorēmas ir spēkā jebkuriem vektoriem, daudzstūriem un punktiem neatkarīgi no to novietojuma, tāpēc pēdējais risinājuma gaitā nav jāņem vērā.

Taigad parādīsim dažus pseidoskalārā reizinājuma lietošanas piemērus.

1. **piemērs.** Dots izliekts četrstūris $ABCD$. Novilkta diagonāles BD un AC . Pagarinot malas BC un AD , iegūts to pagarinājumu krustpunkts O . Diagonāļu viduspunktus savienojot ar punktu O , izveidojas $\triangle OEF$. Jāpierāda, ka

$$L_{OEF} = \frac{1}{4} L_{ABCD} \text{ (sk. 6. att.)}.$$



6. att.

Atrisinājums. Apzīmējam $\vec{OA} = a$, $\vec{OB} = b$, $\vec{OC} = c$, $\vec{OD} = d$. Tad $\vec{OF} = \frac{1}{2}(\vec{OA} + \vec{OC}) =$

$$= \frac{\vec{a} + \vec{c}}{2}, \vec{OE} = \frac{\vec{b} + \vec{d}}{2}. \text{ Tāpēc } L_{OEF} =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \vec{OE} \circ \vec{OF} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\vec{b} + \vec{d}}{2} \circ \frac{\vec{a} + \vec{c}}{2} = \\ &= \frac{1}{8} (\vec{b} + \vec{d}) \circ (\vec{a} + \vec{c}) = \frac{1}{8} (\vec{b} \circ \vec{a} + \vec{b} \circ \vec{c} + \vec{d} \circ \vec{a} + \\ &\quad + \vec{d} \circ \vec{c}) = \frac{1}{8} (\vec{b} \circ \vec{a} + \vec{d} \circ \vec{c}), \text{ jo } \vec{b} \circ \vec{c} = 0 \text{ un} \end{aligned}$$

$\vec{a} \circ \vec{d} = 0$ — vektori a un d , b un c ir kolineāri.

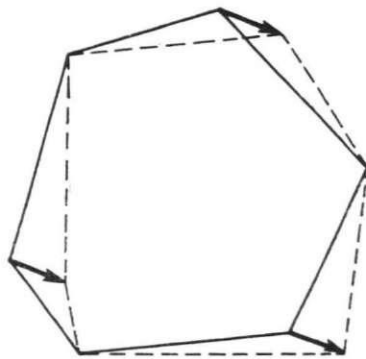
Pārveidojot tālāk, iegūstam

$$\begin{aligned} L_{OEF} &= \frac{1}{8} (\vec{b} \circ \vec{a} + \vec{d} \circ \vec{c}) = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \vec{d} \circ \vec{c} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2} \vec{a} \circ \vec{b} \right) = \frac{1}{4} (L_{ODC} - L_{OAB}) = \frac{1}{4} L_{ABCD}, \end{aligned}$$

ko arī vajadzēja pierādīt.

2. **piemērs.** Dots daudzstūris ar pāra skaitu virsotņu. Katru otro virsotni pārbīda par vienu un to pašu vektoru, bet pārējās virsotnes atstājam nemainītas.

Pierādīt, ka jauniegūtā daudzstūra laukums vienāds ar sākotnējā daudzstūra laukumu (sk. 7. att.).



7. att.

Atrisinājums. Apzīmēsim sākotnējā daudzstūra virsotnes pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam ar $A_1B_1A_2B_2\dots A_nB_n$; tā virsotņu skaits tātad ir $2n$. Pieņemsim, ka virsotnes A_1, A_2, \dots, A_n tiek pārbīdītas par vektoru \vec{a} un ieņem attiecīgi stāvokļus C_1, C_2, \dots, C_n ; tad iegūtais daudzstūris ir $C_1B_1C_2B_2\dots C_nB_n$. Izvēlēsimies plaknē kādu

punktu O . Pēc 5. teorēmas, sākotnējā daudzstūra laukums ir

$$L_1 = \frac{1}{2} (\vec{OA}_1 \circ \vec{OB}_1 + \vec{OB}_1 \circ \vec{OA}_2 + \vec{OA}_2 \circ \vec{OB}_2 + \dots + \vec{OA}_{n-1} \circ \vec{OB}_{n-1} + \vec{OB}_{n-1} \circ \vec{OA}_n + \vec{OA}_n \circ \vec{OB}_n + \vec{OB}_n \circ \vec{OA}_1),$$

bet iegūtā daudzstūra laukums

$$L_2 = \frac{1}{2} (\vec{OC}_1 \circ \vec{OB}_1 + \vec{OB}_1 \circ \vec{OC}_2 + \vec{OC}_2 \circ \vec{OB}_2 + \dots + \vec{OC}_{n-1} \circ \vec{OB}_{n-1} + \vec{OB}_{n-1} \circ \vec{OC}_n + \vec{OC}_n \circ \vec{OB}_n + \vec{OB}_n \circ \vec{OC}_1).$$

Skaidrs, ka $\vec{OC}_i = \vec{OA}_i + \vec{A}_i C_i = \vec{OA}_i + \vec{a}$, ja $i=1, 2, \dots, n$. Tāpēc, ievietojot šīs sakarības L_2 formulā, iegūstam

$$L_2 = \frac{1}{2} ((\vec{OA}_1 + \vec{a}) \circ \vec{OB}_1 + \vec{OB}_1 \circ (\vec{OA}_2 + \vec{a}) + \dots + (\vec{OA}_{n-1} + \vec{a}) \circ \vec{OB}_{n-1} + \vec{OB}_{n-1} \circ (\vec{OA}_n + \vec{a}) + (\vec{OA}_n + \vec{a}) \circ \vec{OB}_n + \vec{OB}_n \circ (\vec{OA}_1 + \vec{a})).$$

Atverot iekšējās iekavas un grupējot locekļus, iegūstam, ka

$$L_2 = \frac{1}{2} ((\vec{OA}_1 \circ \vec{OB}_1 + \vec{OB}_1 \circ \vec{OA}_2 + \dots + \vec{OA}_{n-1} \circ \vec{OB}_{n-1} + \vec{OB}_{n-1} \circ \vec{OA}_n + \vec{OA}_n \circ \vec{OB}_n + \vec{OB}_n \circ \vec{OA}_1) + (a \circ \vec{OB}_1 + \vec{OB}_1 \circ a + a \circ \vec{OB}_2 + \dots + a \circ \vec{OB}_{n-1} + \vec{OB}_{n-1} \circ a + a \circ \vec{OB}_n + \vec{OB}_n \circ a)).$$

Pirmajā iekavā ir $2L_1$. Otrā iekava ir 0, jo,

ja $i=1, 2, \dots, n$, tā satur $\vec{OB}_i \circ \vec{a}$ un $a \circ \vec{OB}_i$,

bet $\vec{OB}_i \circ \vec{a} = -a \circ \vec{OB}_i$, tātad $\vec{OB}_i \circ \vec{a} + a \circ \vec{OB}_i = 0$. Tāpēc $L_2 = \frac{1}{2} (2L_1 + 0) = L_1$, ko arī vajadzēja pierādīt.

3. piemērs. Izliektā četrstūrī $ABCD$ pretējās malas nav paralēlas. Apzīmējam taišņu (AB) un (CD) krustpunktu ar M , bet (BC) un (AD)

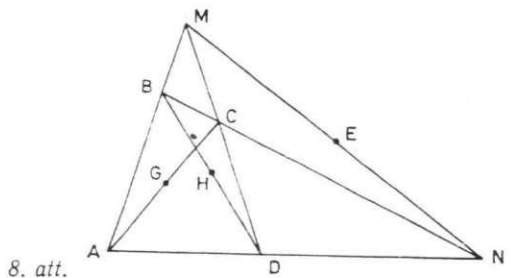
krustpunktu ar N ; nogriežņa MN viduspunktu apzīmējam ar E . Cetrstūra diagonāļu AC un BD viduspunktus apzīmējam attiecīgi ar G un H . Pierādīt, ka punkti G, H un E atrodas uz vienas taisnes (Gausa teorēma).

Atrisinājums. Ievērosim, ka 3 punkti — X, Y un Z atrodas uz vienas taisnes tad un tikai tad, ja $L_{XYZ} = 0$ jeb, atceroties 4. teorēmu,

tad un tikai tad, ja $\vec{OX} \circ \vec{OY} + \vec{OY} \circ \vec{OZ} + \vec{OZ} \circ \vec{OX} = 0$ (te O — patvaļīgs plaknes punkts). Izvēlēsimies par O punktu A (sk.

8. att.). Tad $AG = \frac{\vec{AC}}{2}$, $AH = \frac{\vec{AB} + \vec{AD}}{2}$, $AE =$

$$\begin{aligned} & \frac{\vec{AM} + \vec{AN}}{2} \text{ un } AG \circ AH + AH \circ AE + AE \circ AG = \\ & = \frac{1}{2} (\vec{AC} \circ \vec{AB} + \vec{AC} \circ \vec{AD} + \vec{AB} \circ \vec{AM} + \vec{AB} \circ \vec{AN} + \vec{AD} \circ \vec{AM} + \vec{AD} \circ \vec{AN} + \vec{AM} \circ \vec{AC} + \vec{AN} \circ \vec{AC}) = \\ & = \frac{1}{4} (\vec{AB} \circ \vec{AM} + \vec{AD} \circ \vec{AN}) + \frac{1}{4} (\vec{AC} \circ \vec{AB} + \vec{AB} \circ \vec{AN} + \vec{AN} \circ \vec{AC}) + \frac{1}{4} (\vec{AM} \circ \vec{AC} + \vec{AC} \circ \vec{AD} + \vec{AD} \circ \vec{AM}). \end{aligned}$$



8. att.

Pirmajās iekavās katrs saskaitāmais ir 0 pēc 3. teorēmas; abas pārējās iekavas ir nulle tāpēc, ka B, C, N un M, C, D atrodas uz vienas

taisnes. Tāpēc $AG \circ AH + AH \circ AE + AE \circ AG = 0$, un punkti G, H, E arī atrodas uz vienas taisnes. Teorēma pierādīta.

Tālāk — daži uzdevumi patstāvīgai risināšanai.

1. Dots izliekts sešstūris $ABCDEF$. Ar G, H, I, J, K un L apzīmēti attiecīgi diagonāļu AC, BD, CE, DF, EA un FB viduspunkti. Pierādīt, ka sešstūra $GHIJKL$ laukums ir 4 reizes mazāks par sešstūra $ABCDEF$ laukumu. (Vissavienības matemātikas olimpiādes uzdevums.)

2. Dots izliekts sešstūris $ABCDEF$. Apzīmējam tā laukumu ar L_0 . Tā sešstūra laukumu, kuru iegūst, pēc kārtas savienojot $ABCDEF$ malu viduspunktus, apzīmēsim ar L_1 . Ar L apzīmēsim tā trijstūra laukumu, kas izveidojas, savienojot sākotnējā sešstūra diagonāļu AD, BE un CF viduspunktus.

$$\text{Pierādīt, ka } |L_1 - \frac{3}{4} L_0| = L.$$

3. Dots izliekts piecstūris P_0 . Apzīmēsim tā laukumu ar L_0 . Savienojot pēc kārtas piecstūra P_0 malu viduspunktus, iegūstam izliektu piecstūri P_1 ; apzīmējam tā laukumu ar L_1 . Savienojot pēc kārtas piecstūra P_1 malu viduspunktus, iegūstam izliektu piecstūri P_2 ; apzīmējam tā laukumu ar L_2 , utt. Pierādīt, ka virknē $L_0, L_1, L_2, \dots, L_n, \dots$ pastāv sakarība $16L_{n+2} - 12L_{n+1} + L_n = 0$, kur $n=0, 1, 2, \dots$.

4. ABC — patvaļīgs trijstūris, P — punkts tā iekšpusē. Apzīmēsim ar A_1, B_1, C_1 taisņņu $(AP), (BP), (CP)$ krustpunktus ar trijstūra kontūru. Apzīmēsim ar A_2 punktu, kas simetrisks punktam A attiecībā pret A_1 . Līdzīgi definējam B_2 un C_2 . Pierādīt, ka

$$L_{A_2 B_2 C_2} = 4L_{A_1 B_1 C_1} + 3L_{ABC}.$$

(Austrijas matemātikas olimpiādes uzdevums.)

5. Vispārināt 4. uzdevuma rezultātu gadījumam, kad taisnes $(AA_1), (BB_1), (CC_1)$ nekrustojas vienā punktā.

Un, beidzot, formulēsīm *problēmu lasītāju patstāvīgiem pētījumiem*.

Ja mēs līdzīgi kā 3. uzdevumā konstruētu trijstūru virkni, atbilstošajā laukumu virknē pastāvētu sakarība

$$4L_{n+1} - L_n = 0, \quad n=0, 1, 2, \dots \quad (*)$$

Cetrstūru virknes gadījumā mēs iegūtu sakarību

$$2L_{n+1} - L_n = 0, \quad \text{kur } n=0, 1, 2, \dots \quad (**)$$

Solidziniet šīs sakarības ar 3. uzdevumā formulēto rezultātu. Vai tās nevar vispārināt arī sešstūrim, septiņstūrim utt.? (Var, protams, gadīties, ka atbilstošā sakarība, piemēram, sešstūrim, sastāvēs nevis no diviem locekļiem kā (*) un (**), bet no trim vai vairāk locekļiem.) Vai nevar saskatīt kādu analogiju starp šīm trim sakarībām un 1. un 2. uzdevuma rezultātiem?

A. A n d ž ā n s

REPUBLIKAS DEVĪTĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE (organizācija, uzdevumi, risinājumi)

Agrāk nekā parasti — 8. aprīlī šogad Rīgā pulcējās jaunie fizikas entuziasti, lai piedalītos tradicionālajā, pēc skaita devītajā Republikas atklātajā fizikas olimpiādē, ko bija organizējuši LĻKJS CK, LPSR ZA (Fizikas institūts), Zinātniski tehnisko biedrību Latvijas republikāniskā padome, Mašīnbūvniecības zinātniski tehniskās biedrības Latvijas republikāniskā valde, A. Popova Radiotehnikas, elektronikas un sakaru ZTB LRV, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa un republikas Zinību biedrība, piedaloties arī P. Stučkas LVU Fizikas un matemātikas fakultātei.

1984. gada Republikas atklātajā fizikas olimpiādē startēja vairāk nekā 250 vidusskolu audzēkņu, kas pārstāvēja visdažādākās republikas pilsētas un rajonus. Par olimpiādes uzvarētājiem savās grupās kļuva Uno Auliks (Rīgas 1. vidusskola), Pēteris Ivāns (Kuldīgas 1. vidusskola), Jānis Virbulis (Aizputes vidusskola), Aleksandrs Baņko (Rīgas 52. vidusskola), Dmitrijs Glazunovs un Igors Bondarenko (abi — Rīgas 79. vidusskola).

Pilns godalgotu vietu un atzinības rakstus izcīnījušo dalībnieku saraksts publicēts laikrakstā «Padomju Jaunatne» 1984. gada 25. maijā.

Olimpiādes orgkomitejas vārdā autors izsaka atzinību LPSR ZA Fizikas institūta darbiniekiem A. Cēberam, A. Cuhrovam, I. Fabrikantam

un A. Petrovam, kā arī P. Stučkas LVU docentam V. Fļorovam un LVU komjaunatnes organizācijas sekretāram K. Villerušam par līdzdalību olimpiādes nodrošināšanā.

Sajā nākamajā «Zvaigžņotās debess» numurā publicējam olimpiādē piedāvātos uzdevumus ar atrisinājumiem vai norādēm, kas palīdzēs interesentiem patstāvīgi iegūt atrisinājumu.

Pie katra uzdevuma iekavās norādīts, kurām latviešu plūsmas (*L*) vai krievu plūsmas (*K*) klasēm attiecīgais uzdevums paredzēts.

