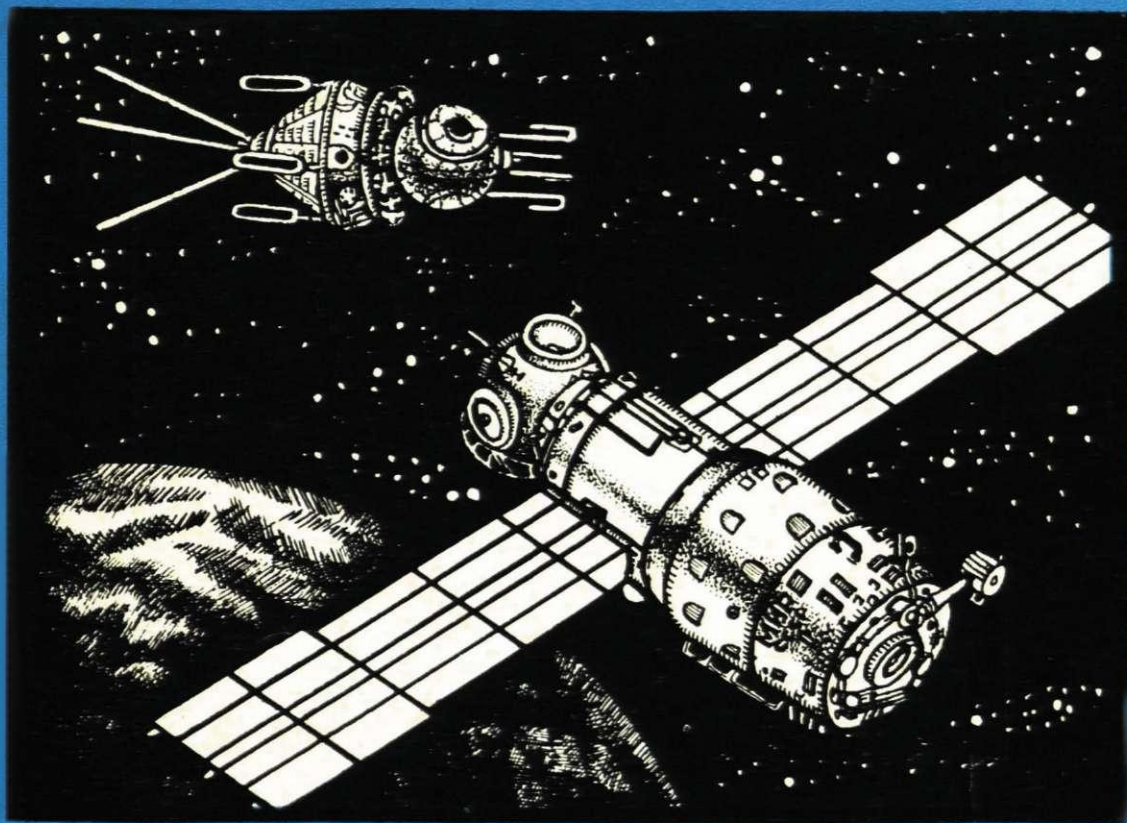
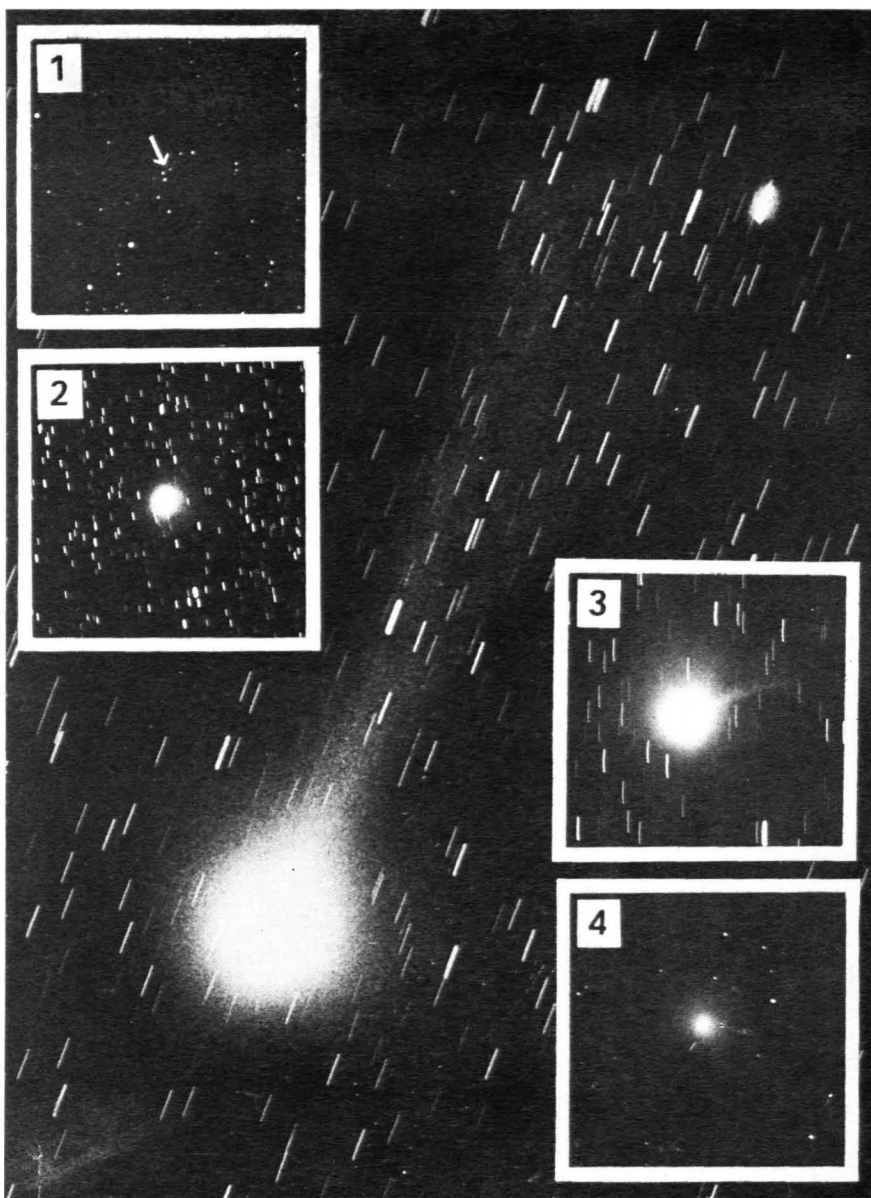


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Jaunākais par Urānu ● Gaismvadsakari ● Gad-
simta ceturksnis pilotējamiem kosmiskajiem lido-
jumiem ● Polimino uzdevumi ● Zibens radītie
veidojumi smiltis ● Hipotēzes par Galaktikas centru
● Viļņas seno astronomijas instrumentu kolekcija

1986./87.
ZIEMA



Haleja komētas izskata izmaiņas pēc uzņēmumiem, kas iegūti ar Riekstukalna Smita teleskopu (ziemeļi pa labi, austrumi augšā). Mērogs ir $0',5/\text{mm}$, t. i., mazo attēlu malas garums mazliet pārsniedz $0'',3$. (Sk. A. Aikšņa rakstu.)

Vāku 1. lpp.: Divdesmit piecos gados — no «Vostok» līdz «Mir». T. Čudnovskas zīmējums.

ZVAIŽNOTĀ DEBESS

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

1986./87. GADA ZIEMA (114)



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. Klētņieks, T. Romanovskis, L. Roze, E. Vēbers

Numuru sastādījis L. Roze

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



SATURS

Zinātnes ritums

<i>E. Mūkins.</i> Tālā Urāna pasaule	2
<i>E. Riekstiņš.</i> Naturālo skaitļu nosaukumi pasaules tautu valodās	9
<i>J. Birzvalks, G. Kotovičs, K. Svarcs.</i> No lāpu telegāra līdz gaismvadsakariem	14

Jaunumi

<i>A. Balklavs.</i> Iespējams Saules magnētisko struktūru uzpeldēšanas mehānisms	22
---	----

Kosmosa apgūšana

Ekspedīcija uz orbitālajām stacijām «Mir» un «Salūts-7» (<i>pēc TASS ziņojumiem</i>)	25
<i>E. Mūkins.</i> Pilotējamie kosmiskie lidojumi 25 gados	27
<i>E. Mūkins.</i> Precizējums rakstam «Kosmo- plāna «Challenger» katastrofa» «Zvaigžnotās Debess» 1986. gada rudens numurā	33

Skolā

<i>G. Svabadnieks.</i> Uzdevumu risināšana vidus- skolas astronomijas kursa nodaļā «Ievads»	34
<i>I. Lagzdīņš.</i> Kartotēka astronomijas mācīšanai	36
<i>I. Muceniece.</i> Algoritmiskie uzdevumi ar polimino	40

Neparastas parādības

<i>H. Gode.</i> Zibens caurules	49
---	----

Hipotēžu lokā

<i>P. Osten-Zakens.</i> Neatrisinātas kosmoloģijas problēmas	50
<i>N. Cimahoviča.</i> Galaktikas centrā dzimst zvaigznes	52
<i>A. Balklavs.</i> Galaktikas centrā — super- zvaigzne vai melnais caurums?	53

Atskatoties pagātnē

<i>L. Klimka.</i> Viļņas vecās observatorijas in- strumenti	56
<i>J. Francmanis.</i> PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomei — 50	64

Mūsu republikā

<i>A. Alksnis.</i> Haleja komētas fotografēšana Baldonē	66
--	----

<i>Leonora Roze.</i> Zvaigžnotā debess 1986./87. gada ziemā	67
--	----



TĀLĀ URĀNA PASAULE

EDGARS
MOKINS

Gandrīz trīs miljardus kilometru tālais Urāns ir mums tuvākā planēta no tām, kuras cilvēks nepazīna laikmetā, kad vēl nebija izgudrots teleskops (lai gan principā šo spīdekli īpaši labos apstākļos var saskatīt ar neapbruņotu aci). Arī mūsdienās Urāna pasaule — pati planēta, tās gredzenu sistēma un pavadoņu saime — nebūt nav ērts izpētes objekts: milzīgajā attālumā un cauri Zemes atmosfērai pat ar visspēcīgāko teleskopu tur var saskatīt tikai vairākus tūkstošus kilometru lielas detaļas. Tomēr pēdējā laikā, pateicoties pirmajiem pētījumiem tuvplānā, novērojumiem ar vismodernāko tehniku no Zemes vai tās apkārtnes un jauniem teorētiskajiem darbiem, par šo tālo pasauli gūts ne mazums agrāk nezināmu faktu un vispārinošu atziņu.