UZDEVUMU FORMULĒJUMI

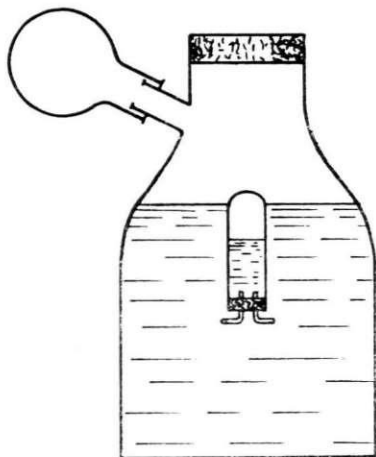
1. uzdevums (9., 10. L, 8., 9. K)

Tika demonstrēts eksperiments ar nosacītu nosaukumu «Rotējošā mēģene».

Eksperimentā izmantoja 1. attēlā parādīto iekārtu, kas sastāvēja no lielāka hermētiski noslēgta trauka ar tam pierīkoti gumijas bumbieri. Traukā peldēja mēģene (2. att.), kurai caur aizbāzni izvadītas divas caurulītes, kas ārpus mēģenes izliektas pretējos virzienos. Mēģenē pirms eksperimenta tika ieliets tik daudz ūdens, lai, mēģenei peldot, tās gals atrastos trauka ūdens līmenī.

Ja saspiež gumijas bumbieri, gaiss no tā ieplūst lielākajā traukā, bet, ja bumbieri atlaiž, gaiss atkal atgriežas tajā.

Eksperimentā bija vērojams, ka, tiklīdz sa-



1. att.

spiež gumijas bumbieri, mēģene nogrimst, bet, kad bumbieri atbrīvo, tā uzpeld, turklāt uzpeldot mēģene rotē ap savu vertikālo asi.

Olimpiādes dalībniekiem bija jāapraksta un jāizskaidro novērotās parādības. Tika atļauts eksperimentu pēc vēlēšanās pašiem atkārtot.

2. uzdevums (9. L, 8. K)

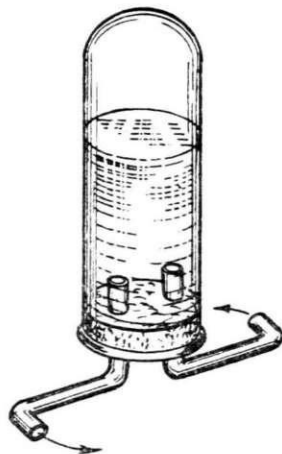
Dažu dziļūdens zivju peldpūslim ir miksta siena. Kā šādas zivis var stabili peldēt lielā dziļumā?

3. uzdevums (9., 10. L, 8., 9. K)

Kādu maksimālo skaitu vagonu pret kalnu, kura slīpuma leņķis $\alpha = 1,5^\circ$, un pa horizontālu ceļu var pavilkt elektrolokomotive, kuras masa ir trīs reizes lielāka nekā viena vagona masa? Saķeres koeficients (mierā stāvokļa berzes koeficients) $k_1 = 0,1$, bet rites berzes koeficients $k_2 = 0,001$. (Sajā uzdevumā pieņemt, ka rites berzes spēks vienāds ar rites berzes koeficienta un smaguma spēka normālās komponentes reizinājumu.)

4. uzdevums (9. L, 8. K)

Cilindriskā traukā ar šķērsriezuma laukumu S_0 ieliets šķidrums, kura blīvums ρ . Kāds ir šķidruma izplūšanas ātrums caur atveri, kuras šķērsriezuma laukums ir S_1 un kura atrodas attālumā h no šķidruma līmeņa? (Šķidruma viskozitāti neievērot.)



2. att.

5. uzdevums (9. L, 8. K)

Vai ar ampērmetru, kura mērdiapažons ir 10 A un iekšējā pretestība 0,1 Ω , var izmērit spriegumu diapazonā no 0 līdz 200 V? Ja nevar, tad kāpēc, ja var, tad kā?

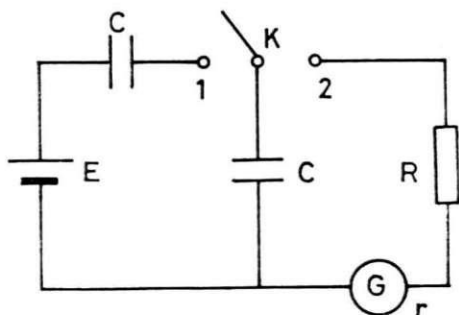
6. uzdevums (10. L, 9. K)

Vienmērīgā taisnvirziena kustībā esoša cieta lodīte gaisā un ūdenī pārvar noteiktu pretestību. Izskaidrojiet, kādēļ, vides temperatūrai palielinoties, pretestības spēks lodītes kustībai ūdenī samazinās, bet gaisā pieaug.

Lodītes izmēru izmaiņu neievērot.

7. uzdevums (10. L, 9. K)

Kāds lādiņš izplūdis caur galvanometru (3. att.), ja slēdzi K pārslēdz no stāvokļa 1 uz stāvokli 2 pēc tam, kad kondensatoru spriegumi vairs nemainās? Kāds siltuma daudzums izdalās uz rezistora R ? Galvanometra iekšējā pretestība — r , sprieguma avota elektrodzinēj-spēks — E , katra kondensatora kapacitāte — C .



3. att.

8. uzdevums (10. L, 9. K)

Sevišķi spēcīgus magnētiskos laukus var iegūt, ar sprādziena palīdzību saspiežot cilindriskas elektrovadošas caurules posmu, kurā radīts sākotnējais magnētiskais lauks ar indukciju B_0 . Aprēķināt magnētiskā lauka indukciju B caurulē brīdī, kad tā maksimāli saspiesta, ja sākotnējā indukcija $B=5$ T, sākotnējais caurules iekšējais rādiuss $R=5$ cm, bet maksimālās saspiešanas brīdī iekšējais rādiuss ir $r=0,5$ cm.

Uzskatīt, ka saspiežamā caurule ir ideāls vadītājs.

ATRISINĀJUMI UN NORĀDIJUMI

1. uzdevums

Mēģenei peldot lielajā traukā, tās gals atrodas tuvu ūdens līmenim. Tas nozīmē, ka mēģenes svars praktiski ir vienāds ar izspiestā ūdens svaru (t. i., Arhimēda spēku).

Saspiežot gumijas bumbieri, traukā palielinās gaisa spiediens. Saskaņā ar Paskāla likumu, spiediens gāzē un šķidrumā visos virzienos izplatās vienmērīgi. Tāpēc pieaug arī ūdens spiediens lielajā traukā un ūdens pa izliektajām caurulēm ieplūst mēģenē, kuras svars līdz ar to palielinās.

Tā kā cēlējspēks mēģenei jau eksperimenta sākumā bija maksimāls (mēģene kopš eksperimenta sākuma praktiski visa iegremdēta ūdenī), tad tas vairs nepieaug un mēģene sāk grimt.

Atbrīvojot gumijas bumbieri, gaisa un ūdens spiediens lielajā traukā samazinās un rezultātā mēģenē ieplūdušais ūdens izplūst pa izliektajām caurulēm. Tā reakcijas spēks izraisa mēģenes rotāciju.

2. uzdevums

Uz zivi noteiktā dziļumā h_0 darbojas divi spēki: smaguma spēks (svars) P_z un Arhimēda cēlējspēks F_{Arh} .

$$F_{Arh} = g\rho(h_0)V_z = g\rho(h_0)(V_0 + V_p), \quad (1)$$

kur $\rho(h_0)$ — ūdens blīvums dziļumā h_0 , V_z — zivs tilpums, V_0 — zivs audu un orgānu (izņemot peldpūšļa) tilpums, V_p — peldpūšļa tilpums, g — gravitācijas konstante.

Hidrostatiskais spiediens $p(h)$ dziļumā h atrodams no izteiksmes

$$p(h) = p(h_0) + g\rho(h_0)(h - h_0), \quad (2)$$

bet spiediens peldpūslī ir

$$p = p' + p(h) = p' + p(h_0) + g\rho(h_0)(h - h_0), \quad (3)$$

kur p' — tā gāzes spiediena daļa zivs peldpūslī (virs attiecīgajam dziļumam raksturīgā hidrostatiskā spiediena), ko nodrošina peldpūšļa mehāniskās īpašības, muskulatūras spēja mainīt peldpūšļa tilpumu.

No Mendeļejeva—Klapeirona vienādojuma

$$pV_p = \frac{m}{\mu} RT \quad (4)$$

(kur m — peldpūslī esošās gāzes masa, μ — tās vidējais molekulsvars, T — zivs temperatūra (kas zivij kā aukstasiņu dzīvniekam vienāda ar apkārtējās vides temperatūru), R — universālā gāzu konstante) un ņemot vērā (1) un (3) atrodam, ka

$$F_{\text{Arh}} = A + \frac{B}{\rho' + \rho(h_0) + g\rho(h_0)(h - h_0)}, \quad (5)$$

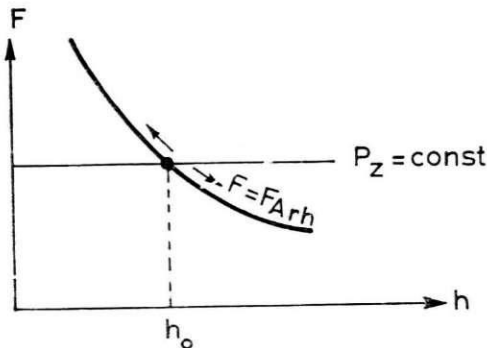
$$\text{kur } A = g\rho(h_0)V_0 \text{ un } B = \frac{g\rho(h_0)mRT}{\mu}. \quad (6)$$

Lai zivs stabili peldētu noteiktā dziļumā, tās svaram P_z jābūt vienādam ar Arhimēda spēku F_{Arh} .

Arhimēda spēka atkarība no dziļuma (ja T , m un ρ' vērtības ir konstantas) kvalitatīvi parādīta 4. attēlā.

No attēlotās sakarības izriet, ka zivs stāvoklis dziļumā h_0 nav stabils. Analizējot zivs novirzes no minētā dziļuma, var secināt, ka zivij vai nu jāuzpeld (peldpūšļa pieaugošas izplešanās rezultātā), vai jānogrimst (peldpūšļa saspiešanās rezultātā).

Lai tas nenotiktu, zivs fizioloģiskajiem mehānismiem jāspēj mainīt parametrus ρ' un m , kurus mēs pieņemām par konstantiem. Tas ir, zivs muskulatūrai noteiktās robežās jāregulē peldpūšļa izmēri un spiediens, kā arī jābūt



4. att.

mehānismiem gāzes izvadīšanai no peldpūšļa un tās efektīvai akumulēšanai.

3. uzdevums

Izmantosim šādus apzīmējumus: m — viena vagona masa, N — vagonu skaits, g — Zemes pievilkšanas spēka paātrinājums, f — elektrolokomotīves vilcējspēks, F_b — berzes spēks sastāva kustībai, P — sastāva svars, Q — sliežu ceļa (kā atbalsta) reakcijas spēks.

Ja aplūkojam (5. att.), kā šie spēki darbojas uz vilciena sastāvu, tad vienmērīgas kustības gadījumā varam sastādīt vektorālu sakarību

$$\vec{f} + \vec{Q} + \vec{F}_b + \vec{P} = 0. \quad (1)$$

Vērsīsim X un Y asis, kā parādīts attēlā. Aplūkojot izteiksmē (1) ietilpstošo spēku projekcijas uz X ass un izsakot tās atklātā veidā, iegūstam, ka

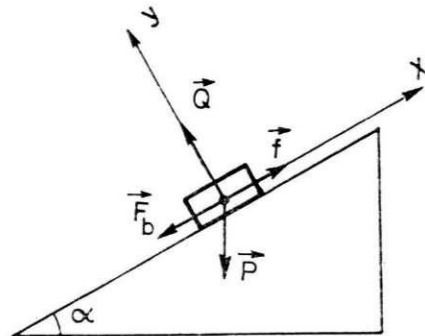
$$3k_1mg\cos\alpha - k_2(N+3)mg\cos\alpha - (N+3)mg\sin\alpha = 0. \quad (2)$$

Vienādojuma (2) atrisinājums attiecībā pret N ir

$$N = 3 \frac{(k_1 - k_2)\cos\alpha - \sin\alpha}{k_2\cos\alpha + \sin\alpha}. \quad (3)$$

Horizontālā ceļa posmā $\alpha = 0$ un $\cos\alpha = 1$, $\sin\alpha = 0$, tāpēc

$$N_{\text{hor}} = 3 \frac{k_1 - k_2}{k_2}. \quad (4)$$



5. att.

Ievietojot uzdevumā dotos lielumus, iegūstam, ka $N \approx 8$ (vagoni) un $N_{hor} = 297$ (vagoni). Tas ir, elektrolokomotīve var pavilkt pret kalnu, kura slīpuma leņķis $1,5^\circ$, astoņus vagonus, bet horizontālā ceļa posmā — 297 vagonus.

4. uzdevums

Ja kādā mazā laika intervālā Δt , kurā šķidruma līmeņa izmaiņu traukā var neņemt vērā, pa atveri izplūst šķidruma daudzums Δm , tad traukā esošā šķidruma potenciālā enerģija samazinās par lielumu Δmgh . Neņemot vērā viskozitātes radītos enerģijas zudumus, šo enerģiju «aiznes» no trauka ar ātrumu v izplūstošais šķidrums, kura kinētiskā enerģija ir $\frac{\Delta mv^2}{2}$. Tā kā arī trauka augšējā daļā šķidrums kustas ar kādu ātrumu v_1 un tam piemīt kinētiskā enerģija $\frac{\Delta mv_1^2}{2}$, tad ir spēkā sakarība

$$\Delta mgh + \frac{\Delta mv_1^2}{2} = \frac{\Delta mv^2}{2}. \quad (1)$$

Ja šķidrums ir nesaspiežams, tad

$$vS_1 = v_1S_0, \quad (2)$$

kur v_1 — šķidruma līmeņa pazemināšanās ātrums.

No (1) un (2) atrodam izplūšanas ātrumu

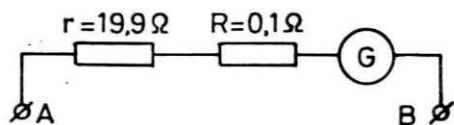
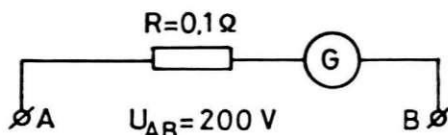
$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_1}{S_0}\right)^2}}. \quad (3)$$

Ja trauka šķērsriezuma laukums S_0 un atveres laukums S_1 ir tādi, ka $S_0 \gg S_1$, tad izteiksmes (3) vietā var rakstīt:

$$v = \sqrt{2gh}. \quad (4)$$

5. uzdevums

Ja spriegums starp punktiem A un B , kuriem pieslēgts ampērmetrs ar iekšējo pretestību $R = 0,1 \Omega$ (6. att.), sasniedz 200 V, tad, atbilstoši Oma likumam, strāva, kas plūst caur ampērmetru, $I_1 = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{200 \text{ V}}{0,1 \Omega} = 2000 \text{ A}$. Tā kā



6. att.

ampērmetrs paredzēts ne vairāk kā 10 A stipras strāvas mērīšanai, tas acimredzot tiks bojāts.

Lai ar šo ampērmetru varētu mērit spriegumu prasītajā diapazonā, virknē ar to jāpieslēdz kāda papildpretestība r , kas ierobežotu strāvas stiprumu. No nosacījuma $I_2 = \frac{U_{AB}}{R+r} \leq 10 \text{ A}$ izriet, ka papildpretestība $r = 19,9 \Omega$.

Ja $r = 19,9 \Omega$, ampērmetra uzrādītajai strāvai $I = 10 \text{ A}$ atbildīs spriegums $U_{AB} = 200 \text{ V}$, bet citas sprieguma vērtības 0—200 V diapazonā būs attiecīgi nosakāmas, vadoties no ampērmetra rādījuma diapazona 0—10 A.

Lai mērījumu relatīvā kļūda būtu iespējami maza (dotā aparāta īpašību robežās), tad nolācijumam jāizmanto visa mērskala, t. i., r jāizvēlas precīzi 19,9 Ω .

Sajā gadījumā pieslēgtajā papildpretestībā r izdalītā jauda ir $P = I^2 R = 10^2 \cdot 19,9 = 1990 \text{ (W)}$, kas arī nosaka mērīšanas iespējas.

Ja mērījumi ir īslaicīgi un pieslēgtās pretestības tips atbilstošs, tad tajā izdalītā jauda (kas apmēram atbilst divu elektrisko plītnu jaudai) nebūs principiāls šķērslis sprieguma mērīšanai attēlotajā veidā.

6. uzdevums

Lai uzturētu lodītes vienmērīgu taisnvirziena kustību šķidrumā vai gāzē, jāpieliek spēks, tādēļ ka, lodītei pārvietojoties, tā iekustina arī apkārtējo vidi, caur kuru virzās. Iekustinātās masas lielums un ar to saistītais videi piešķirtais impulss atkarīgs no mehānisma, kas no-

saka impulsa pārnese no lodītes uz apkārtējo vidi.

Šķidrumiem raksturīgs daļējs molekulu sakārtojums, t. s. tuvā kārtība, kas nodrošina molekulu un atsevišķu blakus esošo šķidruma slāņu mijiedarbību un impulsa pārnese no lodītes uz sākumā nekustīgo apkārtējo vidi.

Pieaugot šķidruma temperatūrai, mijiedarbība starp dažādiem slāņiem pavājinās, un tas izraisa impulsa pārnese un pretestības samazināšanos.

Gāzēs dažādi slāņi nav savstarpēji saistīti un molekulu mijiedarbība realizējas galvenokārt sadursmes brīdī. Pieaugot gāzes temperatūrai, molekulu haotiskā kustība kļūst intensīvāka un līdz ar to palielinās molekulu apmaiņa starp kustošās lodītes rajonu un pārējo vidi, tādējādi intensificējot impulsa pārnese, kas arī izraisa pretestības palielināšanos.

Dažādi hidrodinamikas aspekti ļoti saistoši un populāri izklāstīti K. Kuzova grāmatā «Мир без форм» (M., 1976).

7. uzdevums

Ja slēdzis K (sk. 3. att.) atrodas stāvoklī I , tad notiek abu kondensatoru uzlādēšanās. Kad kondensatoru spriegums vairs nemainās, t. i., kad tie pilnīgi uzlādējušies, sistēmas (virknē slēgti kondensatori) lādiņš ir $Q = C_s E$, kur C_s — abu kondensatoru sistēmas kapacitāte, E — sprieguma avota elektrodzinējspēks.

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \text{ vai } C_s = \frac{C}{2}. \quad (1)$$

Sistēmas lādiņš Q un enerģija W ir attiecīgi

$$Q = \frac{CE}{2} \text{ un } W = \frac{Q^2}{2C_s} = \frac{CE^2}{4}. \quad (2)$$

Tāpēc katra atsevišķā kondensatora enerģija ir

$$W_1 = \frac{CE^2}{8}. \quad (3)$$

Pēc slēdža K pārslēgšanas no stāvokļa I uz stāvokli 2 šī enerģija izdalīsies siltuma veidā uz rezistora R un galvanometra iekšējās pre-

testības r proporcionāli to pretestību lielumiem, t. i., izdalītie siltuma daudzumi būs

$$W_R = \frac{R}{r+R} \cdot \frac{CE^2}{8} \text{ un } W_r = \frac{r}{r+R} \cdot \frac{CE^2}{8}. \quad (4)$$

Caur galvanometru izplūdušais lādiņš būs vienāds ar sistēmas lādiņu $Q = \frac{CE}{2}$.

8. uzdevums

Saskaņā ar Faradeja indukcijas likumu, noslēgtā kontūrā rodas elektrodzinējspēks E , ja notiek kontūra aptverto laukumu šķeļošā magnētiskā lauka plūsmas izmaiņa. Tas ir,

$$E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (1)$$

$\Delta\Phi$ — magnētiskā lauka plūsmas izmaiņa laika intervālā Δt .

Ja kontūra elektriskā pretestība ir R , tad strāvas stiprums I ir

$$I = - \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (2)$$

Izteiksme (2) ekvivalenta šādai sakarībai:

$$IR = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (3)$$

Ideālam vadītājam $R=0$, tāpēc arī $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ jābūt vienādam ar 0, tātad ideāla vadītāja veidotā kontūrā $\Delta\Phi=0$ un magnētiskā lauka plūsma $\Phi = \text{const}$.

Ja sprādziena rezultātā caurule (kontūrs) tiek saspiesta, tās laukuma samazināšanās izraisa atbilstošu magnētiskā lauka pastiprināšanos atbilstoši sakarībai

$$B_0 \pi R^2 = B \pi r^2, \quad (4)$$

kur B_0 un B — magnētiskā lauka indukcija pirms un pēc sprādziena, bet R un r — atbilstošie caurules rādiusi.

No izteiksmes (4) var iegūt magnētiskā lauka indukciju maksimālās saspiešanās brīdī

$$B = B_0 \frac{R^2}{r^2} = 500 \text{ (T)}. \quad (5)$$

L. Šmits



KURŠU NĒRIJAS KLEJOJOŠĀS KĀPAS

**DANUTE MARDOSIENE,
VINCS VAINAUSKS**

Daba apveltījusi Lietuvu ar krāšņu rotu — Baltijas jūras piekrastē stiepjas šaura gandrīz simt kilometrus gara smilšu strēle — Kuršu kāpas jeb nērija¹, kas atdala no jūras lielu piekrastes ezeru — Kuršu jomu. Taču šis vienreizīgais un skaistais dabas veidojums cieš no briesmīgas slimības — klejojošo kāpu uzbrukuma, ko izraisījis cilvēku nesaprātīgā un alkātīgā saimnieciskā darbība 18. gs. otrajā pusē, kad izcirta gadsimtiem ilgi uz nērijas augušos mežus.

Autori stāsta par turpat divsimt gadus ilgo cīņu, lai savaldītu trakojošo smilšu stihiju, kas iznīcina savā ceļā visu dzīvo dabu. Lietuvišu zinātnieku pūliņu rezultātā tagad pilnīgi izpētīti klejojošo kāpu dinamiskie procesi un rasti efektīvi pretlīdzekļi.

Kuršu nērija ir šaura zemes strēle, kas izaug pie Krancas Zemlandes (Sembijas) pussalā un stiepjas uz ziemeļiem līdz Klaipēdas ostas jūras vārtiem. Šī šaurā zemes strēle sasniedz 98 km garumu, visplatākajā vietā ir 3,8 km plata (visšaurākajā — tikai 0,4 km) un aizņem ap 180 km² lielu teritoriju. Nēriju no rietumiem apskalo Baltijas jūra, bet no austrumiem — Kuršu jomas jeb Kuršu līča ūdeņi. Administratīvi Kuršu nērijas dienviddaļa iekļauta KPFSR Kaļiņingradas apgabalā, bet ziemeļdaļa — Lietuvas PSR (1. att.).

Kuršu kāpas ir samērā jauns dabas veidojums. Tās radušās apmēram pirms 5000—7000 gadiem, kad Baltijas jūra savā attīstībā pārdzīvoja t. s. Litorīnas stadiju. Litorīnas jūra aizņēma plašāku baseinu nekā pašreizējā Baltijas jūra un, atkāpjoties tās ūdeņiem, pie Kuršu līča atsedzās smilšu sēkļi. Vēji, jūras straumes un viļņi uz tiem sanesa no dienvidos atrodošās Sembijas pussalas irdenās smiltis, un piekrastes līča aizvējā

izveidojās šaura zemes strēle. Pamazām augot garumā un augstumā, smilšu strēle kļuva par pussalu, kas tagad noslēdz plašu Kuršu līča daļu, atstājot tikai nelielu spraugu pie Klaipēdas, lai jomā ieplūstošie Nemunas ūdeņi rastu izeju uz jūru.

Kurzemes piekrastē līdzīgi veidojušies Papes un Liepājas piejūras ezeri — smilšu strēlēm sašlēdzoties ar cietzemi, tur radušās lagūnas. Kā noskaidrots, vēl tagad jūras straumes nes smilšu plūsmu gar Kuršu zemes strēli un tālāk gar Latvijas rietumu piekrasti. Pie Kolkasraga vairums sanešu nogulstas, veidojot aizvien lielāku Kolkasraga pussalu un sēkli jūrā. Aprēķināts, ka gar Ventspili ziemeļaustrumu virzienā tiek aizdzīts vidēji ap 1 milj. m³ smilšu gadā.²

Vienreizīga un bagāta savā daudzveidībā ir Kuršu nērijas ainava. Uz šaurās zemes strēles izveidojušās savdabīgas reljefa un veģetācijas zonas — zemā piekrastes smilšu josla, tad pirmatnējo kāpu, t. s. parabolisko kāpu, pauguri,

¹ Liet. nērija — sens baltu vārds smilšu sanesumu apzīmēšanai.

² Latvijas PSR ģeogrāfija. R., 1975, 56. lpp.



1. att. Kuršu nērijas shēma: 1 — klejojošās kāpas, 2 — tagadējie ciemi, 3 — ar smiltīm apbērtie ciemi.

kas apaugusi ar kokiem, starp pauguriem līdzenumi un iepakas, kuros paslēpušies ciemati. Bet uz pelēcīgi zajā līdzenumu fona pret zilajām debesīm paceļas augstās kailās plūstošo smilšu kāpu kores. Saules apspīdēti, dzeltenīgi baltie smilšu kalni rada brīnumainu ainu — kāpas liekas bezgalīgi plašas. Patiesībā klejojošās kāpas nav tik lielas, tās sniedzas līdz 600—900 m garumā. Kāpu augstums pastāvīgi mainās. Pie Jodkrantes (Melnkrantes) tas ir 30—36 m, tikai atsevišķās kāpu kores sasniedz 45 m augstumu. Visaugstākais šajā apvidū ir Karvaites kalns (59,6 m). Nērijas vidusdaļā pie Pārņidas kāpu kores snie-

dzas 50 m augstumā, bet vēl tālāk uz dienvidiem Raudones meža kāpa — 41,8 m, Liepas kalns — 59,6 m un kāpa pie Kaspelāges — 54,3 m augstu³.

Klejojošo kāpu eolā — vēja izpūstā — forma ir stipri vienveidīga. Pret jūru vērsta nogāze ir lēzena (slīpums 4—12°), kore veido gandrīz līdzenu virsmu, bet tad otra nogāze slīpā leņķī (bieži vien pat 30°) traucas lejup. Pārvietodamās kāpa apber ar smiltīm visu, ko sastop ceļā, — pat cilvēku apdzīvotus ciematus.

Kad veidojušās klejojošās kāpas? Vai tās nav neapdomīgas cilvēka saimnieciskās darbības postošās sekas? Atbildi uz šiem jautājumiem sniedz vēsturiskās ziņas un klejojošo kāpu dinamikas pētījumi.

VĒSTURISKĀS ZIŅAS UN PIRMIE NOVĒROJUMI

Ticamas ziņas par kāpu vispārīgo uzbūvi un to attīstību iegūst, pirmkārt, iepazīstoties ar dažādiem vēstures avotiem (senām hronikām, ceļojumu aprakstiem, kartēm), un, otrkārt, ģeoloģiskos izrakumos atsedzot senus slāņus un izpētot tajos atrastās augu valsts atstātās pēdas.

Senākās vēsturiskās ziņas par Kuršu kāpām ir skopas: Livonijas Rīmju hronikā (13. gs. otrā puse) sniegts apraksts par bieziem un tumšiem mežiem kāpās, kuros slēpjoties svešinieki, kas slepeni uzbrūkot krustnešu ordeņa bruņiniekiem. Tātad 13. gadsimtā kāpas bijušas apaugušas ar mežu. Vēlākie ģeoloģiskie pētījumi liecina, ka kāpas patiešām segusi gan zāle, gan jauktu koku mežs, kurā augušas priedes, liepas, bērzi, alkšņi, vietām bijušas arī ozolu birzis. Tagad var tikai iztēloties, cik skaista tolaik izskatījies ar mežiem klātā nērija.

Par klejojošajām kāpām vēstures senavoti pirmoreiz ierunājas 1569. gadā, pieminot Kunces baznīcu, kurai draudot smilšu uzbrukums. Šis uzbrukums savu postošo darbu beidza 19. gs. sākumā, pilnīgi apberot ar smiltīm Kunces veco ciematu. Pēc šīs pirmās brīdinošās vēsts līdz pat 18. gs. sākumam rakstiskajos avotos nekādas zi-

³ Kāpu augstumi minēti pēc 1910. gada topogrāfiskās kartes.

ņas par klejojošo kāpu postījumiem nav at-
rastas.

Kā liecina jaunākie pētījumi, klejojošās kāpas Kuršu pussalā sākušas aktīvi veidoties tikai 17. gs. beigās, kad sāka izcirst kāpās augošos kokus. Sevišķi plašā apjomā koku izcīršana izvērsās 18. gs. otrajā pusē. Nocīrstos kokus nogādāja uz 1759. gadā ierikoto Klaipēdas zāģētavu, kur tos pārstrādāja būvmateriālos. Šī nesaprotīgā saimnieciskā darbība sagrāva dabā gadsimtiem ilgi veidojušos līdzsvaru, jo mežaudzes sargāja pirmatnējās kāpas no vēju postītajām iedarbības.

Pēc koku izcīršanas stīpros jūras vējus nekas vairs neaizkavēja. Ieskrējušies tie ielauzās meža izcirtumos, raudami sev līdzīgos sausās piekrastes smiltis, ar kurām tika apbērtā pirmatnējā kāpu zemsega. Vētras izgāza atlikušos vecos kokus un noārdīja pirmatnējās smilšu kāpas, izpūšot tajās dziļas bedres un lielas gravas. Irstošās smiltis vējš pakāpeniski nesa arvien tālāk, pa ceļam apberot mežaudzes. Smiltis valdīja pār kāpām, trakodamas tās iznīcināja savā ceļā visu dzīvo dabu. Apmēram trīsdesmit gadu laikā pēc intensīvās mežu izcīršanas zem smiltīm tika aprakti septiņi zvejnieku ciemati: Jaunlatumežs (1825. g.), Kuncē (1811. g.), Preda (1771. g.), Vecpilkopa (19. gs. sāk.), Jaunpilkopa (1839. g.), Karvaite (1797. g.) un Vecnagli (19. gs. sāk.).

Karvaites ciema traģiskā bojāeja iespaidīgi at-
tēlota kādā poēmā, ko 1797. gadā sacerējis šajā
ciemā dzimušais Mārtiņš Ludvigs Rēze (1776—
1840), vēlākais Kēnigsbergas (tag. Kaļiņingrada)
universitātes profesors un lietuviešu folkloras pē-
tnieks. Lūk, dažas rindas no Rēzes poēmas:

«Uzkavējies, ceļinieki, šeit un skati postīto vietu,
Pirms gadiem vairākiem tur ziedēja dārzi,
Bij' ciems ar mājām, kur sirdsšķīsti ļaudis mīta.

Vējš virpuļodams smiltis dzina pa
kāpas nogāzi uz ciema pusi,
Un mežu pārklāja, kas ciemam aizsegs bija.»

Karvaites ciemam, kas senrakstos minēts ar
1509. gadu, smiltis sāka uzbrukt 1765. gadā, un
1797. gadā tas jau bija pilnīgi aprakts zem
smiltīm. Šā ciema traģēdija radīja plašu rezonansi
sabiedrībā, jo tāds pats liktenis bija sa-
gaidāms arī citiem ciematiem. Tāpēc 1786. gadā,

kad smilšu mēles jau sāka laizīt zvejnieku bū-
diņas, Dancigā (tag. Gdaņska) tika izsludināts
konkurss par visefektīvākajiem un arī vislētā-
kajiem līdzekļiem cīņā pret smilšu briesmām. Vi-
tenbergas universitātes rektors Johans Daniels
Ticiuss ierosināja no jauna apzaļumot tuksnešai-
nās kāpas, bet tas bija grūti realizējams pasākums.
Pagāja 17 gadi, līdz dāņu cilmes zinātnieks
Sjorens Bjerns izstrādāja praktisku meto-
diku, kā vislabāk apmežot plūstošo smilšu klajumus.
Vispirms smilšu laukumam uzbēra dažā-
dus grūžus, iedzina mietiņus un sapina tos ar
klūgām. Tad laukumiņu apstādīja ar sevišķu,
ložņātāju priežu sugu. Šie augi ar laiku iesakņo-
jās, un to kroplie skujuainie zari nosedza kai-
lās smiltis. Pēc tam šādos ar priedītēm apau-
gušos laukumos dēstīja kokus, sākumā priedes,
bet vēlāk arī lapu kokus. Ar šādu paņēmieni
bija iespējams apmežot zemākās kāpu nogāzes
un uzkalniņus, bet ne pašas kāpu virsotnes, kas
sastāv no plūstošajām smiltīm.