PLANĒTA UN TĀS MAGNETOSFĒRA

Saules sistēmas septīto planētu 1781. gadā ar paštaisītu spoguļteleskopu atklāja angļu astronoms Viljams Heršels, tiesa, sākumā noturēdams to par vēl nepazīstamu komētu. Pēc jaunā objekta ietekmes uz citu planētu kustību drīz tika noskaidrots, ka šā debess ķermeņa masa ir 14,5 reizes lielāka nekā Zemes masa, bet diametrs izrādījās (pēc mūsdienu vērtējuma) 52 300 km, t. i., četras reizes lielāks nekā Zemei.

No šiem skaitļiem izriet, ka Urāna vidējais blīvums ir tikai 1,2—1,3 g/cm³ (aptuveni četras reizes mazāks nekā Zemei), tātad tas sastāv pamatvilcienos no vieglām vielām — acīmredzot no ūdens, metāna utt. Atbilstoši teorētiskajiem pētījumiem, kurus veikuši padomju zinātnieki V. Zarkovs un V. Trubicins, amerikāņi V. Habards, M. Podolaks, R. Reinoldss un citi, Urānam dzīļu viela ir tikai šķidrā un gāzveida stāvoklī — tāpat kā Jupiteram un Saturnam. Kodolu veido izkusuši metāli un silikātieži

(planetologu žargonā — «akmeņi»), mantiju — galvenokārt ūdens, šķidrā amonjaks un metāns (tā kā Urāna apkaimē valdošajā aukstumā tiem būtu jāsasalst, — «ledi»), atmosfēru — ūdeņradis, hēlijs un mazākā mērā citas vieglās gāzes (1. att.). Tātad Urānam vispār nav cietas virsmas, bet no attāluma novērojamā šķietamā virsma patiesībā ir planētas mākoņu segas augšējais slānis.

Kā liecina līdzšinējie Urāna infrasarkanā starojuma mērījumi no Zemes, atšķirībā no pārējām tās pašas grupas planētām — Jupitera, Saturna un Neptūna — tas neizstaro kosmosā daudz vairāk enerģijas, kā saņem no Saules. Tātad stipras siltuma plūsmas no dzīlēm šai planētai nav, no vienīgā ārējā siltuma avota katru tās virsmas laukumu sasniedz 370 reizi mazāk enerģijas nekā tādu pašu laukumu uz Zemes; rezultātā Urāna virsslāņa temperatūra ir ļoti zema — ap -210°C .

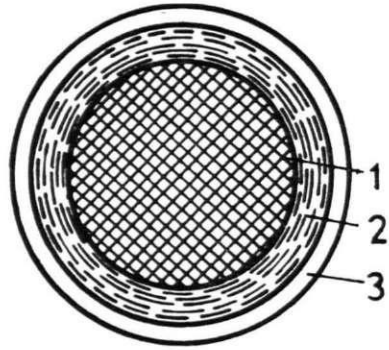
Siltumkontrasti starp Urāna apgaismoto un neapgaismoto puslodi un starp dažādām planetogrāfiskā platuma zonām, kā izriet no mērījumiem tuvplānā ar kosmiskā aparāta «Voyager-2»

infrasarkan spektrometru,* nepārsniedz dažus grādus (2. att.). Šāda situācija pastāv, neraugoties uz to, ka sakarā ar Urāna rotācijas ass neparasto orientāciju (praktiski orbītas plaknē) un ļoti ilgo apriņķošanas periodu ap Sauli (84 Zemes gadi) tā dienvidu puslodē pašlaik valda desmitiem gadu ilga polārā diena, turpretī ziemeļu puslodē — tikpat ilga polārā nakts! Ar «Voyager-2» telekamerām iegūtās mākoņu segas attēlu sērijas, savukārt, rāda, ka atmosfēra (vismaz tās augšējie slāņi) uz Urāna cirkulē tāpat kā uz Jupitera un Saturna, proti, ekvatoram paralēlā virzienā (3. att.). Taču šajai neparasti rotējošajai planētai tas nozīmē nevis regulāru gaisa apmaiņu starp dienas un nakts puslodi, bet gan, tieši otrādi, šādas apmaiņas pilnīgu trūkumu, tādējādi temperatūras izlīdzināšanās cēlonis acīmredzot vēl jāmeklē.

Planētai, kurai ir šķidrās, elektrību vadošas dzīles un ātra rotācija ap asi, atbilstoši teorijai, jābūt apveltītai ar savu magnētisko lauku, tādēļ magnetosfēras esamību pareģoja arī Urānam, kura diennakts ir pat īsāka nekā Zemes diennakts. Vēl vairāk, planētas spektroskopiskie novērojumi ultravioletajos staros no pavadoņa IUE** liecināja, ka tur acīmredzot pastāvīgi mēdz būt spēcīgas polārblāzmas — ļoti raksturīga magnetosfēras un atmosfēras mijiedarbības izpausme. Tiešie mērījumi no kosmiskā aparāta «Voyager-2» apstiprinājuši, ka Urāna magnētiskais lauks pastāv, turklāt ir negaidīti intensīvs — 0,25 gausi uz virsmas ekvatora tuvumā (tikai par 20 procentiem vājāks nekā uz Zemes). Šis veidojums izrādījies arī ļoti neparasti orientēts: tā simetrijas ass slīpums pret planētas rotācijas asi ir apmēram 60 grādu, nevis 10 vai mazāk grādu — kā citām planētām ar daudz maz spēcīgu magnētisko lauku, bet simetrijas centrs atrodas stipri

* Kosmiskais aparāts «Voyager-2» (ASV) tika palaists 1977. gadā ar uzdevumu četrus gadus ilga lidojuma laikā pētīt tuvplānā Jupiteru un Saturnu, taču 1986. gada 24. janvārī tas darbaspējīgā stāvoklī aizsniedza arī Urānu (sk. rakstu «Zvaigžņotās Debess» iepriekšējā numurā).

** IUC (International Ultraviolet Explorer) — astronomiskajiem novērojumiem domāts pavadoņs, kas aprīkots ar 45 cm diametra spoguļteleskopu darbam ultravioletajā diapazonā (ASV + Rietumeiropa).

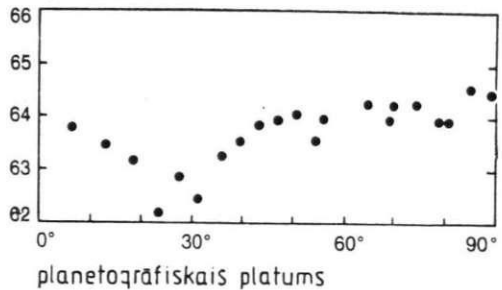


1. att. Urāna iekšējā uzbūve (pēc V. Zarkova izstrādātā modeļa): 1 — «akmeņi» (izkusuši), 2 — «ledī» (izkusuši), 3 — gāzes.

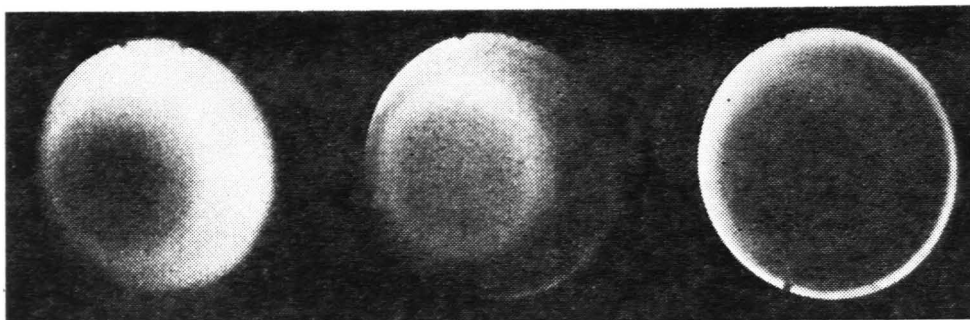
tālu no Urāna ģeometriskā un masas centra. Droša un viennozīmīga teorētiska izskaidrojuma nedz šīm īpatnībām, nedz Urāna rotācijas ass novietojumam pagaidām nav.

Tā kā magnetosfēras rašanos izraisa procesi planētas dzīlēs, pēc tajā norisošo parādību periodiskuma, ko novērojuši «Voyager-2» aparātūra, tagad droši un diezgan precīzi zināms Urāna rotācijas periods — 17,24 h (kļūda nav lielāka par dažām minūtēm). Mākoņu segas un tātad arī attiecīgo atmosfēras zonu rotācijas periodi, kā rāda tuvplānā uzņemto attēlu sērijas, tāpat kā uz Jupitera un Saturna, ir katram platumā grādam citādi, konkrēti, robežās no 16,0 līdz 16,9 stundām.

temperatūra, K



2. att. Urāna atmosfēras temperatūra mākoņu segas virsslāņa līmenī atbilstoši kosmiskā aparāta «Voyager-2» infrasarkanā spektrometra mērījumiem. (Pēc NASA/JPL attēla.)



3. att. Saulei pievērsta Urāna dienvīdu puslode «Voyager-2» uzņēmumos caur dažādiem gaismas filtriem: pa kreisi — caur violeto filtru, vidū — caur oranžo filtru, pa labi — caur speciālu sarkano filtru, kurš laiž cauri gaismu tikai visai šaurā, metāna spektra līnijām pieskaņotā joslā (ša iemesla dēļ ekspozīcijas ilgums — 96 s). Pēdējais attēls izceļ dūmakas slāņus Urāna augšējā atmosfērā. Tumšie punkti uz planētas diska malas ir attēla ģeometrisko kropļojumu koriģēšanai nepieciešamas atzīmes pašā telekamerā. (NASA/JPL attēli.)