Gar jūras krastu Bjerns ierosināja no žagaru
pinumiem izveidot aizsargkāpu, kas aizturētu
piekrastes smilšu noplūšanu.

Sjorena Bjerna ieteiktā smilšu kāpu apmežo-
šanas metodika tika arī praktiski izmantota. No
1803. gada līdz 1829. gadam izveidoja aizsarg-
kāpu gar jūras piekrasti no Krancas (tag. Zele-
nogradska) līdz Sarkuvai (tag. Ļesnoje), bet vēl
pēc trīsdesmit gadiem (1859. g.) aizsargvalnis
stiepās jau līdz Pervalkai.

Viens no aktīvākajiem un neatlaidīgākajiem
kāpu apmežotājiem bija mežsargs Francis Efa,
kas šim darbam veltīja 40 gadus. Ievedot smilšu
pauguros no līča iegūto merģeli, Efa kāpu nogā-
zēs stādīja no Dānijas saņemtās kalnu priedes.
Viņa piemiņu vēl šodien saglabā ar priedēm ap-
augušie Urbas un Nagļu kāpu pauguri pie Nidas
un kāpu posmi starp Preilu un Pervalku.

Pie Nidas jau sākot ar 1825. gadu mežu stā-
dīja toreizējās pasta stacijas priekšnieks Georgs
Dāvids Kuverts. Viņa izaudzētais mežs glāba
Nidu no bojāejas, kā arī pasargāja pasta ceļu
no aizbēršanas ar smiltīm. Pateicīgie nīdieši Ku-
verta piemiņai uzlika pieminekli uz viņa tēva
kapa. Pieminekli iekaltis: «Viņa dēls Georgs Dā-
vids Kuverts pirmais sāka apmežot Nidas smilšu
tuksnesi.»

Kāpu apmežošanā piedalījušies daudzi jo dau-

dzi cilvēki, un viņu darba rezultāti pilnībā izjūkami tagad, kad klejojošo kāpu uzbrukums daudzās vietās ir apturēts. Un tomēr šī stihija vēl nav pilnīgi uzvarēta. Augstās kailo smilšu kores apzaļumošanai nepakļaujas.

KĀPU PĀRVIETOŠANĀS PĒTĪJUMI

Lai gan plūstošo smilšu kāpu pārvietošanās bija skaidri redzama dabā un bija uzsākta cīņa par smilšaino vietu apmežošanu, pagājušā gadsimta pirmajā pusē tomēr vēl nebija pietiekami drošu zinātnisko pētījumu par kāpu pārvietošanās dinamiku.

Pirmos ticamos datus ieguva dabaspētnieks G. Berents 1869. gadā, salīdzinot 1837.—1839. un 1859./1860. gados iegūtos kāpu topogrāfiskos uzmērījumus. Pēc 22 sastādītajiem profiliem Berents noskaidroja, ka kāpu smilšu kores pārvietošanas ar ātrumu vidēji 5,6 m gadā, dažās vietās sasniedzot maksimumu — 14 m gadā. Galvenais kāpu pārvietošanās virziens bija vērsts uz austrumiem, bet ne visās vietās perpendikulāri pussalas strālei.⁴

1910. gadā atkārtoti topogrāfiski uzmērot klejojošās kāpas, konstatēja, ka 50 gadu laikā kāpu kores pārvietojušās austrumu virzienā jau vidēji par 200—300 m, tātad ar ātrumu 4—6 m gadā. Vislielākais pārvietoējums — 650 m tika konstatēts kāpai pie Grobštas raga dienvidos no Nidas. Mainījies bija arī kāpu augstums — dažās vietās tas bija palielinājies no 40 m līdz 50 m, bet citās atkal samazinājies.⁵ Acīmredzot šajā periodā bija mainījusies vēju pūsmas intensitāte.

SISTEMĀTISKU NOVĒROJUMU NEPIECIEŠAMĪBA

Pēckara gados Lietuvā jūras piekrastes ģeomorfoloģisko un eolodinamisko procesu izpētei lielu vērtību veļtija tagadējais Lietuvas PSR ZA korespondētājiļoeklis ģeogrāfijas zinātņu doktors

⁴ Berendt G. Geologie des Kurischen Hafens und seiner Umgebung. Königsberg, 1869.

⁵ Wichdorff H. H. Geologie der Kursischen Nehrung. Berlin, 1919.

Vīfauts Gudelis. Daudzos zinātniskajos darbos viņš aplūkojis ar Kuršu nērijas klejojošo kāpu stihijas apturēšanu saistītās problēmas.⁶ Viņa vadībā E. Mihaļukaite, izmantojot 1910. un 1955. gadā iegūtos kāpu topogrāfiskās uzmērīšanas datus, izpētīja kāpu pārvietošanās dinamiku 45 gadus ilgā periodā.

Mihaļukaite konstatēja, ka, pateicoties pagājušajā gadsimtā veiktajiem mežu stādījumiem, klejojošo kāpu pārvietošanās ātrums ievērojami samazinājies — atbilst vidēji 0,5—2 m gadā. Maksimālais pārvietošanās ātrums — līdz 5 m gadā — tika konstatēts lielajai kāpai starp Nidu un Pilkopu. Pussalas ziemeļdaļā starp Pervalku un Jodkranti kāpas 45 gados bija pārvietojušās par 20—120 m, tātad 0,5—2,7 m gadā.⁷

Pēdējos gados lietuviešu zinātnieki atkal atgriezies pie Kuršu nērijas klejojošo kāpu problēmām, jo pastāvošā situācija — krastu noskalošana pie ciematiem, dažu kāpu tendence pārvietoties uz jomas pusi, intensīvā tūrisma atfistība utt. — liek domāt par jauniem kāpu aizsardzības pasākumiem. Līdz ar to tiek turpināti pētījumi par plūstošo smilšu darbību, pētītas kāpu veidošanās likumsakarības dažādu faktoru ietekmē, kas aizkavētu to kustību, un, beidzot, tiek pētīti kāpu saglabāšanas un aizsardzības paņēmieni.

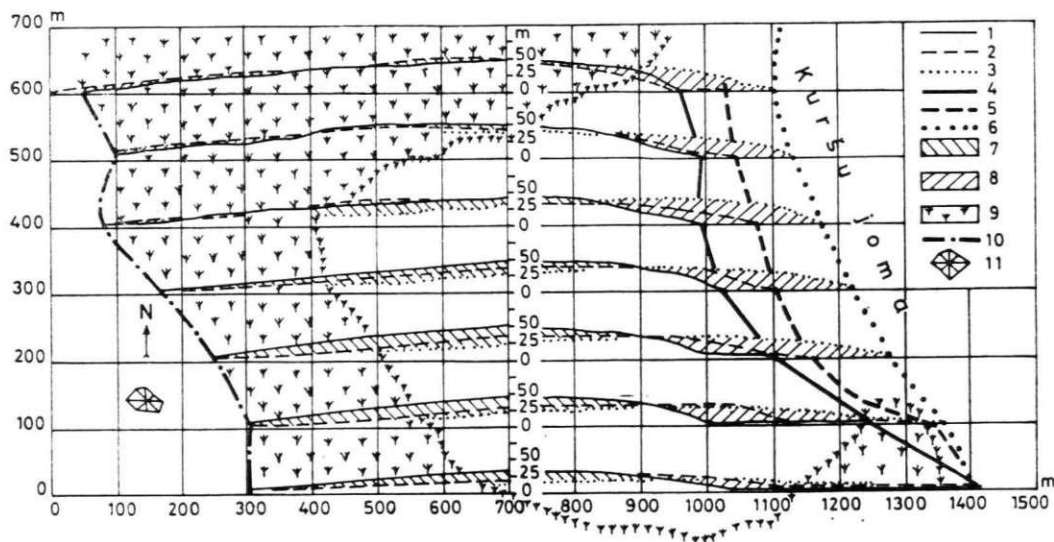
JAUNĀKIE PĒTĪJUMI

No 1980. gada šajā pētniecības darbā iesaistījusies arī Viļņas Valsts universitātes Inženierfotogrammetrijas laboratorija. Sadarbībā ar Lietuvas PSR ZA Ģeogrāfijas nodaļu laboratorija ik gadus Kuršu kāpu rajonā uzmēra klejojošo kāpu topogrāfisko virsmu speciāli izvēlētos stacionāros poligonos. Atkārtotā uzmērīšana tiek veikta lielā mērogā, kombinējot dažādas ģeodēziskās un fotogrammetriskās metodes.

Uzmērot klejojošās kāpas, pētniekiem jāsaisto-

⁶ Гуделис В., Михалюкайте Э. Древние параболические дюны косы Куршю Нерия. — Крај.: Geographia Lituania. Vilnius, 1976, 59.—63. lpp.

⁷ Michalukaite E. Kuršiu Nerijos krantu ir kopu dinamika per pastaruosius 100 metu. — Kraј.: Geografinis metraštis. Vilnius, 1967.

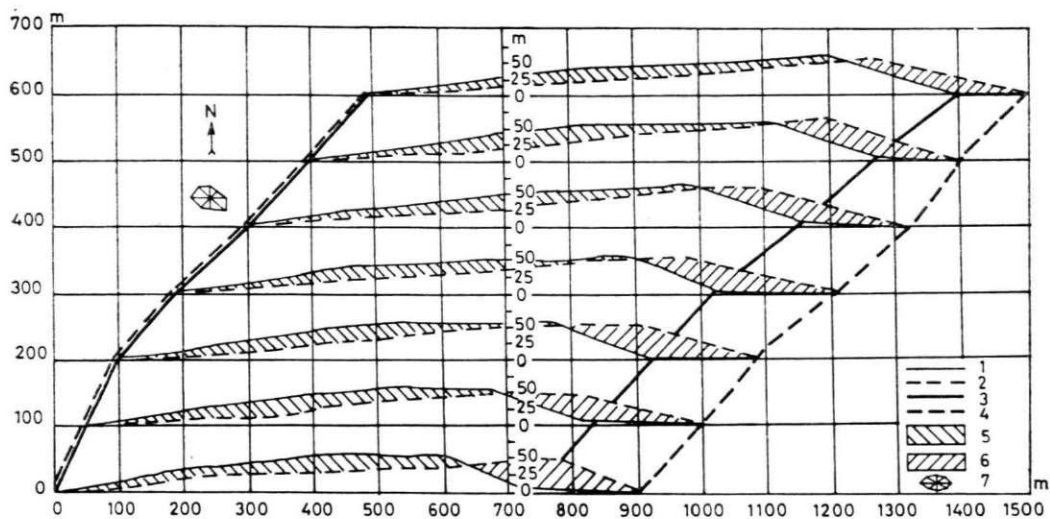


2. att. Pārņidas kāpas profilogramma: 1 — 1910. gada profils, 2 — 1955. gada profils, 3 — 1982. gada profils, 4 — Kuršu jomas krasta līnija 1910. gadā, 5 — krasta līnija 1955. gadā, 6 — krasta līnija 1982. gadā, 7 — smilšu deflācijas zona, 8 — smilšu akumulācijas zona, 9 — no 1970. gada ar zāli apaudzētā kāpu zona, 10 — kāpas pamatnes rietumu mala, 11 — gada valdošo vēju roze pēc Nidas meteoroloģiskās stacijas ziņām.

pas ar grūtībām, kas tradicionālajai topogrāfiskajai uzmērīšanai nav raksturīgas, un jāmeklē jauni paņēmieni to pārvarēšanai. Kāpās nav iespējams ierīkot un saglabāt stacionāru ģeodēzisko atbalsta tīklu. Tas, sākot katru atkārtotu uzmērīšanu, jāizveido no jauna. Kāpu eolais reljefs ir ļoti sarežģīts. Tāpēc instrumentālās uzmērīšanas gaitā rodas daudzas nepārskatāmas, aizsegtas vietas. Bieža cilvēku klātbūtne kāpu uzmērīšanas procesā izjauc plūstošo smilšu mikroreljefu, tādēļ pēc iespējas vairāk jālieto ģeodēziskās nekontakta metodes — terestriskā stereofotogrammetrija un aerofotografēšana. Ar nekontakta uzmērīšanas metodēm, pēc uzņemtajām fotogrammetriskajām ainām, apvidus skaitliskais modelis iegūstams analītiskā ceļā, bez cilvēku klātbūtnes kartējamā apvidū. Fotogrammetriskās ainas ir arī dokumentāls materiāls atkārtotiem pētījumiem, it sevišķi kāpu mikroreljefa noteikšanai.

Šobrīd pētnieku rīcībā ir droši paņēmieni klejojošo kāpu dinamikas pētīšanai pēc dažādu epochu kartogrāfiskajiem materiāliem. Šī pro-

blēma ir sarežģīta, jo, lai salīdzinātu pētāmo kāpu ģeometriskās virsmas, dažādās koordinātu sistēmās un atšķirīgos mērogos attēlotais kāpu reljefs jāreducē uz kopīgu ģeodēzisko koordinātu sistēmu un uz vienādu mērogu. Analītiski šāds uzdevums risināms ar konformās un afīnās transformēšanas metodēm pēc identiskiem kontūrpunktiem. Lietojot mazāko kvadrātu metodi, ar elektronisko skaitļotāju var izskaitļot parametrus pārejai uz vienotu ģeodēzisko koordinātu sistēmu un mērogu, kā arī izvērtēt skaitļošanas procesu precizitāti. Tikai pēc tam var konstruēt nepieciešamos kāpu profilus, pēc kuriem, savukārt, viegli noteikt eolās izmaiņas: smilšu masas tilpumu, virzienu, kustības ātrumu u. c. Aprēķināto parametru ticamība atkarīga no kāpu ģeometriskās virsmas punktu koordinātu noteikšanas precizitātes. Piemēram, aprēķinot 1910. un 1955. gadu kartogrāfiskos materiālus, izdevies iegūt punktu plāna stāvokli ar precizitāti ± 5 m, bet augstumu — ar ± 1 metru. Pēdējo gadu uzmērījumi kāpu stacionārajos poligonos dod iespēju precizitāti pa-



3. att. Planieristu kāpas profilogramma: 1 — 1910. gada profils, 2 — 1955. gada profils, 3 — kāpas pamatnes robeža 1910. gadā, 4 — kāpas pamatnes robeža 1955. gadā, 5 — smilšu deflācijas zona, 6 — smilšu akumulācijas zona, 7 — gada valdošo vēju roze pēc Nidas meteoroloģiskās stacijas ziņām.

augstināt līdz $\pm 0,2$ metriem. Tas ļauj aprēķināt pārvietojusās smilšu masas pirmajā gadījumā ar 5%, bet pēc pēdējā laika uzmērījumiem — ar 1% lielu precizitāti.

Nozīmīgs pētījumu rezultāts ir kāpu profilogrammas. Tās uzskatāmi parāda vairākus būtiskus kāpu dinamikas raksturlielumus: smilšu masas migrācijas intensitāti un virzienu, smilšu deflācijas un akumulācijas zonas.

Smilšu masas migrācijas intensitāte un virziens ir atkarīgs no dominējošajiem vējiem. Vairums profilogrammu (sk. 2., 3. att.) liecina, ka

eolā procesa intensitāte pēdējo 75 gadu laikā maz mainījies, lai gan iespējamas arī lēcienveida izmaiņas atkarībā no paša reģiona stihiskajām dabas izmaiņām.

Kā profilogrammās redzams, kāpu rietumdaļa atrodas pastāvīgā deflācijas režīmā, turpretī austrumdaļā smiltis akumulējas. Pēdējā laikā smilšu akumulācija kāpu austrumu nogāzēs mazinās, jo $1/3$ — $1/4$ lidojošo smilšu ar vēju tiek aiznestas Kuršu jomā, tādējādi to aizberot.