GREDZENU SISTĒMA

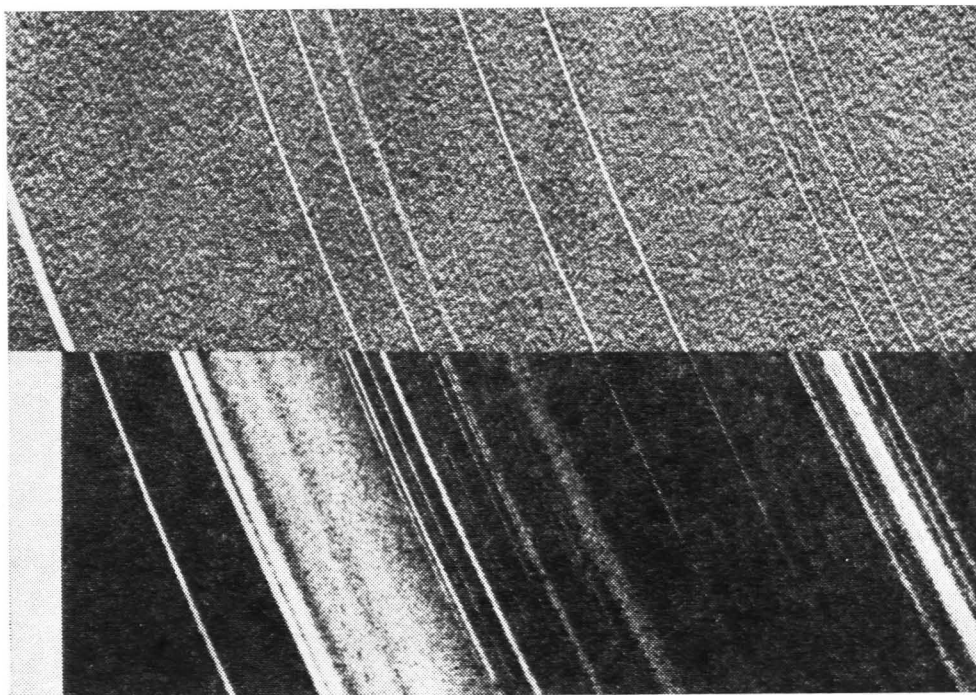
Urāna gredzenu sistēmu 1977. gadā pilnīgi negaidīti atklāja amerikāņu astronoms Džeimss Eljots kopā ar saviem līdzstrādniekiem: no Koipera observatorijas* novērojot planētas izraisītu samērā spožas zvaigznes aptumsumu, viņi pirms un pēc šā notikuma reģistrēja divas savstarpēji simetriskas īslaicīgu aptumsumu virknes. Vēlāk tieši šim nolūkam rīkoti novērojumi pierādīja, ka Urānu ekvatora plaknē 42 000—51 000 km attālumā no centra apjož kopumā deviņi visai blīvi, taču ārkārtīgi šauri gredzeni. Pašam ārējam, dēvētam par ϵ gredzenu, platums ir vairāki desmiti kilometru, pārējiem, kurus apzīmē ar citiem grieķu burtiem un cipariem, — tikai daži kilometri, viens kilometrs vai pat mazāk. No tuvuma iegūtajos attēlos pēc kontrasta pastiprināšanas saskatāms vēl viens — ļoti šaurs, taču daudz retinātāks gredzens, kurš atrodas starp ϵ un iepriekšējo

gredzenu. Bet zvaigžņu aptumsuma metodes kosmiskā realizācija — novērojumiem izmantojot «Voyager-2» fotopolarimetru — parādījusi, ka ārpus ϵ acīmredzot ir vēl trīs cits citam tuvi gredzeni, kuru platums nepārsniedz 150 metrus! Šis caurstarošanas eksperiments apliecinājis arī, ka vairumam Urāna gredzenu radiālā virzienā turklāt vēl ir sava sarežģīta iekšēja struktūra ar kilometriem, simtiem metru un pat desmitiem metru stīkām detaļām, t. i., tie sastāv it kā no atsevišķiem tik ārkārtīgi šauriem koncentriskiem gredzentiņiem.

Līdzšinējie mēģinājumi izskaidrot Urāna gredzenu niecīgo platumu nav bijuši īsti veiksmīgi. Pirms novērojumiem tuvplānā pati populārākā bija hipotēze, ka šo veidojumu daļiņām tik šaurās zonās liek koncentrēties perturbācijas, kuras izraisa netālu no gredzena iekšmalas un ārmalas riņķojoši pavadoņi. Taču «Voyager-2» pārraidītajos uzņēmumos šādu «sargpavadoņu» pāris redzams tikai ϵ gredzenam (sk. attēlu «Zvaigžņotās Debess» iepriekšējā numurā, 30. lpp.).

Kā liecina «Voyager-2» lidojuma gaitā veikts eksperiments, Urāna deviņi blīvākie gredzeni manāmi ietekmē cauri tiem izplatošos radiosignālus, kuriem viļņa garums ir ~ 10 cm, tāfad gredzenus veidojošās daļiņas ir stipri lielas — pārsvarā ar caurmēru no vairākiem decimetriem

* Koipera observatorija jeb KAO (Kuiper Airborne Observatory) — speciāli pārbūvēta reaktīvā transportlidmašīna, kurā uzstādīts 91,5 cm diametra spoguļteleskops ar visām nepieciešamajām palīgierīcēm efektīvai un regulārai astronomisko novērojumu veikšanai (ASV).



4. att. Urāna gredzeni «Voyager-2» optisko instrumentu skatījumā. Gredzenu sistēmas attēli uzņemti tas tieši atpakaļ atstarotā (augšējais attēls) un cauri spīdošā (apakšējais attēls) Saules gaismā un uz Zemes elektroniski apstrādāti (lai saskaņotu mērogu un paaugstinātu kontrastu). *e* gredzenu fragmenti, kas redzami kreisajā malā, viens otru neturpina un atšķiras pēc platumā, tādēļ ka šis veidojums ir ekscentrisks un dažādās vietās patiešām nevienādi plats. (NASA/JPL attēls.)

līdz pāris metriem. Turpretī sīku, ar gaismas viļņa garumu salīdzināmu puteklīšu, kuri izceļas ļoti slīpā, gredzenu cauri spīdošā apgaismojumā, tur ir maz un dažviet pat nemaz nav: no planētas ēnas puses iegūtā uzņēmumā daži gredzeni vispār nav saskatāmi! Toties to atstarpēs šādu niecīgu vielas daļiņu, izrādās, ir tik daudz, ka tās veido it kā vēl otru — putekļu gredzenu sistēmu, kurai arī piemīt visai smalka un sarežģīta struktūra (4. att., apakšā). Lai gan šī sistēma satur daudzkārt mazāk vielas nekā lielo daļiņu veidotā, tā ir ievērojami plašāka — iekšējo gredzenu plakni vairāk nekā 100 000 km attālumā no planētas centra, «Voyager-2» sadūrās ar 30 mikroskopiskiem puteklīšiem sekundē. Īsi pirms šā mirkļa iegūtā un pēc tam speciāli apstrādātā uzņēmumā,

savukārt, redzams kādus trīs tūkstošus kilometru plats blāvs gredzens, kura ārmaļa atrodas aptuveni 1500 km tuvāk Urānam nekā pats iekšējais šaurais un blīvais gredzens, bet iekšmaļa — apmēram 18 000 km augstumā virs planētas mākoņu virsmas.

Izmantojot 5 m diametra spoguļteleskopu, elektroniskais gaismas uztvērējs un komplikētas attēlu apstrādes metodes, Urāna gredzenu sistēmu jau pirms vairākiem gadiem izdevās tiešā veidā ieraudzīt arī no Zemes, taču bez jebkādām uzbūves detaļām, tikai kā vienu stipri izplūdušu gredzenu. Šā veidojuma niecīgais spožums ļāva aprēķināt, ka Urāna gredzenu viela ir ārkārtīgi tumša — tā atstaro tikai trīs procentus Saules gaismas; šādu vērtējumu apstiprina arī kosmiskie pētījumi.

PAVADOŅU SAIME

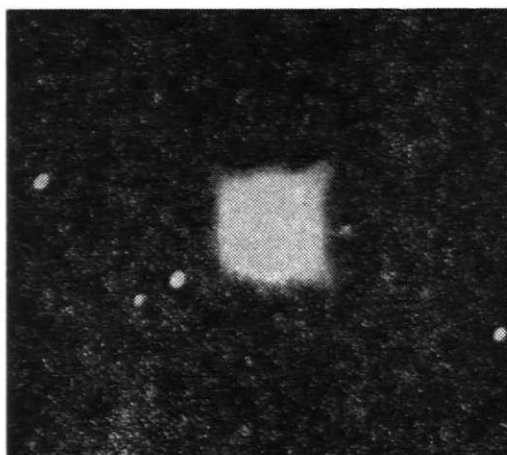
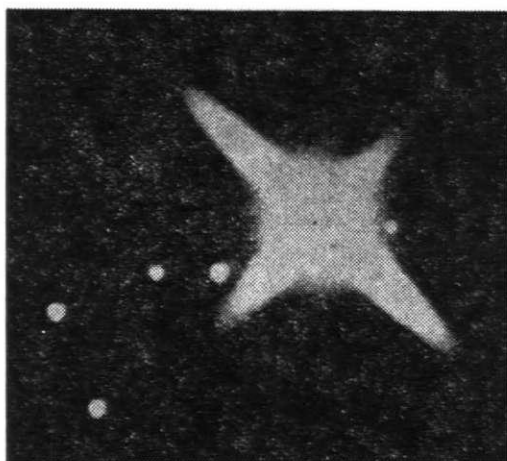
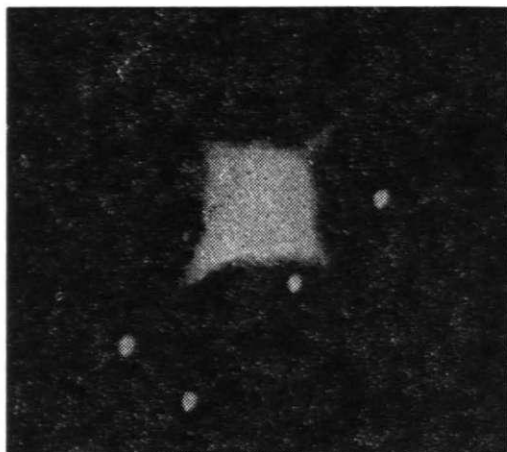
Jau no Zemes Urānam bija pamanīti pieci pavadoņi: 1787. gadā Viljams Heršels atklāja abus lielākos un no planētas tālākos — Oberonu un Titāniju, 1851. gadā viņa tautietis Viljams Lasels — Umbrielu un Arielu, bet 1948. gadā amerikāņu astronoms Džerards Koipers — mazo un planētai tuvo Mirandu. Taču pat ar lieliem mūsdienu teleskopiem šos objektus var redzēt vienīgi kā gaišus punktus (5. att.), tādēļ to izmēri kļuva puslīdz droši aprēķināmi tikai pašos pēdējos gados, kad bija izdevies izmērīt nelielo, tālo un auksto ķermeņu siltuma starojumu un salīdzināt to ar saņemto un atstaroto enerģijas daudzumu. Pēc «Voyager-2» pārraidītajiem attēliem pavadoņu diametrs tagad noteikts ar precizitāti līdz dažiem procentiem (sk. tabulu), bet pēc to ietekmes uz kosmiskā aparāta trajektoriju pirmoreiz droši novērtēta masa.

Pēc šiem datiem aprēķinātais Urāna pavadoņu vidējais blīvums, izrādās, ir krietni augstāks nekā tikpat lielajiem Saturna pavadoņiem, kuri sastāv galvenokārt no parastā ledus. Tātad diezgan lielu daļu Urāna pavadoņu masas acīmredzot veido no silikātiem sastāvošs kodols un tikai virsējos slāņus — ledus, par kura klātbūtni liecināja jau spektroskopiskie novērojumi no Zemes.

Teleuzņemšana no dažu simtu tūkstošu vai pat desmitu tūkstošu kilometru attāluma devusi iespēju aplūkot visiem pieciem pavadoņiem trešdaļu vai pusi virsmas līdz dažus kilometrus sīkām detaļām (vispilnīgāk un visdetalizētāk — Mirandu). Kā no atmosfēras neieskauziem debess ķermeņiem jau bija sagaidāms, visvairāk izplatītā reljefa forma tur ir meteorītu izsistī krāteri, taču vairākumam no tiem vērojamas arī lielākas vai mazākas dziļu aktivitātes pēdas.

Oberonam gluži tāpat kā Mēnesim lielākos krāterus aptver simtiem kilometru garu, gaišu staru vainagi, kurus, bez šaubām, izveidojusi

5. att. Urāns un tā pieci lielākie pavadoņi uzņēmumā no Zemes. (Planēta neizskatās sfēriska tādēļ, ka ir stipri pārgaismota, cenšoties iegūt spožumā daudzreiz vājāko pavadoņu attēlus.)



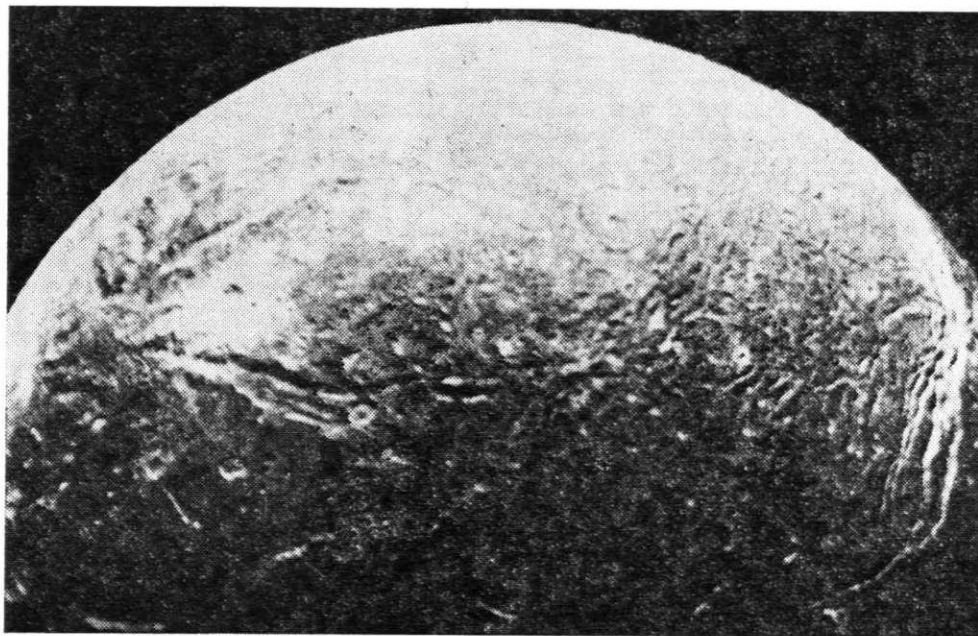
Urāna pavadoņi

Pavadoņs (nosaukums vai pagaidu apzīmē- jums)	Orbītas rādiuss, tūkst. km	Pavadoņa diametrs, km
1986 U7	49,28	~ 15
1986 U8	53,29	~ 25
1986 U9	59,08	~ 50
1986 U3	61,74	~ 75
1986 U6	62,69	~ 50
1986 U2	64,34	~ 75
1986 U1	66,08	~ 100
1986 U4	69,91	~ 50
1986 U5	75,08	~ 50
1985 U1	85,97	161 × 169
Miranda	129,4	480 ± 20
Ariels	191,0	1170 ± 20
Umbriels	266,3	1190 ± 20
Titānija	435,9	1590 ± 35
Oberons	582,5	1550 ± 35

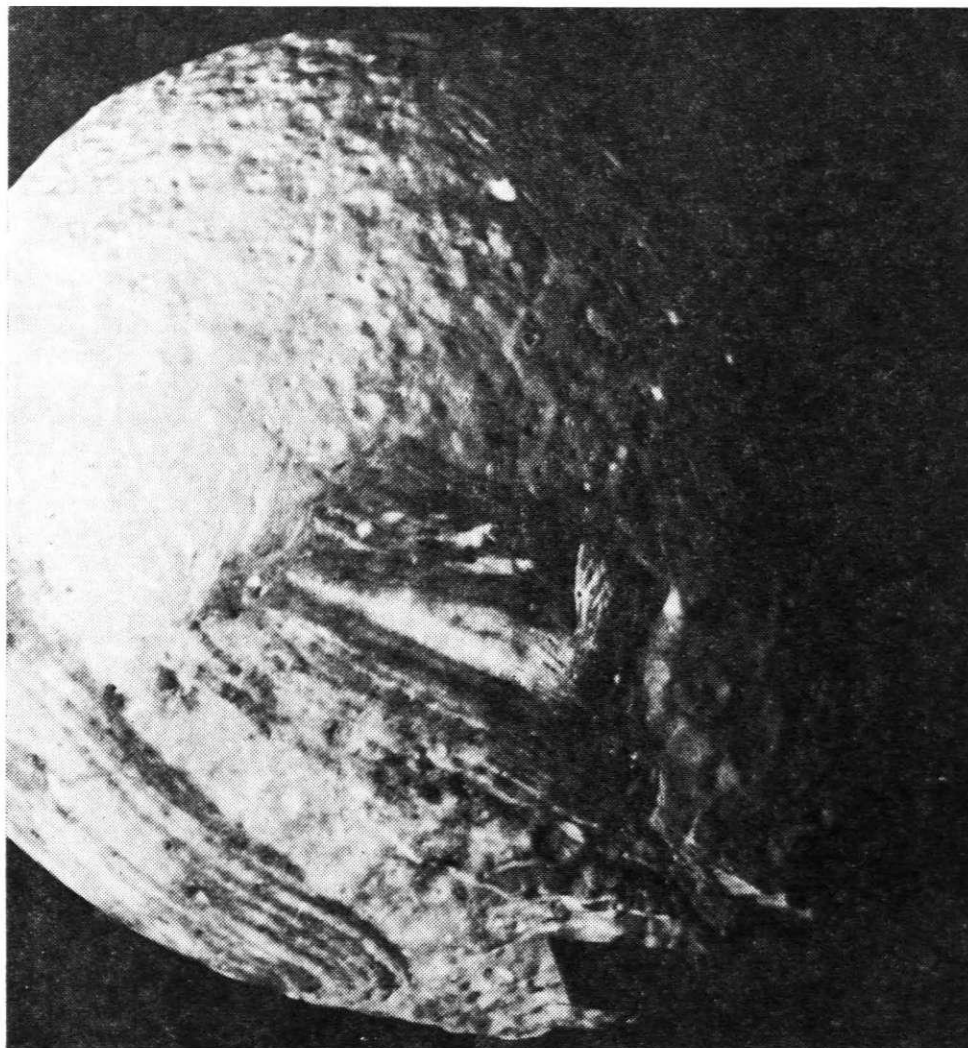
sprādziena izsviestā viela. Taču šim pavadoņim atšķirībā no Mēness to iekšienē saskatāmi daudz tumšākas vielas plankumi. Iespējams, ka cauri trieciena radītajām plaisām no pavadoņa šķidrās mantijas, kāda tam droši vien bijusi pagātnē, augšup izspiedies un sasalis ar tumšiem piemaisījumiem bagāts ūdens.

Titānijas ar krāteriem izroboto, taču spožuma ziņā stipri viendabīgo virsmu dažviet šķērso varenas plaisas, kuras stiepjas daudzu simtu kilometru garumā (sk. vāku 4. lpp.). Domājams, ka tās radušās, šķidrajam ūdenim dzīlēs pakāpeniski sasalstot un līdz ar to izplešot pavadoņa ārējos slāņus.

Umbriela virsma ir ļoti vienvēidīga gan pēc spožuma, kas tai ir krietni vājāks nekā jebkura cita Urāna pavadoņa virsmai, gan pēc reljefa — tur sastopami tikai meteorītu izsistie krāteri. Vienīgā kontrastainā detaļa uz šā debess ķermeņa ir liels, gaišs aplis, kas acīmredzot atrodas krātera iekšienē un tādējādi varbūt ir saistīts ar relatīvi tīra ūdens izplūdumu trieciena rezultātā.



6. att. Urāna pavadoņs Ariels «Voyager-2» pārraidītā uzņēmumā. (NASA/JPL attēls.)



7. att. Urāna pavadonis Miranda «Voyager-2» pārraidītu uzņēmumu mozaikā. Tās izveidošanai nepieciešamie attēli iegūti, noteiktā secībā pārtēmējot autonomi orientējamo zinātniskās aparatūras platformu. Tā kā visa operācija ilga vairākas minūtes, bet kosmiskais aparāts kustējās attiecībā pret pavadoņi ar ātrumu pāri par 15 km/s, uzņemšanas rakurss paspēja diezgan stipri izmainīties. Rezultātā Miranda montāžā izskatās ovāla, lai gan patiesībā ir apaļa. (NASA/JPL attēls.)

Ariēlu izvago apmēram tādas pašas plaisas kā Titāniju, tikai to ir daudz vairāk un krāteru — atbilstoši mazāk (6. att.). Vismaz vienuviet sastopamas sazarotas šauras ielejas ar līdzenu dibenu, kuras stipri atgādina izžuvušo ūdens-

plūsmu gultnes uz Marsa, taču nav saprotams, kāda viela uz šā pavadoņa reāli varētu būt pa tām tecējusi.