Cīņa ar klejojošo kāpu stihiju Kuršu nērijā turpinās.



LIETUVAS SAULES PULKSTEŅI

LIBERTS
KLIMKA

Gnomonikai — mācībai par saules pulksteņiem — Lietuvā ir senas tradīcijas. Kā lietišķās astronomijas un matemātikas daļa tā mācīta Viļņas universitātē gandrīz visā tās 400 gadu ilgajā vēsturē. Rakstā sniegtas ziņas par interesantākajiem saules pulksteņiem Lietuvā, raksturoti to uzdevumi un specifika. Šie vērtīgie zinātnes un kultūras vēstures pieminekļi liecina par astronomisko zināšanu izplatību plašos sabiedrības slāņos.

Nav cilvēka, kas būtu vienaldzīgs pret laika plūdumu. Ar laiku saistīti dziļi personiskie pārdzīvojumi: pagātne neatgriežas, tagadne neatkārtojas, bet nākotne nav uzmināma... «Lucem demonstrat umbra» (*lat.* gaismu rāda ēna) — vēstī ieraksts kādā senā saules pulksteņī. Laiks aizslīd kā ēna pa pulksteņa virsmu, aicinādams vērot dabu, iedziļināties tās noslēpumos, un tad zinātnes gaismā sniegs dzīvei jaunu jēgu, — tā var saprast šo teicienu. Nozīme, kādu cilvēks piešķir filozofiskai, fizikālai, kā arī gluži vienkārši cilvēciskai laika izpratnei, atspoguļojas laika mērīšanas instrumentos. Bieži vien tie ir unikāli mākslas darbi, zinātnes un kultūras vērtības. Saules pulksteņi un gnomonikas vēsture izsmeloši aprakstīta nesen Rīgā iznākušajā J. Klētnieka grāmatā [1]. Interesanti salīdzināt abu kaimiņrepubliku gnomonikas pieminekļus, jo eksakto zinātņu attīstībā ir daudz kopīga. Tāpēc šajā rakstā centīšos akcentēt saules pulksteņu īpatnības un specifiku Lietuvā.

Saules pulksteņi var uzskatīt par pirmo laika mērīšanas ierīci. Tas radās cilvēces vēstures rītausmā, cilvēkiem vērojot cikliskas parādības debess sfērā. Visvienkāršākais saules pulksteņis bija zemē iesprausts miets un ap to no-

vilkts aplis ar iedaļām. Vēlāk mieta vietā nāca gnomons, bet iedaļu apļa vietā — plāksne ar komplicētām stundu un kalendāra līnijām, kas papildinātas ar zodiaka zīmēm. Iespējams, ka saules pulksteņu tradīcija atspoguļo vēl senāku laiku, akmens laikmeta astronomisko novērojumu (paleoastronomijas) metodes. Cik zināms, pirmie saules pulksteņi sāka lietot ēģiptieši (3000 g. p. m. ē.), pēc tam tie caur Babiloniju izplatījās antīkajā pasaulē. Tad ievēroja, ka pulkstenis vienādi pareizi rāda dažādos gada laikos, ja gnomonu novirza uz debess sfēras polu, t. i., ja tā leņķis ar horizontu atbilst apvidus ģeogrāfiskajam platumam. Saules pulksteņu projektēšana kļuva par zinātni, jo, lai aprēķinātu stundu līniju leņķus, jāzina sfēriskā ģeometrija un debess mehānika.

Baltijas klimatiskie apstākļi nav labvēlīgi saules pulksteņa izmantošanai. Tikai vasarā mūs cik necik biežāk palutina saules stari. Un tomēr pagātnē saules pulksteņi bija visai izplatīti miglāinajā Lietuvā. Pirmkārt, ar tiem pārbaudīja tālaika neprecīzos mehāniskos pulksteņus; otrkārt, saules pulkstenis ir skaists un svarīgs arhitektūras akcents, tas rotā ēku sienas un parku alejas; treškārt, šo pulksteņu projektēšana ir interesanta intelektuāla nodar-

bošanās. Tas arī bija cēlonis saules pulksteņu popularitātei, kā arī tai uzmanībai, kāda tika veltīta gnomonikai Lietuvas kolēģijās¹ un universitātē [2].

Grūti pateikt, kad pie mums parādījušies pirmie saules pulksteņi. Arheoloģiskie pētījumi pagaidām nav snieguši Cēsu un Turaidas pils saules pulksteņiem analogiskus senāku laiku atradumus. Taču 17. gadsimta sākumā Lietuvā tie jau bijuši visai izplatīti. Ne vienreiz vien saules pulksteņus piemīn lietuviešu rakstniecības aizsācēji M. Daukša un A. Sirvīds. Saules pulkstenis attēlots arhitekta inženiera V. Kamarauska Viļņas Lejaspils akvarelī [3]. Tomēr nav zināms, uz kādiem historiogrāfijas datiem autors balstījies.

No tiem pulksteņiem, kuri saglabājušies līdz mūsu dienām, vissenāk ierikoti saules pulksteņi pie Kretingas klostera (ap 1610. g.), Saulos (ap 1625. g.) un Pažaisļa arhitektūras ansambli Kauņas tuvumā (ap 1700. g.) (1. att.). Mākslinieciskajā ziņā īpaši vērtīgs ir rokoko stilā veidotais pulkstenis no bijušās Radvilu muižas, kas tagad novietots Ķēdaiņu muzeja skvērā (18. gs.). Tā konstrukcija ļoti oriģināla, reti sastopama. Gnomonu šeit aizstāj visai masīvs latiņu krusts, bet stundu iezīmes atrodas tā sānos (sk. krāsu ielikuma 4. lpp.). Zemaitijā tāpat greznis ir Svēkšnas parka pulkstenis (19. gs.), kas veidots klasicisma formās.

Saglabājušās ziņas par to, ka 17.—18. gs. saules pulkstenis izmantots, lai koriģētu Viļņas rātsnama torņa pulksteni. Tā bijusi grezna ierīce, kas skaisti harmonējusi ar torņa baroka formām. Diemžēl, mums nav šā pulksteņa zīmējumu, bet 19. gadsimtā rātsnams atjaunots bez torņa.

No zinātnes vēstures viedokļa sevišķu uzmanību pelna portatīvie saules pulksteņi, it īpaši tie, kuros ne vien iezīmētas tradicionālās stundu un kalendāra iedaļas, bet arī fiksēta bagātīga astronomiska un cita informācija. Tā ir Lietuvas gnomonikas īpatnība. Lūk, vairāku 18. gadsimta pulksteņu plāksnes rotā iegravēti



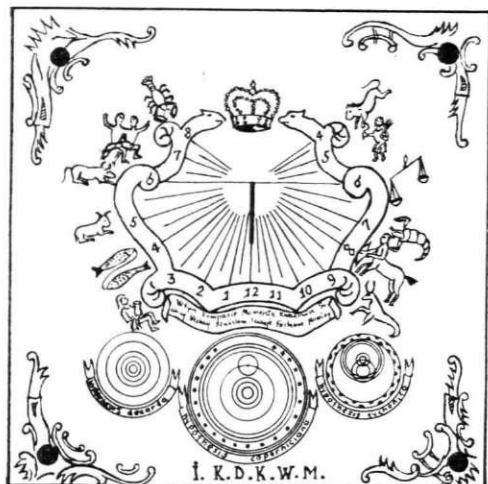
1. att. Pažaisļa arhitektūras ansambļa saules pulkstenis. Ieraksts «Sis memor occasus sole cadente tui» tulkojumā no latiņu valodas nozīmē: «Kad Saule riet, atceries, ka arī tava saule norietēs!»

īpašnieku ģerboņi, slavinājumi, vēlējumi un dedikācijas (visbiežāk poļu valodā) [4].

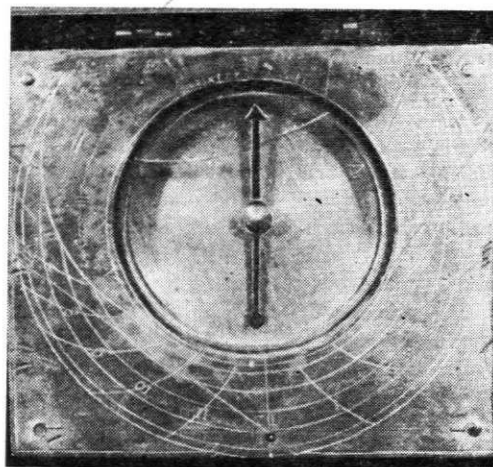
Ļoti savdabīgi ir hipotētiski meistara I. Manuvira pulksteņi. Kādā no tiem (1781. g.) iegravētas pat četras papildskalās, kuru līnijas dod iespēju naktī noteikt laiku pēc Mēness fāzēm, kā arī seno jūdu un babiloniešu stundas (sk. krāsu ielikumu). Šis saules pulkstenis atrodas Lietuvas PSR Vēstures un etnogrāfijas muzejā Viļņā, bet tā kopija — Pulksteņu muzejā Klaipēdā [5].

Ir zināms arī par kādu citu šā autora darbu (1787. g.), kas bijis ierikots Ķernavē, netālu no Viļņas. Kā rakstījis gnomonikas entuziasts

¹ Par kolēģijām sauca dažas slēgtas mācību iestādes Rietumeiropā un cariskajā Krievijā. (Šeit un turpmāk — redkol. piez.)



2. att. Astoņpadsmitā gadsimta dedikācijas saules pulkstenis. (Lietuvas PSR Vēstures un etnogrāfijas muzejs.)



3. att. Viļņas universitātes prof. O. Krīgera 1664. gadā izgatavotais ceļojuma tipa saules pulkstenis. (Ļvovas Vēstures muzejs.)

Viļņas literāts V. Sirokomle², tajā tāpat bijušas Mēness fāžu skalas, ar zodiaka zīmēm ilustrētas kalendāra līnijas un Kopernika Saules sistēmas attēlojums. Citā Viļņas muzeja eksponāta plāksnē attēlotas planētu orbītas atbilstoši Ptolemaja, Tiho Brahes un Kopernika teorijām (2 att.). Tās, bez šaubām, ir atbalsis no Viļņas universitātē notikušajiem disputiem par Saules sistēmas uzbūvi, lai gan baznīca oficiāli bija aizliegusi sludināt Kopernika mācību [6].

Viļņas universitātē gnomonika tika ietverta lietiskās astronomijas un matemātikas kursā [7]. Par saules pulksteņiem interesējās pirmais Viļņas universitātes matemātiķis Jakobs Bosgravijs, kurš savās lekcijās daudz uzmanības veltīja sfēriskajai ģeometrijai. Gnomonikas teoriju studentiem skaidrojis universitātes rektors Mikaelis Salpo, kas 1600.—1604. gadā lasīja lekcijas matemātikā. 1629./30. mācību gada matemātikas kursā, ko lasīja I. Kīrsteins, ietilpst ģeometrija, ģeodēzija, astronomija, apvīdus koordinātu noteikšana un Be-

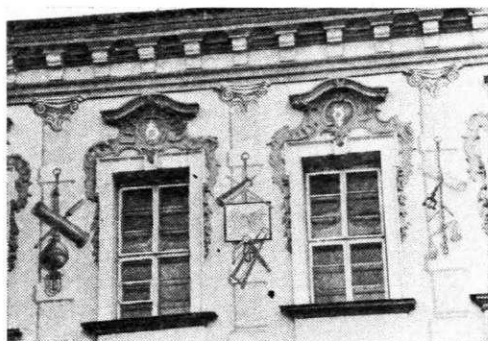
renta horoloģijas (pulksteņu zinātnes) instrumentu apraksts. Ir zināms, ka ievērojamais matemātikas profesors Osvalds Krīgers atstājis rokrakstā darbu par saules pulksteņiem. Izrādās, ka profesors bijis ne tikai teorētiķis vien: Ļvovas Vēstures muzejā eksponēts kāds viņa darinājums. Tas ir taisnstūra kārbīņas formas ceļojuma tipa saules pulkstenis ar kompasu, projektēts un izgatavots Viļņā 1664. gadā. Objekts pelna speciālistu īpašu uzmanību: visai savdabīgas un oriģinālas ir šā pulksteņa kalendāra līnijas (3. att.). Iespējams, ka to var lietot arī naktī, mērijot laiku pēc Mēness gaismas ēnas. Viens no prof. O. Krīgera audzēkņiem, ievērojamais horoloģijas speciālists Ā. Kohanskis, kopā ar Gdaņskas astronomu J. Hevēliju nākamajam paaudzēm atstājis lielisku gnomonikas pieminekli (1684. g.) Vilanovas muižā netālu no Varšavas [8]. Tas ir māksliniecisks triju škalu saules pulkstenis uz pils sienas, kurā stundas rāda grieķu laika dieva Krona rokas ēna.

Prof. A. Tilkovskis, 1689. gadā sagatavodams savas aritmētikas mācību grāmatas otro izdevumu, to papildināja ar ģeodēziju, astronomiju, kalendāru sastādīšanas teoriju un

² Poļu rakstnieka L. Kondratoviča pseidonīms.

gnomoniku. Septiņpadsmitā gadsimta pirmajā pusē gnomonikas teoriju mācīja profesori A. Kuliešs, M. Karvackis un M. Bištrickis. Interesants ieraksts atrodams universitātes hronikā 1717. gada 17. un 18. maijā: pasniedzējs Vitakovskis aizbraucis uz Lukišku atpūtas vietu (tagad tā atrodas gandrīz Viļņas centrā) un tur ar universitātes aptiekāra palīdzību ierīkojis saules pulksteni. No gnomonikas neatteicās arī prof. T. Žebrausks, kurš 1753. gadā nodibināja universitātes astronomijas observatoriju. T. Žebrausks pats projektēja observatorijas ēku un vadīja tās celtniecību. Tāpēc nav brīnums, ka observatorijas Baltās zāles logstarpu dekorā (mākslinieks I. Egenfelders) citu zinātnisko instrumentu vidū attēloti arī saules pulksteņi (4. att.). Daudz jautājumu gnomonikā ir T. Žebrauska sastādītajā eksāmenu programmā. Tāpat mūsdienas sasnieguši profesora 1747. gadā Kražu kolēģijas skolniekiem rakstītie lekciju konspekti ar svinīgu nosaukumu «Saules pulksteņa ēna, kas stundām regulē laiku, jeb horogrāfijas mācība par dažādu pulksteņu izgatavošanu, sniegta bajāru namu greznošanai un kārtībai, personīgās pūles retoriskām figūrām ar spalvu izgrebta...». Šajā manuskriptā aprakstīts, kā, lietojot tikai cirkuli, konstruēt horizontālo un vertikālo pulksteni dažādām pasaules zemēm. Šeit tāpat paskaidrots, kā izgatavot pārnēsājamu saules pulksteni, un pievienota tabula ar dažādu Lietuvas un Polijas pilsētu ģeogrāfiskajiem platumiem. Kražu kolēģijā gnomonika netika aizmirsta arī vēlāk, — saglabājušies 1774. gadā skolnieku rakstīti konspekti gnomonikā. Lietuvas PSR Zinātņu akadēmijas bibliotēkas rokrakstu krātuvē kopā ar tiem atrodas vēl kāds interesants saules pulksteņu popularitātes liecinieks — 1736. gadā Nesvižas kolēģijā rakstīts gnomonikas apskats. Tajā daudz rasējumu, pēc kuriem var spriest, cik plaši un izsmeljoši šī disciplīna iztīrāta. Portatīvi saules pulksteņi bija arī observatorijas inventārā; tie ietverti observatorijas direktora M. Počubta 1798. gadā sastādītajā sarakstā.

Interese par saules pulksteņiem saglabājās arī 19. gadsimtā. Viļņas universitātes astronomijas profesors V. Karčevskis, ievērojams zinātnes popularizētājs, 1818. gadā Viļņā izdeva



4. att. Saules pulkstenis citu astronomijas instrumentu vidū uz vecās Viļņas universitātes observatorijas sienas.