Uz Mirandas līdztekus daudziem maza un vidēja izmēra krāteriem sastopamas robotas



8. att. Jaunatklātais Urāna pavadoņs 1985 U1 kosmiskā aparāta «Voyager-2» uzņēmumā. (NASA/JPL attēls.)

kalnu grēdas vairāku kilometru augstumā un vēl augstākas (līdz kādiem 20 km) atsevišķas klintis (7. att., sk. īpaši terminatora tuvumā). Tomēr pati neparastākā reljefa forma uz šā pavadoņa un noteikti arī visā Urāna pavadoņu saimē ir izliektas daudzu savstarpēji paralēlu grēdu joslas, kuras noslēgdamās veido it kā milzīgus daudzstūrus ar noapaļotām virsotnēm

(attēlu analīzes grupas locekļi salīdzina tos ar stadiona skrejceļu). Lai izskaidrotu šādu veidojumu izcelšanos, izvirzīta pat hipotēze, ka tālā pagātnē Miranda kādā īpaši spēcīga meteorīta triecienā burtiski pajukusi gabalos, kuri, turpinādami riņķot pa līdzīgām orbītām, vēlāk atkal apvienojušies vienā ķermenī. Tajās vietās, kur otrreiz topošā pavadoņa virsmā grimuši lejup no blīvākās vielas sastāvošie pirmatnējo dzīļu gabali, augšup izspiestais vieglākais materiāls (parastais ledus) izveidojis šādas koncentrisku grēdu sistēmas ...

Pagājušā gada beigās un šā gada sākumā gan speciāli pavadoņu meklēšanai domātos, gan citā nolūkā iegūtos uzņēmumos «Voyager-2» attēlu analīzes grupas locekļi atrada vēl desmit Urāna pavadoņus, visus ļoti mazus un tuvu pie planētas (tab.). Viens, kam piešķirts pagaidu nosaukums 1985 U1, ir mazliet tālāk no Urāna nekā pārējie un lielāks par tiem, tādēļ arī ir vienīgais, kuram daudz maz precīzi zināma forma un pat daži reljefa veidojumi — protams, meteorītu izsistie krāteri (8. att.).

Abi vismazākie jaunie pavadoņi, kuru caurmērs ir tikai 15—25 km, atrodas arī planētai vistuvāk — tie riņķo ap Urānu tā gredzenu sistēmas iekšienē, kur pilda «gredzenu «sargpavadoņu» lomu. Visbeidzot, septiņi pārējie kustas pa savstarpēji tik līdzīgām orbītām, ka veido kaut ko līdzīgu miniatūrai asteroīdu joslai.

NATURĀLO SKAITĻU NOSAUKUMI PASAULES TAUTU VALODĀS

(Nobeigums)

EDUARDS RIEKSTIŅŠ

2.4.4. Skaitļa 1000 nosaukumi ir atšķirīgi indo-irāņu atzaram (sanskritā «sahasra», avestā «hazahram»), grieķu, romāņu, ķeltu grupām (grieķu — «hilioi», latīņu — «mille», ķeltu — «mil, mile», varbūt aizgūts) un baltu, slāvu un ģermāņu grupām. Valodnieki mēģinājuši pirmo divu tautu kopu 1000 nosaukumus reducēt uz hipotē-

tisku «*gheslo».²³ Minētās atšķirības liecina, ka hipotētiskā pirmtauta līdz 1000 nosaukumus nebija izveidojusi. Arī iepriekš uzrādītās atšķirības

²³ Семереньи О. Введение в сравнительное языковедение М.: Прогресс, 1980. 407 с.

skaitīšanas sistēmās, sākot ar 11, liek domāt, ka šo skaitļu nosaukumi veidojās tikai atsevišķos dialektos. Tādēļ diez vai ir vērts meklēt hipotētiskus ide pirmtautas desmitnieku nosaukumus. Tā kā pēc 60 desmitnieku nosaukumos ne vien daļai ģermāņu tautu, bet arī otrās tautu kopas pārstāvjiem pastāv zināmas fonētiskas nosaukumu veidošanas atšķirības, daļa valodnieku uzskata, ka hipotētiskajai pirmtautai skaitļu nosaukumi bijuši tikai līdz 50. Citi turpretī domā, ka atšķirības izskaidrojamas ar babiloniešu sešdesmitnieku sistēmas ietekmi.

Daži valodnieki domā, ka baltu, slāvu un ģermāņu tautām 1000 nosaukums varēja rasties no «lielais (vai «spēcīgais») simts» (senprūšu 1000 = «tūsintons»; var ievērot arī latviešu vārdu «tūkt», lietuviešu «tūkti» u. c.). Arī dažām citām tautām 1000 nosaukums saistīts ar 100, piemēram, atakapu indiāņiem Teksasā 1000 = «vecais simts» (sk. vēl turpmāk par 10⁶). Pat šumeriem 60³ bija «lielais 60²» («šar», «šar-gal»).

Kā jau 1. § minēts, no nākamajām 10 pakāpēm tagad speciāli nosaukumi ir galvenokārt tikai skaitļiem 10^{3k}. Tie veidojušies Eiropā no latīņu valodas. Nosaukums «miljons» radies no itāļu «mille» = 10³ («lielais tūkstošis») 14. gs., bet tālākie pašreiz lietotie 10^{3k} nosaukumi veidojušies 17. gs. Francijā. Starplaikā kopš 15. gs. lietoja bāzes 10⁶ⁿ, kas dažās valstīs vēl joprojām sastopamas. Romiešiem 10⁶ bija 10³ × 10³ vai 10 × 10² × 10³.

Var minēt, ka sengrieķiem bija vēl nosaukums «mirios» = 10⁴, kas nozīmēja arī «neskaitāms», «bezgalīgs». Tālākajā skaitīšanā grieķi izmantoja 10⁴ (Apolonijs) vai 10⁸ (Arhimēds). Pēdējā bāze radās varbūt tādēļ, ka joniešu alfabētiskajā skaitļu pierakstā lielākais skaitlis bija 10⁵ - 1. Homērs vēl lietoja 10 × 10³.

Arī krievu valodā pēc alfabēta ieviešanas bija nosaukumi citām 10 pakāpēm: 10⁴ = «тыма» (var salīdzināt ar tohāru «tmam» = 10⁴ un mongoļu «tume(n)» = 10⁴), 10⁵ = «легион», 10⁶ = «леодр». Ar šiem terminiem turpinājās skaitīšana augstākā pakāpē līdz 10³⁰ = «колода».²⁴ Kā

teikts p. 1.2.2., sanskritā atrodamas arī daudzas citas bāzes, kas ir 10 pakāpes. No tām pašlaik jaunindiešu valodās saglabājušies nosaukumi skaitļiem 10⁵, 10⁷ un 10⁹ (oriju valodā — arī skaitļiem 10⁴, 10⁶ un 10⁸). Turpretī dažās pamiriešu tautu (šugnanu, rušanu) valodās 100 = 10 × 10 un dažās arī 1000 = 10 × 100. Bet parasti šo tautu valodās 1000 nosaukums ir «hazar, hazor, azor», kas atvasināti no šās iedaļas sākumā minētās antikās indoīraņu formas.

2.4.5. Kārtas skaitļa vārdi ide valodās galvenokārt atvasināti no pamata skaitļa vārdiem, izmantojot sufiksu. Jau p. 2.3.1. minēto trīs grupu tautām sufiksi vienā grupā ir radniecīgi, bet grupu savstarpējā salīdzinājumā — atšķirīgi. Ģermāņu grupā kārtas skaitļa vārda priekšā stāv noteiktais artikuls, un nereti tas sastopams arī romāņu grupā. Pirmā desmita nosaukumos dažkārt tiek lietoti dažādi sufiksi, piemēram, sanskritā 3. = «tirtiya», 4. = «caturtha», 7. = «sapatama». Dažādi sufiksi kārtas skaitļa vārdiem sastopami arī jaunindiešu valodās. Starp citu, šie nosaukumi fonētiski mazāk atšķiras no sanskrita nosaukumiem nekā pamata skaitļa vārdi. Var vēl piebilst, ka kurdī paralēli lieto arī citu paņēmienu, liekot kārtas skaitļa vārda priekšā vietniekvārdu «kurš» vai «kure».

Pirmā desmita nosaukumos novērojamas arī citādas īpatnības. Pirmkārt, «pirmais» un daudzām ide tautām arī «otrais» nav atvasināts no «viens» un «divi». Dažām tautām, piemēram, lietuviešiem, zviedriem, dāņiem, «otrais» vienlaicīgi nozīmē arī «cits». Tomēr indoīraņu valodās un arī armēņu valodā «otrais» ir atvasināts no «divi». Vācu «der zweite» = «otrais» izveidojies tikai 15. gadsimtā. Bet tadžikiem un vairākām pamiriešu tautām arī «pirmais» ir atvasināts no «viens». Dažas citas pamiriešu tautas kārtas skaitļa vārdus aizguvušas no tjurku grupas valodām.

Otrkārt, gandrīz visās ide valodās dažos kārtas skaitļa vārdos bez sufiksa sastopamas vēl arī fonētiskas izmaiņas. Piemēram, mēs sakām «trešais», «ceturtais», nevis «trīsais», «četrtais».

Dažu irāņu grupas tautu valodās (sarikoli, iškašimi, tališi u. c.) pamata skaitļa vārdiem pievieno arī dažus klasifikatorus (numeratorus), šķirojot cilvēkus, dzīvniekus, kokus un lietas.

²⁴ Башмакова И. Г., Юшкевич А. П. Происхождение систем счисления. — Энциклопедия элементарной математики. М.: Гостехиздат, 1951, т. 1, с. 9—74.

Numeratori ir vai nu sufiksi, vai arī atsevišķi vārdi starp skaitļa vārdu un skaitāmo objektu.

2.5.1. Tāpat kā citām tautu saimēm, arī indoeiropiešiem ne visi skaitļu nosaukumi atbilst izteiksmei (1). Minēsim svarīgākās īpatnības.

1. Jau 1. § runāts par atņemšanu skaitļu nosaukumos. Tā sastopama klasiskajā latīņu valodā skaitļos $18=20-2$ un $19=20-1$, bet epizodiski vēl citos nosaukumos, piemēram: $28=30-2$, $99=100-1$. Arī sanskritā paralēli formai $19=9+10$ atrodam $19=20-1$. Jaunindiešu valodās atņemšana ir to salikto skaitļu nosaukumos, kas beidzas ar 9, no 19 līdz 89 (vai 79); skaitli 19 lasa kā «bez viena 20» vai «nepilns 20» utt. Čigānu valodā atņemšana vērojama līdz trim vienībām, sākot ar $7=10-3$ utt.; tā pati sistēma parādās pilniem desmitniekiem: $70=100-30$ utt. Tomēr paralēli tiek lietota parastā decimālā forma. Atņemšana līdz trim vienībām sastopama arī seno etrusku valodā, kuras piederība pie kādas tautu saimes vēl nav noskaidrota un skaitīšanas sistēma arī nav pilnīgi izpētīta.

Epizodiski atņemšana sastopama vēl citās senajās ide valodās, piemēram, grieķu, gotu valodā $39=40-1$, vecaugšvācu $49=50-1$, vecislandiešu $29=30-1$, vecangļu $19=20-1$, vecnorvēģu $54=«1 mazāk par pussesto desmitu»$ utt.

Biežāk atņemšana skaitļiem, kas lielāki par 20, bija sastopama ķeltu tautām. Piemēram, velsiešiem bija $59\ 300=«bez 1\times 1000\ 3\times 20\ tūkstoši\ un\ 3\times 100»$; $2056=«2\times 1000\ un\ bez\ 4\ 3\times 20»$; bija arī sarežģītākas izteiksmes, kuras lasot varēja rasties pārpratumi. Bībeles tulkojumā velsiešu valodā (16. gs.) sastopamas dažādas skaitļu formas gan decimālā, gan vigezimālā, gan arī jauktā sistēmā.²⁵

Tomēr pēc šiem epizodiskajiem piemēriem nevar secināt, ka atņemšana tikusi lietota sistēmātiski. Drīzāk jāuzskata, ka šī darbība ir atliekas no tiem laikiem, kad desmitnieku nosaukumi jau bija izveidoti, bet visa skaitīšanas sistēma vēl nebija nostabilizējusies un katrs skaitīja, kā prata.

2). Par vigezimālās sistēmas pēdām bija norādīts jau p. 2.4. Jo sevišķi šī sistēma izpaužas ķeltu valodās. Tagad šo sistēmu sastopam ne vien bretoņu valodā līdz $380=19\times 20$, bet arī īru valodā, kurā $40=2\times 20$, un paralēli decimālajai sistēmai $60=3\times 20$, $80=4\times 20$, $120=6\times 20$. Vecīru valodā, kā arī citās ķeltu valodās šāda skaitīšana tika lietota līdz 9×20 (velsiešiem — vēl tagad). Bija sastopama arī netipiska desmitnieku forma, piemēram: $50=10-40$, $120=20+100$, $210=10+200$, bet $12\ 000=«2\ tūkstoši\ 10»$ lieio vēl tagad. Šāda saskaitāmo maiņa pašlaik īru valodā novērojama līdz simtam; «+» lasa dažādos veidos.

Par vigezimālo sistēmu albāņu valodā bija teikts p. 2.4.1. Bet tā ir sastopama arī dāņu valodā, turklāt ir izspiedusi vecākās decimālās formas. Tā, $50=«pustrešais\ [divdesmit]»$, $60=«3\ iekš\ 20»$, $70=«pusceturtais»$, $80=«4\ iekš\ 20»$, $90=«puspiektais»$. Šādi nosaukumi kā paralēla mazlietota forma ir arī norvēģiem, bet nav vecislandiešu valodā, kas liecina par minēto formu relatīvu jaunumu. Par angļu «score» = 20 sk. p. 2.6,3¹.

Var minēt, ka arī baskiem (Spānijā), kas nepieder pie ide saimes, ir vigezimālā sistēma: $30=10+20$, $40=2\times 20$, ..., $90=10+4\times 20$.

Vigezimālā sistēma vērojama arī indoirāņu aīzara tautām. Nereti paralēli pastāv divas sistēmas — gan vigezimālā, gan decimālā. Turklāt vigezimālajā sistēmā lietākoties tālāk par 100 neskaita. Kaukāzā šī sistēma ir osetīnu, beludžu un tatu valodās, pēdējā tikai skaitļiem $60-90$. Pamiriešu tautas jagnobi, jazgulemi un vahami paralēli lieio arī decimālo sistēmu (varbūt tadziku ietekme?). Interesanti, ka, tāpat kā dāņu valodā, «puse» ir sastopama arī dažos jagnobu skaitļu nosaukumos: $50=«divarpus\ 20»$ utt. ($20=«bīst»$ līdzīgi kā daudzām citām indoirāņu tautām).

Valodnieki ir pārliecināti, ka ide skaitīšanas pamatā ir decimālā sistēma, tādēļ vigezimālajai sistēmai vajadzētu būt aizguvumam. Skaidrības šajā jautājumā tomēr nav. Indoirāņu tautas varēja to aizgūt no kaukāziešiem, Eiropas tautas — no baskiem. Mazvarbūtīgs senāks šīs sistēmas avots ir fenīkiešu vigezimālais skaitļu pieraksts (fenīkiešiem kā semītiem bija decimālā

²⁵ Hurford J. R. The linguistic theory of numerals. Cambridge: Cambr. Univ. Press, 1975, p. 136—201.

sistēma). Visi šie spriedumi gan ir tikai hipotēzes līmenī.

2.5.2. Tāpat kā citām tautu saimēm, arī ide ir dažādi nestandarta skaitļu nosaukumi.

1^o. Vairāku ide tautu valodās sastopama reizināšana ar 3. Dažkārt tā vērojama ķeltu valodās. Kā jau minēts, bretoņu valodā 18 = «3 sešnieki». Velsiešu valodā bija 15 = «3 piecnieki» un tagad ir 18 = «2 devītnieki» (sk. arī p. 2.6,1^o). Vecīru literatūrā atrodama laukuma mērvienība «trejdeviņas vagas», kā arī 150 = 3 × 50 (paralēli tam arī 50 + 100, 10 + 7 × 20). Sanskritā 18 = 3 × 6, 21 = 3 × 7, bet vēdās ir arī 3 × 50, 3 × 70.

Skaitlis 3 ir visai iecienīts arī latviešu folklorā. Pasakās darbojas trīs tēva dēli, tiem jāuzmin trīs mīklas vai jāveic trīs darbi u. tml., pūķim ir trīs, sešas vai deviņas galvas utt. Populārs ir sakāmvārds «visas lietas labas trīs». Tautasdziesmās, pasakās un buramos vārdos dažkārt sastopami skaitļi 9 un «trejdeviņi».

Tāpat skaitlis 3 raksturīgs indiešu folklorai:²⁶ ir īpaši nosaukumi trim pasaulēm (debesis, zeme, pazeme), trim laika mēriem (pagātne, tagadne, nākotne vai arī rīts, pusdiens, vakars), trim brahmaņu pienākumiem (upurēšana, vēdu studēšana un labu darbu veikšana) utt. Šis skaitlis ir populārs arī osetīnu folklorā, bet pamīriešu tautas jagnobu pasakās nenoteikta skaitļa «trejdeviņi» vietā ir skaitlis 40.

Tomēr no minētajiem faktiem vien nevar secināt, ka ide pirmtautām kādreiz bijusi trijnieku sistēma. Ja tā būtu, tad vismaz skaitļu 4—8 nosaukumi būtu atvasināti tikai no 1, 2, 3, piemēram, būtu 5 = 3 + 2, 6 = 2 × 3. Par skaitļa 3 popularitātes cēloņiem varētu izteikt dažādas hipotēzes, bet tās visas ir maz ticamas (sk. p. 2.6,2^o). Var piebilst, ka 3 kā daudzskaitļa forma sastopama ēģiptiešu un ķīniešu hieroglifos. Šīm tautām, tāpat maijiem, dažkārt 3 nozīmē arī «daudz». Grupās pa 3 skaita vēl citas tautas, piemēram, filipīnieši.

2^o. Ne jau 3 vien ir zīmīgs skaitlis ide tautām. Piemēram, krievu valodā ir daudz sakāmvārdi un parunu, kas satur skaitli 7. E. Kol-

manis²⁷ no šā fakta pārsteidzīgi secina, ka «septiņi» kā nenoteikts liels skaitlis tajos ir saglabājusies no tiem laikiem, kad skaitļu nosaukumi vēl nesniedzās līdz 7, lai gan ir zināms, ka jau ide pirmtautām (no kurām cēlusies krievu tauta) pirms vairāk nekā 6000 gadiem bija nosaukumi skaitļiem vismaz līdz 10. Bez tam līdzīgi sakāmvārdi ir arī citās ide valodās, bet tajos figurē citi skaitļi. Piemēram, sakāmvārdam «septiņreiz nomērt, vienreiz nogriez» vācu valodā 7 vietā figurē 2 vai 10, angļu valodā — 2. Savukārt, sakāmvārds «не строй 7 церквей, пристрой 7 детей» liecina par tā visai vēlu izcelsmi. Tieši neziņa par laiku, kad radusies attiecīgā folklorā, ir šķērslis stingri pamatotiem secinājumiem no tās.

7 bija zīmīgs skaitlis arī senajiem indiešiem. Piemēram, lai kļūtu par draugiem, kopā jānosolo 7 soļi, jaunajam pārim jāapiet 7 reizes ap ugunsroku (tātad līdz 7 bija jāprot skaitīt!); Buda vientulībā pavadījis 7 gadus (30—37) un šajā laikā nonācis pie savas mācības. Varētu būt, ka cēlonis skaitļa 7 popularitātei meklējams astronomijā: nedēļas nosaukums vairākām ide tautām ir «7 dienas» (grieķiem, romāņiem u. c.) vai «7 naktis» (ķeltiem; bretoņiem — «7 miegi»), bet sanskritā ir abi nosaukumi. Septiņas dienas (nedēļa) ir laikspridis, kurā Mēness izskats mainās apmēram par vienu ceturksni. Var piebilst, ka šāds nedēļas nosaukums ir arī ziemeļos dzīvojošajiem pēnciem.