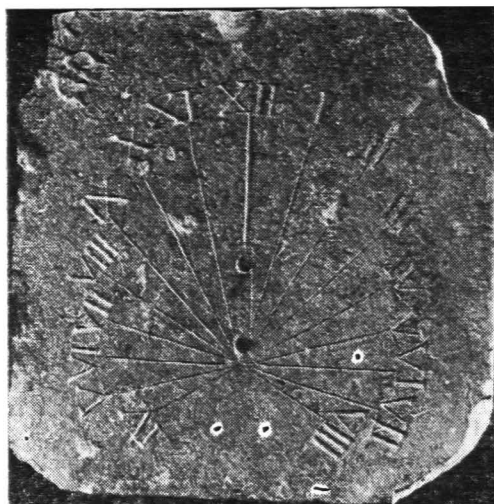
poļu valodā atsevišķu grāmatiņu par to projektēšanu [9]. Vēlāk tā vēl pāris reizes atkārtoti izdota Krakovā. Astronoms J. Šņadeckis savas 1825. gadā izdotās fiziskās ģeogrāfijas mācību grāmatas beigās pievienojis franču autora Molē gnomonikas kursa tulkojumu.

Bez iepriekš minētajiem metālā gravētajiem saules pulksteņiem vēl saglabājušās vairākas vietēja darinājuma akmens plāksnes (5. att.). Tām vairs nav gnomonu, tāpēc par šo pulksteņu izcelsmi (kādam ģeogrāfiskajam platumam tie paredzēti) var spriest tikai pēc stundu līniju leņķiem. Tie acīmredzot greznojuši provinces muižu parkus. Citi saules pulksteņi, kas glabājas Lietuvas PSR muzejos, ir ievesti, lielākoties vācu meistarū izgatavoti [3, 4]. To vidū izceļas Jelgavā 1782. gadā darinātais Binemaņa³ pulkstenis (6. att.).

Atsevišķi jāmin nesen Lietuvas PSR Centrālajā Valsts vēstures arhīvā atrasta ceļojuma tipa koka pulksteņa plāksnīte. Varbūt tieši par tādu pulksteņu importu caur Rīgas ostu runāts J. Klētņieka darbā? Pulkstenis paredzēts 48° platumam; tas atbilst Vācijas gnomonikas centra Augsburgas ģeogrāfiskajam stāvoklim. Pulkstenis nav visai rūpīgi izgrebts; tas liecina par ražošanas masveida raksturu.

Vispārinot var teikt, ka daudzi Lietuvā iz-

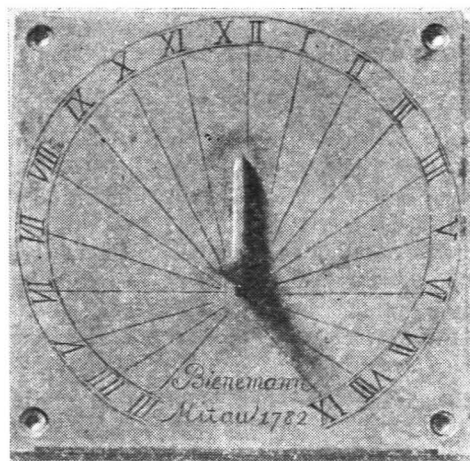
³ Talantīgais meistars Binemanis bija cēlies no latviešu zemniekiem.



5. att. Akmens saules pulkstenis, kas atrasts, arot zemi Raseiņu rajonā. (Lietuvas PSR Tautas sadzīves muzejs.)

gatavotie saules pulksteņi bija ne tik lielā mērā nepieciešamības, cik intelektuālas rotaļas priekšmeti. To konstrukcija visbiežāk bija diezgan vienkārša, izpildījums — amatniecisks vai pat amatierisks. Vēstures avotos nav atrastas norādes, ka saules pulksteņi Lietuvā būtu izgatavoti centralizēti. Acīmredzot tos projektēja izglītoti cilvēki brīvajā laikā saviem draugiem un paziņām par prieku. Ar to pašu šie saules pulksteņi atspoguļo zināšanu popularizāciju plašos sabiedrības slāņos.

Mūsdienas sasniegušie gnomonikas darbi ir svarīgi zinātnes un kultūras pieminekļi, muzeju vērtības. Zēl, ka tagad esam gandrīz aizmirsuši saules pulksteni, šo skaisto un saturīgo rotājumu parkos, efektīvo arhitektūras elementu. Saules pulksteņu konstruēšana ir interesanta nodarbība, kas liek iepazīt Zemes kustības likumsakarības. Saules pulksteņiem jārod vieta mūsdienu dzīvē; piecelsim tos no aizmirstības un no jauna turpināsim senās gnomonikas tradīcijas!



6. att. Jelgavā 1782. gadā Binemaņa darinātais pulkstenis. (Saulu Vēstures muzejs.)

Literatūra

1. Klētnieks J. Saules pulksteņi Latvijā. — R., 1983, 102 lpp.
2. Климка Л. А. Гномоника XVII—XIX в.в. в Литве. — В кн.: Вопросы истории науки и техники Прибалтики. Вильнюс, 1979, с. 196—199.
3. Мurelytė N. Restauruojami J. Kama-gausko kūriniai. Muziejai ir paminklai. Vilnius, 1967, 46, 47 p.
4. Тамulevičienė E. Mokslo istorijos daiktiniai paminklai Lietuvoje. Vilnius, 1978, 109 p.
5. Mažeikienė O. XV—XIX a. laikrodžių katalogas. Vilnius, LTSR Istorijos-etnografijos muziejus, 1976, 27 p.
6. Славенас П. Учение Н. Коперника в Литве. — В сб.: Вопросы истории естествознания и техники, 1972, вып. 1/42, с. 23—25.
7. Гячяускас Э. Математика в Вильнюсском университете до 1832 г. — Литовский математический сборник, 1979, 19, № 2.
8. Klimka L. Vilniaus Universiteto auklėtinio A. Kochanskio horologija. — Mokslas ir technika, 1982, nr. 7, 42—43 p.
9. Karczewski W. Gnomonika rysunkowa. Wilno, 1818, 34 p.

DŽORDĀNO BRUNO — APDZĪVOTĀ KOSMOSA ZINĀTNES AIZSĀCĒIS

BRUNO BIEDRIŅŠ,
NATALIJA
CIMAHOVIČA

Pagātnes dižgaru garīgais mantojums liecina par apbrīnojamām cilvēka domas spējām. Vēl ilgi pirms eksakto zinātņu rašanās senie filozofi meklēja izskaidrojumu apkārtējās pasaules lietu un parādību daudzveidībai. Viņu atziņas bija daudzu paaudžu pasaules uzskata pamatā. Tā līdz pat renesansei (14.—16. gs.) valdīja Aristoteļa (384.—322. g. p. m. ē.) mācība par pasaules matērijas pakļautību dieva gribas veidotajām formām. Tāpēc arī Aristoteļa filozofiskā sistēma bija katoļu baznīcas galvenais teorētiskais balsts. Bet 15.—16. gs., kad sākās aktīva pasaules pētīšana, liellelmi atklājumi un eksakto zinātņu pirmie soļi pavēra jaunus apvārnus arī filozofijai. Iestājās klasisko patiesību pārvērtējumu laikmets. Senatzīto rakstu vietā tika pētīta reālā daba, tika atzītas cilvēka spējas. Viens no dedzīgākajiem šā virziena pārstāvjiem bija itāliešu filozofs Džordāno Bruno (1548.—1600. 17. II). Viņš izprata pasaules matērijas, dabas primāro lomu visos materiālajos un garīgajos procesos. Džordāno Bruno sludināja pašas dabas dievišķību un vienotību. Un brīnišķīga matērijas daudzveidības izpausme Džordāno Bruno mācībā bija tālās, apdzīvotās zvaigžņu pasaules.

Mūsdienās atziņa par dzīvības iespējām arī citu zvaigžņu apkaimē ir iekļāvusies visplašāko sabiedrības aprindu pasaules uzskatā. Kosmosa apgūšana kļuvusi par plašu mūsu planētas iedzīvotāju zinātniski tehniskās darbības nozari. Taču kosmiskā laika skalā vēl pavisam nesen — pirms 400 gadiem — Zemes iemītnieku pasaules uztvere bija daudz šaurāka. Lai gan 1543. gadā bija publicēts N. Kopernika darbs «De Revolutionibus Orbitalium Caelestium», tā fundamentālo nozīmi uzreiz neizprata pat izglītotas aprindas. Jaunās atziņas par pasaules uzbūvi sāka plašāk izplatīties tikai 16. gs. 70. gadu beigās, kad Eiropas universitātēs un zinātniskajos disputos atskanēja itāliešu filozofa Džordāno Bruno kvēlās runas par Visuma bezgalību, par bezgala daudzām apdzīvotām pasaulēm, par pasaules materiālo vienotību un «pasaules dvēseli».

Džordāno Bruno dzimis 1548. gadā netālu no Neapoles, mazpilsētiņas Nolas apkaimē. Viņa tēvs ir sīks muiznieks, bet cenšas dot dēlam izglītību. Zēns sākumā mācās vietējā la-

tiņu gramatikas skolā, pēc tam Neapolē klausās filozofijas lekcijas pie mūka zinātnieka Teofilo di Vairāno. Neapolē tai laikā darbojas Bernardīno Telezio — itāliešu zinātnieks un filozofs materiālists, dabas pētnieks, skolastikas kritizētājs. Viņš nodibina «Academia Telesiana», kur pulcina progresīvu sabiedrību. Tā jaunais Bruno gūst sava materiālistiskā pasaules uzskata pamatus.

Lai tālāk izglītos, jauneklis 17 gadu vecumā iestājas klosterī, kur tad arī pieņem Džordāno vārdu. Tas ir San Domeniko Madžores klosteris ar bagātāko bibliotēku Eiropā. Džordāno Bruno te aizrautīgi studē seno domātāju rakstus. Apdāvināto jaunkli gatavo par dievvārdu teorētiķi katoļticības aizstāvēšanai pret dažādām novirzēm no ortodoksālajām dogmām. Jauno mūku pat aizved uz Romu parādīt pāvestam. Bet garīgie tēvi nemaz nepamana, ka līdztekus skolastu loģiskajām konstrukcijām brālis Džordāno ir iedziļinājies arī reālās pasaules norisēs, cenšas izprast lietu un parādību pašus pamatus un visaptve-

rošo saistību. Viņa laikmeta — renesanses — lielie ģeogrāfiskie atklājumi un jaunās, eksperimentālās dabas pētniecības pirmie soļi pavēra viņam atziņu par cilvēka prāta spēju varību. Viņu sajūsmina pasaules krāšņums un daudzveidība, materiālā slēptās nebeidzamo pārvērtību iespējas. Cik gan balas tam blakus izskatās teoloģijas klasiku formālās domu konstrukcijas un cik nožēlojami šķiet aprobežotie klostera brāļi, kas domā tikai par savu siko ikdienas labklājību. Džordāno Bruno alka izteikt visai pasaulei savas jauniegūtās atziņas par pašas dabas dievišķību, par tās neizmējamo būtību. Iespējams, ka jau šajā savas dzīves posmā jaunais filozofs ir iepazinies ar Kopernika grāmatu, jo tā vēl nebija aizliegta. Mums šodien ir grūti iedomāties, kā jūtās tālaika cilvēks, pēkšņi uzzinājis, ka viņa Zeme ceļo debes dzīļu plašumos. Katrā ziņā šī jaunā situācija izraisīja pašu fundamentālāko atziņu pārvērtējumu, lika apšaubīt iepriekšējo domātāju mācības.

Klosterī pavadītajos desmit gados Džordāno Bruno tomēr nebija apguvis dzīvē nepieciešamās diplomātijas pamatus. Jau itin drīz pēc neapdomātas uzstāšanās kādā reliģiskā disputā viņu apvaino ķecerībā un viņš ir spiests bēgt uz Ziemeļitāliju. Patiesība un paša uzskati viņam ir svarīgāki par labklājību, tāpēc 1579. gadā filozofs spiests vispār atstāt Itā-

liju. Viņš ir sanaidojies ar visiem darba devējiem, ko sagādājuši draugi. Bez tam šai laikā inkvizīcija sāk masveida izreķināšanos ar brīvdomātājiem zinātniekiem un arī garīdzniekiem. Bet Džordāno Bruno grib visiem sludināt savu lielo pārliecību, ka Dievs ir nevis augstākā būtne, bet gan garīga substance, kas strāvo cauri visām lietām un būtņiem un virza tās. Tāpēc nav būtiskas atšķirības starp zemi un debesīm, viss, kas ir te ap mums, pastāv pasaulē arī citur. Daba ir bezgalīga, bezgalīgs ir arī pasaļu daudzums Visumā.

Kopernika mācība ir atstājusi uz Džordāno Bruno ārkārtīgi dziļu iespaidu. Viņa brīvajam prātam atzinums par Zemes kustību ap Sauli paver ļoti tālejošu secinājumu iespējas: bezgalīgajā pasaļu daudzumā jābūt arī bezgala daudzām Zemei līdzīgām planētām, un tām jābūt arī apdzīvotām. Ja klausītāji vai maizes devēji sāk šādu secinājumu apšaubīt, filozofs iekaist un uzņem šo neticību kā personīgu apvainojumu. Tai pašā laikā diskutējās ar saviem zinātniskajiem un ideoloģiskajiem pretiniekiem viņš arī nepalaid garām izdevību norādīt uz pēdējo ne pārāk «svēto» dzīves veidu. Tāpēc raibas ir Džordāno Bruno dzīves gaitas. Ziemeļitālijas pilsētas, Francija, tad Ženēva, pēc tam Liona, Tulūza, Parīze. Parīzē viņš gūst slavu, izdod savas pirmās grāmatas, tomēr ilgāk par diviem gadiem arī te nenoturas.

Nozīmīgākais Džordāno Bruno dzīves posms ir saistīts ar Londonu, kur viņš ierodas 1583. gadā un paliek līdz 1585. gadam. Londonas periods ir laimīgākais un ražīgākais filozofa dzīves posms. Te viņam ir iespaidīgs draugs — Francijas sūtnis Anglijā Mišels de Kastelno, arī reliģiskā fanātisma pretinieks. De Kastelno namā, vēlāk citu draugu paspārnē, Džordāno Bruno beidzot ir brīvs no materiālajām rūpēm un mierīgi var rakstīt savus sacerējumus. Londonā iznāk viņa galvenie darbi ar kopīgu nosaukumu «Itāliešu dialogi». Te izklāstīti Džordāno Bruno uzskati par pasaules bezgalību un bezgalīgi daudzām apdzīvotām pasaulēm, par izziņas bezgalīgajām iespējām, par pasaules bezgalīgo attīstību, tāpat arī par sava laika zinātnes un filozofijas trūkumiem — par pakļautību reliģijas dogmām, par balstīšanos uz spriedelējumiem, nevis uz da-

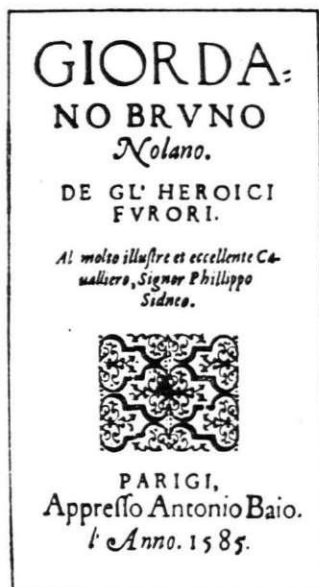
Salomon et P. B. B. B.
Quand est-ce que l'homme est fait?
Quand est-ce que l'homme est fait?
Habit sur terre nonum
SALVS.
+

Jordanus Bruno
Nolano, Italia
et Philosophus

1. att. Džordāno Bruno rokraksta fragments.



3. att. Džordāno Bruno grāmata
«Par cēloni, sākumu un vienoto».