3^o. Ķeltu un ģermāņu valodās dažu skaitļu nosaukumos figurē «puse». Visās ķeltu valodās 50 = «pussimts» (bretoņiem vienīgā, pārējām ķeltu tautām — paralēla forma); kā paralēls nosaukums tas ir arī sanskritā. Mēs tāpat dažreiz sarunu valodā lietojam šo vārdu; tādā pašā nozīmē tas sastopams krievu un ģermāņu valodās. Ziemeļģermāņu valodās vārds «puse» skaitļu nosaukumos parādās arī citādās sakarībās: p. 2.5.1,2^o to atrodam dāņu valodā reizinājumos ar 20, bet vecislandiešu sarunu valodā 35 = «puse ceturta desmitā», 55 = «puse sestā desmitā» utt. Ja teiktu 35 = «5 ceturta desmitā», tad būtu lietota skaitīšana no augšas; būtiskā starpība šajos izteiksmes veidos ir maza. Lai

²⁶ Кочергина В. А. Санскритско-русский словарь. М.: Русский язык, 1978. 895 с.

²⁷ Кольман Э. История математики в древности. М.: Физматгиз, 1961, с. 22.

lietotu šādus skaitļu nosaukumus, bija jābūt jau izveidotiem desmitnieku nosaukumiem. Tādēļ liekas, ka šīs skaitļu formas radušās sadzīvē tajos laikos, kad decimālās sistēmas skaitļu nosaukumi nebija pilnīgi nostiprinājušies.

4^o. Tāpat sadzīvē dažādi nestandarta reizinājumi sastopami jaunindiešu valodās. Tajās ir speciāli nosaukumi arī daļskaitļiem $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$ u. c., un tos izmanto, lai nosauktu dažus lielākus skaitļus. Piemēram, marathu valodā $375 = \frac{3}{4}$ četršimtā, $14\,250 = \text{«14 tūkstoši } \frac{1}{2} \text{ trīsšimtā»}$, $125\,000 = \text{«}1\frac{1}{4} \text{ no } 10^5\text{»}$ utt., gudžaratu un hindi valodās $75 = \frac{3}{4}$ simtā, $125 = \text{«}1\frac{1}{4} \text{ no simta»}$ utt., oriju valodā $475 = \text{«bez } \frac{1}{4} \text{ pieci simti»}$ utt.

Romieši dažkārt skaitīšanā lietoja vārdu «sestertius» («semitertius») = $2\frac{1}{2}$. Atliekas no $\frac{1}{2}$ izmantošanas daudzu ide tautu valodās sastopam pulksteņa rādītā laika nolāšanās, piemēram, $3^h\,30^m = \text{«puscetri»}$.

2.6.¹⁰. Salīdzinājumā ar citu tautu saimju valodām ide valodās ir maz pilnīgi neregulāri darinātu skaitļa vārdu. Jau runāts par krievu 40 un 90, kā arī albāņu 20. Vēl var minēt osetīnu 9 = «aiz 8»; skaitļa 9 ide nosaukums šajā valodā vērojams tikai skaitļiem 19 un 90, bet skaitļa 99 nosaukums satur abas formas: $99 = 90 + 9$. Savukārt, velsiešiem (ķeltiem) ir paņēmiens izmantot $15 = 5 + 10$ skaitļiem $16 = 15 + 1$, $17 = 15 + 2$, $19 = 15 + 4$; bet $18 = 2 \times 9$.

Ziemeļģermāņi kādreiz epizodiski lietoja arī skaitīšanu no augšas. Piemēram, kādā vecnorvēģu tekstā atrodams $364 = \text{«4 ceturtā simtā»}$ (te domāts «lielais simts» = 120). Šajā un citos piemēros vērojams ķeltu paņēmiens — lietvārdu iespraust aiz salikta skaitļa vārda pirmās sastāvdaļas. Nevar piekrist K. Menindžera apgalvojumam, ka somi skaitīšanu no augšas aizguvuši no ziemeļģermāņiem.²⁸

Sastopami arī daži aizguvumi no turku valodas. Vairākas irāņu grupas tautas aizguvušas nosaukumu skaitlīm 1000, bet pamirējušas tauta sarikoli no turku valodas aizguvuši arī nosaukumus desmitniekiem 60—90.

2^o. Sarunu valodā nereti dažādus priekšmetus skaita grupām, lietojot nosaukumus, kas ap-

zīmē noteiktu objektu kopas apjomu. Tās var uzskatīt par universālām attiecīgā daudzuma mērvienībām. Laikam gan vienīgais tikai latviešu tautai raksturīgais nosaukums ir «kāls» = 30, ko vēl nesēn lietoja, skaitot zivis — reņģes, brētliņas, nēģus u. c.; kāliem skaitīja arī stādus. Liekas, ka šā vārda izcelsme meklējama igauņu vai lībiešu valodā: igauņu «kala» = «zivis», lībiešu «kol» = «sainis».

«Ducis» = 12 ar vācu valodas starpniecību cēlies no franču «douzaine» (ir arī daudzi citi varianti — sk. p. 2.3.3.); Vācijā šis nosaukums parādījās 14. gs. Dučiem skaita pogas, galda piederumus un rakstāmpiederumus (karotes, traukus, zīmuļus u. c.). «Šoks» = 60 arī nāk no vācu valodas. Ir valodnieku mēģinājumi saistīt šo vārdu ar babiloniešu 60 = «šušu, šūši». Tāda mērvienība bija arī visiem ziemeļģermāņiem.

Latvijā šokiem skaitīja stādus un olas; iespējams, ka skaits 30 (pusšoks) olām, kuras savietotas īpašā paliktņī, saglabāties no šā skaitīšanas veida. Lietuviešiem «šoka» vietā ir «kapa» = 60. Senāk šo nosaukumu zivju skaitīšanā lietoja arī zvejnieki Kurzemes jūrmalā. Tas sastopams arī slāviem.

Atgriežoties pie skaitīšanas pa 3, var izteikt hipotēzi, ka 3 kādreiz ide tautām kalpojis par mērvienību. Senāk sadzīvē dažkārt skaitīja arī grupās pa 5. Piemēram, uz birkām, kur agrāk ar robiņiem atzīmēja klausās nostrādāto dienu skaitu, robiņu grupēja pa 5, ik piekto robiņu griežot garāku. Tagad šādu iedalījumu redzam termometra skalai u. c. Čehoslovākijā atrasts agrā akmens laikmeta kauls ar 55 iegriezumiem, kur pirmie 25 grupēti pa 5, bet 25. iegriezums ir daudz garāks.²⁹ Var atgādināt arī skaitīšanu pa 4 kmeriem un havajiešiem (sk. 1. §).

Vēl Latvijā tika lietots «gross» = $144 = 12 \times 12$ (lielais ducis), kam tāpat ir franču izcelsme. Tas bija izplatīts arī ģermāņu tautām. Vēl 19. gs. latvieši ādu skaitīšanai lietoja vārdu «cimmers» = 40, bet $\frac{1}{4}$ no tā bija «dēķins» = 10. Abi šie nosaukumi nāk no vācu valodas. Pēdējam no tiem («Decher») cilme meklējama latīņu vārdā «decuria» (10 cilvēku grupa).

²⁸ Menninger K. Number words and number symbols. London, 1970.

²⁹ Кольман Э. История математики в древности.

3^o. Ģermāņu valodās ir sastopami vēl citi nosaukumi. Pirmām kārtām jāatgādina angļu «score»=20 (to tagad lieto arī Tri), kam ir arī daudz citu nozīmju. Kā 20 to lieto dažādu objektu skaitīšanai; piemēram, angļu bībelē minēts «three scores and ten years»=«70 gadi». Citās ģermāņu valodās atbilstošais vārds (vācu «Schar», dāņu «skare», zviedru «skar») nozīmē tikai «bars», «pūlis».

Dāņi un norvēģi ar tādu pašu nozīmi lieto vārdu «snes»=20; norvēģiem ir arī «halvsnes»=10. Tāpat kā «kālu», šo mērvienību lietoja zivju skaitīšanai, kad tās vēra uz rīkstītes vai aukliņas. Vecnorvēģu valodā «sneis» nozīmē «tievs zars», bet «snes» zviedru valodā — «kaudze»; valodnieki to saista arī ar kūļu skaitu gubā. Holandē vienību «snees»—20 lieto, skaitot olas. Vāciešiem skaitam 20 bija atbilstošs vārds «Sneise», bet bez tam — arī «Stiege» («kāpnes»). Labības guba, kurā bija 15 vai 16 kūļi, tika saukta «Mandel».

Vācu vārdam «Zimmer»=«40 ādas» atbilst zviedru «timmer» (šis vārds nozīmē arī «būv-koki» vai «baļķi»). Lielāka ādu skaitīšanas vienība vecskandināviem bija «serkr»=200 ādas; tagad «sårk» nozīmē «kreklis» (sk. p. 2.4.1.). Vēl minams zviedru vārds «val» (dāņu «ol», vācu «Wall»), kas nozīmē 80. To lieto zivju (piemēram, siļķu) skaitīšanai. Skaitīšana kopās vērojama arī citām ide tautām.

Nobeigumā jāpiebilst, ka, sastādot šo pārskatu, izmantots ļoti daudz literatūras avotu. Nav iespējams tos visus uzrādīt, tādēļ literatūra norādīta parindēs tikai atsevišķos gadījumos, kad nepieciešams apstiprinājums dažkārt visai īpatnējiem faktiem, kā arī vietās, kur citētas attiecīgu darbu autoru domas, kuras gan reizēm ir arī apstrīdētas. Nedaudz plašāk ar šo pārskatu var iepazīties autora preprintā «Названия натуральных чисел на языках народов мира».

NO LĀPU TELEGRĀFA LĪDZ GAISMVADSĀKARIEM

(Nobeigums)

**JURIS BIRZVALKS,
GLEBS KOTOVIČS,
KURTS ŠVARCS**

INFORMĀCIJA UN INFORMĀCIJAS DAUDZUMS

Informācija (no latīņu *informare* — «izveidot priekšstatu par kaut ko») — ir ziņas, dati, zināšanu kopums. Informācijai ir savs objektīvais un savs subjektīvais aspekts, un, piemēram, inženieris, kas izstrādā jaunas optisko sakaru sistēmas, informācijas jēdzienu traktēs citādi nekā kādas citas specialitātes pārstāvis utt.

Pats informācijas jēdziens ir tik sarežģīts, ka mēs nekādā ziņā nevaram pretendēt uz nopietnu tā analīzi, bet toties samērā vienkārši ir definējama informācijas daudzuma mērvienība.