4. att. Džordāno Bruno grā-
mata «Par heroisko entuzi-
asmu».

bas novērojumiem, arī par valdošo baznīcas aprindu pārāk grezno dzīves veidu... Ar draugu gādību, izmantojot viņu pazišanos ar Elizabetes I favoritu grāfu Lesteru, kas bija Oksfordas universitātes kanclers, Džordāno Bruno gūst tiesības lasīt lekcijas Oksfordā. Tomēr tās tiek uzņemtas stipri vēsi. Viens no viņa toreizējiem klausītājiem, Džordžs Ebots — vēlākais Kenterberijas arhibīskaps, rakstīja: «Filozofijas un teoloģijas doktors Džordāno Bruno, kura tituls ir garāks par viņu pašu, vairāk drosmīgs, nekā prātīgs, uzkāpa uz mūsu slavenās universitātes katedras un, atrotījies piedurknes kā āksts, īsā laikā sarunāja veselu kaudzi par centriem, riņķiem un sfērām, mēģināja nopamatot Kopernika uzskatus, ka Zeme griežas, bet debess ir nekustīga, taču īstenībā griežas viņa paša galva...»

Tomēr izšķirošo triecienu Džordāno Bruno reputācija saņem pēc diviem disputiem — Oksfordā un dzejnieka un dramaturga Folka Grivela namā. Laikabiedri liecina: «Džordāno

Bruno .. uzskata, ka katrs viņa arguments ir neapgājams, bet tā liekas tikai viņam. Pat Aristotelis viņam nav autoritāte.» Bet Anglijas universitātēs ar speciālu dekrētu bakalauriem disputos jābalstās tikai uz Aristoteļa mācību. Par katru sikāko atkāpi no Aristoteļa «Organona» disputa dalībniekam tika uzlikts naudas sods. Tāpēc Londonas aristokrātu pulcīnā pat joko: «Ja Bruno tā turpinās, tad pēc desmit disputiem viņš būs mūs izputinājis!» Elizabete I liek aizliegt Džordāno Bruno lekcijas.

Filozofs turpina savu darbību privātos namos. Dzejnieks un dramaturgs Folks Grivels ielūdz Bruno pie sevis, lai sarikotu disputu par jaunākajām kosmoloģijas problēmām. Par šo disputu, kurš notiek 1584. gada 14. februārī, Džordāno Bruno stāsta pirmajā no saviem Londonas «Itāliešu dialogiem» — «Dzires uz pelniem». Grāmatas stils ir ļoti ass, un tā izraisa Londonas «labākās sabiedrības» sašutumu. Tāpēc turpmākos darbus filozofs publicē

konspiratīvi — uzdodot neistas izdošanas vietas. Tāpēc uz «Itāliešu dialogu» titullapām minētas Venēcija, Parīze, Florence. «Itāliešu dialogi», kopskaitā sešas grāmatas, satur Džordāno Bruno mācības — kā viņš pats to nosaucis, «gaismas filozofijas» — pilnīgu izklāstu. Tajā ietverta kosmoloģija, mācība par esamību, izziņas teorija, ētika un autora politiskie uzskati. Autors raksta arī par domātāju drosmi un varonību, par pilnīgo pašatdevi zinātnes patiesības izziņai un savu uzskatu aizstāvēšanai. Konsekventi ievērojot šos principus, dizāis filozofs aizvadīja spožu un varonīgu, bet — neizbēgami — grūti, vajāšanas un traģiskas pilnu mūžu.

Kad Džordāno Bruno 1585. gadā dodas prom no Londonas, viņš tomēr ir jau satricinājies tur ticību Aristoteļa mācības absolūtajai patiesībai, izraisījis strīdus Londonas zinātnieku vidū.

Turpmāk Džordāno Bruno meklē laimi Vācijā. Ar sava tautieša, slavenā itāļu jurista Alberiko Džentiles gādību viņam izdodas saņemt atļauju lekciju lasīšanai Vitenbergas universitātē. Te valda uzskatu brīvība un Džordāno Bruno var netraucēti popularizēt Kopernika mācību, sludināt savus secinājumus par daudzām apdzīvotām pasaulēm un savas panteisma idejas. Vitenbergā filozofs pavada gandrīz divus gadus. Viņš ir sajūsmināts par te valdošo atmosfēru, nosauc šo pilsētu par Vācijas Atēnām. Vitenbergā viņš publicē arī dažus savus darbus. Taču, kad Saksijā pie varas nāk kalvinisti, jebkuras reliģijas pretinieks Džordāno Bruno ir spiests atstāt arī šo vietu. Savā atvadu uzrunā 1588. gada 8. martā viņš izsaka nožēlu, ka jāatstāj universitāte, bet uzsver apņēmību neatkāpties no saviem uzskatiem.

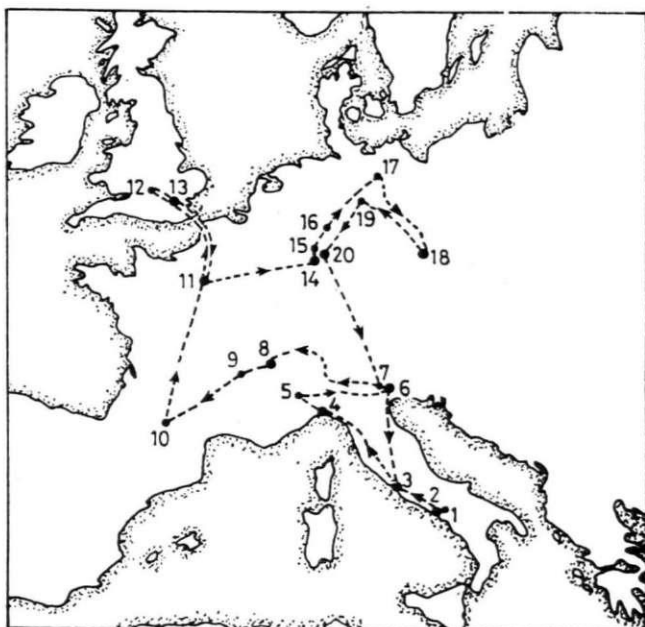
Filozofs atkal klejo. Prāga, tad Helmštate, beidzot Frankfurte. Klejojumos pa Vāciju filozofs tomēr vairs nav viens — viņu pavada uzticams skolnieks un draugs Hieronīms Beslers, kurš atvieglo sava skolotāja dzīvi. Viņš arī parraksta skolotāja sacerējumu. Tie ir pedējie gadi, ko Džordāno Bruno pavada brīvībā, un arī pats ražīgākais periods. 1590. gadā viņš pabeidz savu «Filozofijas triloģiju» un izdod to Frankfurtē. Taču

arī šis pilsētas tēvi nostājas pret «cilvēku bez jebkādas reliģijas». Džordāno Bruno dodas uz Cīrihi. Bet pēc neilga laika, uzzinājis, ka Padujas universitātē ir brīva matemātikas profesora vieta, viņš nolemj atgriezties dzimtajā Itālijā.

Uz Paduju vispirms dodas Hieronīms Beslers. Ar grāmatu tirgotāja Coto starpniecību Džordāno Bruno saņem Venēcijas aristokrāta Džovanni Močenigo ielūgumu apmesties viņa namā. Močenigo cer smelties no slavenā filozofa kādas gudrības, kas būtu noderīgas politiskajās cīņās. Aristokrāts tomer viņas — Džordāno Bruno mācībā viņš neatrod nekā sev noderīga. Džordāno Bruno darbība Padujas universitātē arī nav ilgstoša: katedru viņš nedabū, lekcijas lasa ļoti īsu laiku. Un, tāpat kā citur, arī Venēcijā filozofs ir ārkārtīgi neuzmanīgs. Savās sarunās ar grāmatu un zinātņu cienītājiem viņš bieži vien nicinoši izsakās par reliģiskajiem rituāliem un teoloģiskajām dogmām. Džordāno Bruno atzīst tikai vienu dievību — tā ir bezgalīgā un daudzveidīgā daba, kas pati rada jaunas formas un kustības veidus; tā ir vienīgā objektīvā esamība un pasaules saturs. Pasaules visumam pāri stāvošs Dievs viņa filozofijā ir lieks, tāpat kā lieki ir jebkuri strīdi par kādas reliģijas priekšrocībām vai pareizību. Katoļu baznīca ieguvusi nevis rūpīgi gatavoto savas ideoloģijas aizstāvi, bet gan radikālu brīvdomātāju, kas grauj tās teorētiskos pamatus. Tāpēc arī, kad neapmierinātais Močenigo iesniedz Venēcijas inkvizīcijai trīs denunciācijas par savu ģeniālo viesi, filozofam vairs nav neviena aizstāvja un viņš var pajauties tikai pats uz sevi. Tomēr dizāis domātājs, kura izcilās prāta spējas un plašās zināšanas atzīst pat viņa ienaidnieki, vismazāk rūpējas par sevis glābšanu. Pat inkvizīcijas cietuma kamerā viņš sludina savus uzskatus saviem nelaiemes biedriem. Šī informācija arī nonāk tiesnešu rokās. Tomēr apsūdzības pilnībai bija vajadzīga paša grēcinieka atzīšanās. To no Džordāno Bruno cerēja izdabūt Romas inkvizīcija, kurai venēcieši viņu izdeva politisku apsvērumu dēļ.

Džordāno Bruno apcietināja 1592. gada maijā, bet spriedumu pasludināja tikai pēc turpat astoņiem gadiem — 1600. gada februārī.

5. att. Pilsētas, kurās dzīves laikā uzturējies Džordāno Bruno: 1 — Nola, 2 — Neapole, 3 — Roma, 4 — Dženova, 5 — Turīna, 6 — Venēcija, 7 — Paduja, 8 — Zenēva, 9 — Liona, 10 — Tulūza, 11 — Parīze, 12 — Oksforda, 13 — Londona, 14 — Mainca, 15 — Vīsbādene, 16 — Marburga, 17 — Vitenberga, 18 — Prāga, 19 — Helmštate, 20 — Frankfurte pie Mainas.



Visu šo laiku filozofs turpināja savas dzīves lielo disputu. Viņš bija to aizsācis, aiziedams no klostera, un turpināja visus 16 brīvības gadus. Ikvienā lielākajā tālaika kultūras centrā viņš bija dedzīgi sludinājis savu «gaismas filozofiju», kas deva brīvību cilvēka radošajam garam. Bez valdonīgā, visu noteicošā Dieva, nerēķinoties ar oficiāli atzītajiem teoloģijas profesoru rakstiem, cilvēka doma nu varēja sniegties bezgalīgā Visuma tālēs, saplūst ar daudzajām apdzīvotajām pasaulēm. Dievišķa ir augstākā substance, kas izpaužas visās lietās un būtņēs, tāpēc nav būtiskas atšķirības starp Zemi un debesīm, viss, kas ir uz Zemes, pastāv pasaulē arī citur.

So uzskatu noliegums būtu liela baznīcas uzvara. Tāpēc inkvizīcija izmēģināja visus līdzekļus, lai piespiestu Džordāno Bruno «nākt pie prāta» un nožēlot grēkus. Taču filozofs nespēja atteikties no Visuma plašajiem apvār-

šņiem un atgriezies klostera cellē. Nelidzēja ne svēto tēvu argumenti, ne spīdzināšanas. Gari paskaidrojumi, ko Džordāno Bruno raksta tiesnešiem, būtībā ir atkārtots detalizēts viņa filozofiskās sistēmas un jaunās kosmoloģijas izklāsts.

1600. gada 17. februārī Romas Puķu laukumā Džordāno Bruno tika sodīts ar nāvi uz sārta, līdz pēdējam brīdim palicis uzticīgs jaunajam pasaules skatījumam.

Sodien Visuma apdzīvotība, bezgalīgais pasaļu daudzums, mūsu saistība ar kosmosu — visi šie priekšstati ir kļuvuši pašsaprotami. Tos apstiprinājuši visu iepriekšējo gadsimtu zinātniskie atklājumi. Džordāno Bruno loģiskie secinājumi un ģeniālie paredzējumi ir izturējuši laika un faktu pārbaudi. Tāpēc arī, meklējot kontaktus ar citu pasaļu civilizācijām, mums neizbēgami nākas atcerēties dižo itālieti, apdzīvotā kosmosa zinātnes aizsācēju.

JAUNUMI TSUMĀ ★ JAUNUMI TSUMĀ ★ JAUNUMI TSUMĀ

★★ Šā gada pavasarī Padomju Savienībā tika atzīmēta mūsu planētas pirmā kosmonauta J. Gagarina (1934—1968) 50. dzimšanas diena. Jubilejas pasākumu kulminācija bija Maskavas apgabala darbaļaužu un galvaspilsētas garnizona karavīru svinīgais sarīkojums, kurā referātu nolasīja PSRS Gaisa Kara Spēku virspavēlnieks aizsardzības ministra vietnieks, aviācijas galvenais maršals P. Kutahovs.

Sakarā ar šo jubileju PSRS Kosmonautikas federācija nodibinājusi J. Gagarina piemiņas medaļu, ar ko apbalvos zinātniekus, konstruktorus, inženierus, kosmonautus un citus speciālistus, kas piedalās kosmiskās tehnikas radīšanā, kosmonautu sagatavošanā, kosmisko aparātu izmēģināšanā un palaišanā. Jubilejas medaļu varēs piešķirt arī ārvalstu pilsoņiem par nopelniem kosmonautikas attīstībā un starptautiskās sadarbības veicināšanā šajā nozarē, tāpat žurnālistiem un rakstniekiem par izcilu ieguldījumu kosmonautikas sasniegumu propagandā.

★★ Desmito lidojumu programmas «Space Shuttle» ietvaros 1984. gada 3.—11. februārī veicis kosmoplāns «Challenger», paceļot izplatījumā trīs galvenās derīgās kravas. Divas — privātai amerikāņu firmai un Indonēzijas valdībai piederošie komerciālie sakaru pavadoni «Westar-6» un «Palapa-B2» — paredzētajās ģeostacionārajās orbitās tomēr nenonāca sakarā ar kļūmēm tiem pievienotajās raķešpakāpēs PAM-D, kuras pēc iepriekšējās pieredzes skaitījās pilnībā apgūtas un drošas (visi 16 lidojumi veiksmīgi). Trešā lielā krava — VFR pētniecisko instrumentu platforma SPAS ar aparāturu Zemes dabas resursu izpētei un tehnoloģiskiem eksperimentiem — saskaņā ar lidojuma programmu funkcionēja kosmoplāna kravas telpā. «Challenger» apkalpē ietilpa piloti V. Brands (trešo reizi kosmosā) un R. Gibsons, kā arī tehniskie speciālisti B. Makandless, R. Stjuarts un R. Maknērs, no kuriem abi pirmie divas reizes (5 un 6¼ h) uzturējās atklātā kosmosā, lai izmēģinātu ierīces un paņēmienus pavadoņu remontēšanai orbitā. Izmantojot individuālās lidiekārtas MMU, viņi pirmo reizi kosmonautikas praksē brīvi lidoja izplatījumā, nekādi nesaistījušies ar savu kosmosa kuģi, un attālinājās no tā līdz 97 metriem. Noslēgumā «Challenger», nolaizdamies uz speciāla skrejceļa Kanaveralas ragā (Florīdā), kļuva par pirmo kosmisko lidaparātu, kas atgriezies uz Zemes tajā pašā vietā, no kurienes devies ceļā. «Space Shuttle» vienpadsmitajā lidojumā, ko 1984. gada 6.—13. aprīlī veica kosmoplāns «Challenger», tika izremontēts Saules izpētes pavadoņs SMM un palaista autonomā kosmiskā platforma LDEF (sk. rakstu 26. lpp.).

★★Kā Kosmonautikas dienai veltītajā svinīgajā sanāksmē atzīmēja PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta direktors akadēmiķis R. Sagdejevs, kosmiskajos lidojumos iegūto informāciju par Zemi mūsu valstī pašlaik izmanto vairāk nekā 800 organizāciju. Lidztekus sadarbībai ar sociālistiskajām valstīm programmas «Interkosmos» ietvaros Padomju Savienība īsteno kopīgus pasākumus kosmosa izpētes un apgūšanas jomā arī ar Indiju, Franciju, Zviedriju, Austriju, ASV, VFR un Holandi. Īpaši nozīmīgs ir kopprojekts Venēras un Haleja komētas izpētei 1985. un 1986. gadā, kuram zinātniskās iekārtas izstrādā deviņu valstu speciālisti.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1984./85. GADA ZIEMĀ

1984./85. gada astronomiskā ziema sākas 21. decembrī pl. 19^h23^m pēc Maskavas dekrēta laika un ilgst līdz 20. martam pl. 19^h14^m, kad Saule šķērso debess ekvatoru un atkal atgriežas ziemeļu puslodē. 3. janvārī pl. 23^h04^m Zeme atrodas perihēlijā — vistuvāk Saulei. Līdz tai ir 147,1 miljons kilometru.

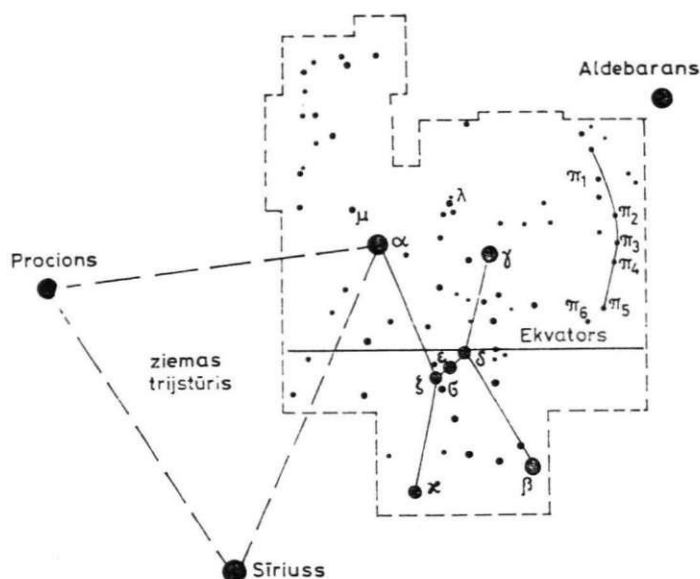
Ziemas naktīs debess dienvidu pusē redzams skaistākais zvaigžņotās debess zvaigznājs — Orions. Tā raksturīgā figūra ir gandrīz 20° augsts, vidū nedaudz saspīests burts H, ko veido septiņas spožas zvaigznes — četras galos un trīs vidū (1. att.).

Orions ir ļoti sen pazīstams zvaigznājs. Mūsu tālie senči to izmantoja orientācijā un laika skaitīšanā. Piemēram, Javas salas iedzīvotāji desmit mēnešus noteica pēc Oriona jostas stāvokļa. Oriona jostas parādīšanās no rītiem liecināja par lauksaimniecības gada sākšanos. Kad tā nebija redzama, lauku darbus pārtrauca. Liecības par Oriona nozīmi praktiskajā dzīvē rodams arī sengrieķu dzejnieku Homēra un Hēsioda darbos.

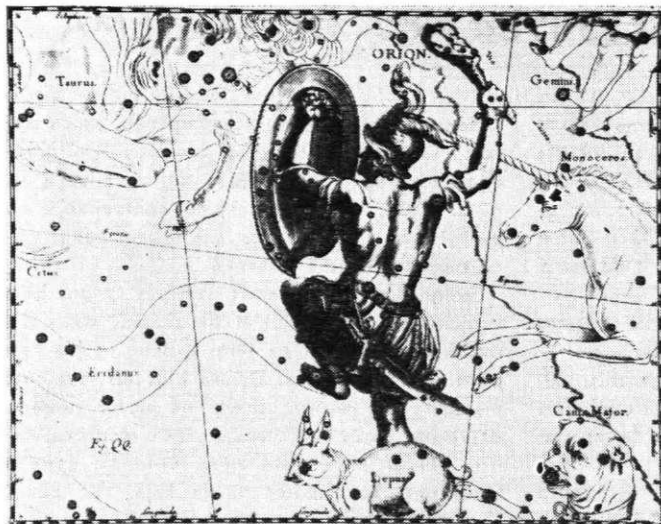
Senie grieķi un arābi šo zvaigznāju sauca par Milzi — droši vien spožo zvaigžņu konfigurācijas acīmredzamās līdzības dēļ ar cilvēka figūru. Vēlāk grieķi nosaukumu konkretizēja un pārvērtā Milzi par Orionu. Šis nosaukums ir vispārpieņemts arī mūsu dienās.

Sengrieķu mitoloģiskais varonis Orions bijis brīnumskaists vīrs, turklāt tik diženu stāvu, ka tad, kad viņš gājis pa jūras dibenu, galva tam pacēlusies virs ūdens. Orions bijis arī izveicīgs mednieks un medību azartā netaupījis nevienu dzīvnieku, tāpēc tie nolēmuši viņam atribties. Pālīgā nākusi Zeva sieva Hēra. Orionam uzsūtīts Skorpions, kas iekodis viņam kājā. Pēc nāves Orions nonācis debesīs. Kad kaut kādu nopelnu dēļ tur nokļuvis arī Skorpions, tas, baidīdamies no Oriona atribības, noslēpies pretējā debess pusē. Tāpēc Orions un Skorpions nekad nav redzami vienlaicīgi virs apvāršņa.

Senās zvaigžņu kartēs Orions arī attēlots kā mednieks, kas vienā rokā tur paceltu vāli, bet otrā — vairogu vai rokai pārmestu vērsādu. α un γ atrodas uz Oriona pleciem, β un κ — uz



1. att. Oriona zvaigžņu karte ar spožākajām zvaigznēm.



2. att. Oriona zvaigznājs J. Hevelija zvaigžņu atlantā.



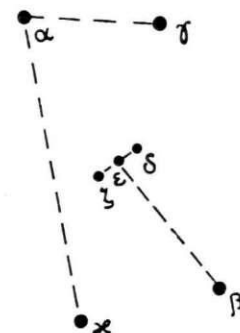
kājām, bet ζ , ϵ un δ — uz Oriona jostas. Zem ζ pa kreisi no σ atrodas tumšais miglājs Zirga Galva, bet apmēram vidū starp ζ un taisni, kas savieno β un α , pie debesīm redzams vāji mirdzošs plankumiņš. Tas ir pazīstamais Oriona miglājs M 42, kas atrodas tieši uz Oriona zobena.

Daudzām tautām saglabājušies savi tikai tām raksturīgi zvaigznāju nosaukumi. Zvaigžņu raksti pie debesīm paver plašas iespējas fantāzijai, tomēr mūsu senči zvaigznāju nosaukumu izvēlē visbiežāk vadījās no praktiskiem apsvērumiem, «novietodami» debesīs nepieciešamākos sadzīves priekšmetus, darbarīkus, pašus darba darītājus un dzīvniekus. Tā radās šādi Oriona nosaukumi: Arkls, Grābeklis, Sīrpis, Ecēšas, Spriguļi, Sieksta, Nēši, Svāri, Plāvēji, Trīs Zirgi, Trīs Brieži, Trīs Māšas, Laiva, pat Sātana Suns (mordviešiem) un daudzi citi. Spriežot pēc nosaukumu skaita, kas saglabājušies līdz mūsu dienām, Orions senatnē bijis vispopulārākais zvaigznājs. Nākamais ir Lielā Lāča kauss. Jāpiebilst gan, ka lielākā daļa minēto nosaukumu attiecas nevis uz

3. att. Oriona zvaigznājs tāds, kāds tas redzams pie debesīm. Uzņēmums izdarīts zilajos staros, tāpēc spožā sarkanā Betelgeize izskatās daudz vājāka par zilganbaltajām zvaigznēm. Zem Oriona jostas redzams Lielais Oriona miglājs M42.

Oriona zvaigznāja spožākās zvaigznes un miglāji

Apzīmējums	Nosaukums	Spožums, lieluma klases	Spektrs	Attālums, gaismas gadi
β	Rigels	0,14	B8 Ia	800
α	Betelgeize	0,41	M2 lab	520
γ	Bellatriksa	1,64	B2 III	470
ϵ	Alnilams	1,70	B0 Ia	1600
ζ	Alnitaks	1,79	O9 Ib	1600
κ	Saifs	2,06	B0 Ia	2100
δ	Mintaka	2,20	O9 II	1500
M 42	Lielais Oriona miglājs	2,9	—	1500
B 33	Zirga Galva	—	—	1500



4. att. Igaunu Sprigulis un Grābeklis Oriona zvaigznājā.

visu septiņu zvaigžņu figūru, bet tikai uz Oriona jostas zvaigznēm. Domājams, ka šī zvaigžņu trijotne guva tik lielu ievēribu ne tikai ar savu sakārtojumu, bet arī ar atrašanās vietu pie debess sfēras — labās puses malējā zvaigzne δ atrodas gandrīz tieši uz debess ekvatora, tāpēc Oriona josta parādās virs apvāršņa tieši austrumu punktā, bet noriet rietumu punktā.

Senie latvieši Oriona jostas zvaigznes sauca par Kūlējiem, bet kopā ar Oriona zobena zvaigznēm — arī par Spriguli vai Vistas Kāju. Lietu-

vieši tās sauca par Siena Pļāvējiem. Igauni Oriona zvaigznājā saskatīja Spriguli un Grābekli (4. att.).

Orionam pie debess ir savs Antiorions. Tā dažreiz sauc Čūskneša zvaigznāju, kas atrodas Orionam tieši diametrāli pretējā debess pusē. Ja kādu nakti iegaumēsiet Oriona stāvokli pie debess, tad tieši pēc pusgada tajā vietā būs redzams Čūsknesis.

Sīkākas ziņas par spožākajām Oriona zvaigznēm un miglājiem atrodamas vairākos iepriekšējo gadu «Zvaigžņotās debess» ziemas numuros.

Mēness

☾ (jauns Mēness)

22. decembrī	14 ^h 47 ^m
21. janvārī	5 29
19. februārī	21 44
21. martā	15 00

☾ (pirmais ceturksnis)

30. decembrī	8 ^h 28 ^m
29. janvārī	6 30
28. februārī	2 42
29. martā	19 12

Mēness perigejā

12. janvārī	7 ^h
8. februārī	7
8. martā	11
5. aprīlī	21

☾ (pilns Mēness)

7. janvārī	5 ^h 17 ^m
5. februārī	18 20
7. martā	5 14
5. aprīlī	14 33

☾ (pēdējais ceturksnis)

14. janvārī	2 ^h 28 ^m
12. februārī	10 58
13. martā	20 35
12. aprīlī	7 42

Mēness apogejā

30. decembrī	15 ^h
27. janvārī	12
24. februārī	7
23. martā	18

PIRMO REIZI „ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Henriks BUSS — filozofijas zinātņu kandidāts, Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Filozofijas un tiesību institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks, desmit zinātnisku monogrāfiju autors. Zinātniskās intereses saistās ar filozofijas specifiku, dialogikas, zinātniskās un tehniskās jaunrades metodoloģijas problēmām.



Alberts GRABINSKIS — tehnisko zinātņu kandidāts, A. Pelšes Rīgas Politehniskā institūta daudzkanālu elektro-sakaru katedras docents. Specialitāte — sakaru tīkli un sistēmas, sīkaka specializācija — signālu pārraide un cīņa pret traucējumiem reālās pārraides sistēmās; pievēršas arī zinātnes popularizācijai. Daudzu zinātnisku un metodisku publikāciju autors.



Liberts KLIMKA — fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts, Viļņas Inženierceltniecības institūta fizikas katedras docents, Lietuvas PSR Astronomijas biedrības padomes loceklis. Viņa zinātniskā darba virziens — pusvadītāju fizika, tehnikas un eksakto zinātņu vēsture. Interese lokā arī Lietuvas zinātnes un kultūras vēsture. Trīs brošūru un ap 50 zinātnisko rakstu autors. Daudz uzmanības velti zinātnes popularizācijai.

Danute MARDOSIENE — ģeogrāfe, Viļņas Valsts universitātes Dabaszinātņu fakultātes inženierfotogrammetrijas laboratorijas vecākā zinātniskā līdzstrādniece. Zinātnisko pētījumu pamatvirziens — piekrastes erozijas procesu dinamika.



Alfs RAUDIS — 1984. gadā absolvējis P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti. Lielu vērību veltī astronomijas mācīšanas jautājumiem.



Vincs VAINAUSKS — fotogrammetrists, tehnisko zinātņu kandidāts, Viļņas Inženierceltniecības institūta ģeodēzijas katedras docents un Viļņas Valsts universitātes Dabaszinātņu fakultātes inženierfotogrammetrijas laboratorijas zinātniskais vadītājs. Vairāku monogrāfiju un daudzu zinātnisko rakstu autors.



СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. А. Балклавс. Новое в конструкциях оптических телескопов и замыслы новых телескопов. ЗЕМЛЯ И БЛИЖНИЙ КОСМОС. А. Грабинский. Искусственные спутники Земли и электросвязь. НОВОСТИ. З. Алксне. Прекращает ли пульсировать Полярная звезда? М. Дирикис, И. Злакоманова. Новые названия малых планет. Т. Романовский, А. Рaudис. Закономерности открытия малых планет. Г. Озолнш. Наконец найден пульсар в другой галактике. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Продолжается третья экспедиция на «Салюте-7» (по сообщениям ТАСС). Монтажная операция в космосе (по материалам советской печати). Э. Мукин. Спутник ремонтируется на орбите. РАЗМЫШЛЕНИЯ. Г. Буш. Черепаха, Аристотель и звездное небо. В ШКОЛЕ. А. Анджанс. Псевдоскалярное произведение векторов и расчет площадей многоугольников. Л. Шмитс. Девятая республиканская открытая олимпиада по физике (организация, задачи, решения). НЕИЗВЕСТНОЕ ОБ ИЗВЕСТНОМ. Д. Мардосиене, В. Вайнаускас. Странствующие дюны Куршской нерии. ОГЛЯДЫВАЯСЬ В ПРОШЛОЕ. Л. Климка. Солнечные часы Литвы. Б. Биедринш, Н. Цимахович. Джордано Бруно — основатель науки об обитаемом космосе. А. Алксне. Звездное небо зимой 1984/85 г.

CONTENTS

COURSE OF SCIENCE. A. Balklavs. Innovative optical telescope design and ideas of new telescopes. EARTH AND ITS CLOSE SPACE. A. Grabinski. Artificial satellites of Earth and electro-communications. NEWS. Z. Alksne. Is North-star finishing to pulse? M. Dirikis, I. Zlakomanova. New names of minor planets. T. Romanovskis, A. Raudis. Regularities of discovery of minor planets. G. Ozolins. A pulsar discovered in another galaxy at last. SPACE EXPLORATION. The third expedition in «Salyut-7» is continuing (according to the TASS). Assemblage operation in space (according to the Soviet press materials). E. Mukins. Satellite is under repair in orbit. WAYS OF KNOWLEDGE. H. Busšs. Tortoise, Aristotles and starry sky. AT SCHOOL. A. Andžāns. Pseudo-scalar product of vectors and calculation of polygon-area. L. Smits. The ninth open physics olympiad in Latvia (organization, tasks, solutions). UNKNOWN ABOUT KNOWN. D. Mardosiene, V. Vainauskas. Travelling dunes of Kuršiu Nerija. FLASHBACK. L. Klimka. Sundials of Lithuania. B. Biedriņš, N. Cimašoviča. Giordano Bruno — founder of science of manned space. A. Alksne. Starry sky in winter 1984/85.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1984/85 ГОДА

Составитель *Эмар Александрович Вебер*

Издательство «Зинатне». Рига 1984

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1984./85. GADA ZIEMA

Sastādītājs *Elmārs Vēbers*.

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

ИБ № 2197

Nodota salikšanai 27.07.84. Parakstīta iespiešanai 5.11.84. JT 21690. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 5,85 uzsk. kr. nov.; 6,74 izdevn. 1. Metiens 2500 eks. Pasūt. Nr. 101986. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



Džordāno Bruno (1548—1600)

LU bibliotēka



220062584

● Dažādos Piena Ceļa apgabalos novērojami gaiši neregulāras formas mākoņi — difūzie miglāji. Tie ir starpzvaigžņu vielas (putekļu un gāzu) sablīvējumi, kuru tuvumā atrodas viena vai vairākas karstas zvaigznes. Šo zvaigžņu ultravioletais starojums izraisa miglāju spīdēšanu.



● Difūzais miglājs IC 405 Vedēja zvaigznājā.
Uzņēmumu ieguvis I. Jurģītis ar LPSR ZA RAO Šmita sistēmas teleskopu. Fotoplate 104aF Kodak, ekspozīcija 60 minūtes.