Tā ir informācija, ko satur atbilde uz vienu jautājumu, kas turklāt formulēts tā, ka atbilde var būt tikai «jā» vai «nē». (Tāpat gluži pretēji kā populārajā spēlē «ar ķīlām», kurā nedrīkst teikt ne «jā», ne «nē», ne «melns», ne «balts». Tiesa, te nosacījumi ir četri, un tāpēc «neinformācijas» daudzumu jāprot saskaitīt, kas nebūt nav tik vienkārši. Bet tas nav mūsu raksta temats.)

Vārdu «jā» un «nē» vietā parasti izmanto jebkuras divas diametrāli pretējas (pēc nozīmes) zīmes, piemēram, «+» un «-», 1 un 0. Šeit jēdziens «zīme» ir lietots ļoti vispārīgā nozīmē, tādā, ko analizē semiotikā, zinātnē par zīmēm.

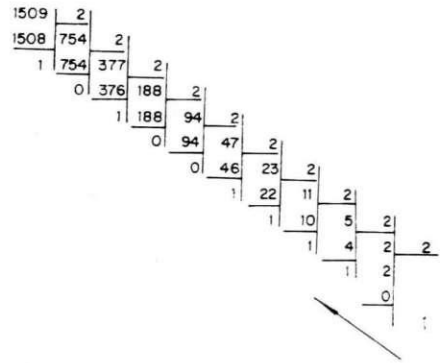
Bet vieninieks un nulle ir binārās jeb diviskās skaitīšanas sistēmas cipari — tādas sistēmas cipari, kuras pamats ir skaitlis 2. Decimālajā sistēmā katrs skaitlis ir summa, ko iegūst, saskaitot atbilstošās skaitļa 10 pakāpes, reizinātas ar skaitļa cipariem. Piemēram,

$$1509 = 1 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0.$$

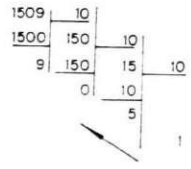
Binārajā sistēmā 10 vietā ir 2 un arī ciparu ir tikai divi, 1 un 0:

$$1509 = 1 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 10111100101.$$

Binārā skaitļa ciparus varam atrast pēc šāda algoritma: dalām doto skaitli ar 2 un pierakstām atlikumu, pēc tam dalījumu dalām vēlreiz ar 2 un atkal pierakstām atlikumu utt., kamēr atrodam pēdējo rezultātu, kas vienmēr ir 1; sākot ar šo 1, rakstām visus atlikumus apgrieztā secībā. Tādējādi iegūta secība ir meklētais binārais skaitlis. Mūsu gadījumā



Bultiņa rāda nolasīšanas virzienu. Tātad skaitlis 1509 binārajā sistēmā ir 10111100101. Viegli pārlicināties, ka, aizstājot nemainīgo dalītāju 2 ar 10, triviālā veidā iegūstam skaitļa 1509 decimālos ciparus:



Abos gadījumos esam pēdējo rezultātu uzrakstījuši nedaudz zemāk nekā pārējos, lai tie uzskatāmāk iekļautos kopējā secībā no apakšējā labā stūra augšup. Un vienīgā atšķirība starp šiem piemēriem ir tā, ka pirmajā, kā jau teikts, pēdējais rezultāts vienmēr ir 1, t. i., vienīgais cipars, kas binārajā sistēmā ir atšķirīgs no nulles, bet otrajā tas var būt jebkurš cipars no 1 līdz 9, t. i., jebkurš cipars, kas decimālajā sistēmā atšķiras no nulles. Mūsu gadījumā arī šis cipars ir 1. Protams, skaitļus, kuri sāktos ar vienu vai vairākām nullēm, šeit nepaplūkojam.

Varam tātad secināt, ka iztirzātais algoritms der jebkurai skaitīšanas sistēmas bāzei.

Informācijas daudzumam, kā jau teikts, ir sava pieņemta mērvienība, kuru izmanto informācijas teorijā, skaitļošanas tehnikā, elektro-sakaru teorijā utt. Tās nosaukums ir *bits* (no angļu *binary digit* — «binārais cipars»).

Visu bezgalīgi plašo informācijas klāstu, ko mums piedāvā materiālā pasaule un garīgās kultūras krātuves, var izteikt ar noteiktā veidā formētu, kodētu vieninieku un nulļu secību. Uzdevums, kā to izdarīt, ir viens no vissvarīgākajiem, ar ko jāsaprotas, risinot tā saukto signālu ciparapstrādes un ciparpārvades problēmu. Pārskatu par vienu no tās atrisinājuma variantiem — deltamodulētajiem gaismvadusakariem — kāds tas ir šobrīd, sniegsim raksta nobeigumā. Pagaidām aplūkosim sīkāk mums nepieciešamos pamatjēdzienus.

Mūsu piemērā skaitli 1509 raksturo vienpadsmit atbildes «jā» vai «nē»; tātad informācijas daudzums, kas tajā ietilpst, ir vienpadsmit bitu.

Tikpat daudz informācijas ir jebkurā skaitlī no nulles līdz $2047 = 2^{11} - 1$, t. i., jebkurš no šiem $N = 2^{11} = m^n$ skaitļiem satur

$$l = n \log m \tag{1}$$

bitu informācijas.

Šeit m ir elementa iespējamo stāvokļu skaits (mūsu gadījumā — divi, t. i., vieninieks un nulle), n — elementu (simbolu) skaits, N — iespējamo ziņojumu skaits; «log» nozīmē bināro logaritmu, t. i., logaritmu, kura bāze ir 2.

Bieži m sauc par burtu skaitu alfabētā. Alfa-bēta jēdziens var būt formalizēts.

Informācijas daudzumu vienā elementā sauc par *īpatnējo informāciju, informativitāti* jeb entropiju H .

$$H = 1/n = \log m. \quad (2)$$

Šo lielumu tāpat skaitliski raksturo uz vienu simbolu attiecīgais bitu skaits (bieži saka: lielumu H raksturo bināro vienību skaits ik simbolā). Ja $m=2$, kā binārajā sistēmā, tad $H=1$. Atcerēsimies, ka m ir iespējamais elementa (simbola) stāvokļu skaits. Decimālajā skaitīšanas sistēmā $m=10$, angļu valodas alfabētā $m=26$, latviešu alfabētā (garie un mīkstinašie burti jāskaita atsevišķi) $m=33$. Tātad H parasti ir ne visai liels skaitlis (līdz 6) un turklāt mainās (dažādās informatīvajās sistēmās) ne visai plašās robežās.

Izteiksme (2) ir vienkāršota: tā ir spēkā, ja elementa (simbola) visu m stāvokļu varbūtība ir vienā un tā pati, vienāda ar $1/m$, bet, ja stāvoklim i ($i=1, 2, \dots, m$) tā ir p_i , tad $H = -\sum_i p_i \log p_i$. Ja atsevišķie p_i ne visai būtiski atšķiras no $1/m$, piemēram, tā, kā tas ir ar atsevišķu burtu (fonēmu utt.) parādīšanās varbūtību jebkurā valodā, tad šis precizējums arī nav visai būtisks.

Literatūrā nereti arī H un tam radniecīgos lielumus apzīmē ar I un pāreju uz H (resp. I) definē citādi, ne tā, kā izteiksmē (2). Pieeja signālu apstrādes un kodēšanas metodēm un rezultātiem var būt dažāda. Piemēram, varam ieteikt lasītājam patstāvīgi aplūkot jautājumu, kā no septiņiem «segmentiem» veidojas elektroniskā rokas pulksteņa indikatora cipari. Ja, piemēram, aprobežojamies tikai ar minūšu indikāciju, tad teorētiski ir iespējamas $2^4=16$ 384 segmentu kombinācijas, kuru radīšanai indikatoram jāpievada 14 bitu «informācijas» (katrs segments var tikt ieslēgts vai atslēgts neatkarīgi no pārējiem), bet no visām tām izmantojam tikai 60. Šo faktu analīze un vispārinājums var sniegt bagātīgu materiālu pārdomām.

Bet kāpēc H sauc par entropiju? Šo jēdzienu taču lieto termodinamikā: entropija ir sistēmas stāvokļa tāda funkcija, kuras vērtība spontāni norisošos neaapgriezeniskos procesos spēj tikai palielināties. Tā ir sistēmas «nekārtības mērs».

Turpretī informācija taču ir «kārtības mērs»? Tāpēc daži autori iesaka pielīdzināt vienu otrai informāciju un negentropiju, t. i., entro-

piju, kas ņemta ar pretējo zīmi. Šis ieteikums gan nav plaši ieviesies. Ja to izmantotu, par entropiju būtu jāsauc $-I$ pēc izteiksmes (1), nevis H pēc izteiksmes (2).

Pie formālās līdzības starp negentropiju un informāciju atgriezīsimies nedaudz vēlāk. Tātad vēlreiz — informācija ir ļoti plaša un vispusīgs jēdziens, ko cilvēki, varbūt sākumā neapzināti, lieto jau kopš pirmajiem homo sapiens apzinīgajiem soļiem. Mūsu gadsimtā informācijas jēdziens ir kļuvis par vienu no zinātnes pamatjēdzieniem.

Viens no mūsu gadsimta zinātnes izcilākajiem sasniegumiem ir informācijas teorijas izveidošana. Šī teorija radusies, pateicoties K. Šenona, N. Vīnera, A. Kolmogorova un daudzu citu zinātnieku darbiem. Informācijas teorija matemātiski analizē informācijas apstrādes un pārraidīšanas metodes, izstrādā un pēta kodus, to optimalitāti, traucējumnoturību utt. Informācijas teorijas rezultātus izmanto daudzas zinātnes nozares — matemātika, fizika, bioloģija, sakaru tehnika un citas.

Informācijas jēdziena kvantitatīvā analīze saistās ar amerikāņu zinātnieka H. Naikvīsta darbiem; viņš 1924. gadā sāka teoretiski pētīt informācijas pārraidi telegrāfa līnijās. Nedaudz vēlāk amerikāņu zinātnieks R. Hārtlijs definēja informācijas daudzumu I (sk. izteiksmi (1)). Informācijas teorijas vissvarīgākie sasniegumi saistīti tieši ar bināro simbolu secību formēšanu, pārveidošanu, pārraidi, uztveršanu utt.

Hārtlija informācijas daudzuma izteiksme ir ļoti līdzīga austriešu fiziķa L. Bolcmaņa 1877. gadā formulētajai entropijas izteiksmei $S = k \ln W$, kur S ir entropija, $k=1,380662 \times 10^{-23}$ J/K — Bolcmaņa konstante un W — varbūtība, kas raksturo sistēmas termodinamisko stāvokli, jeb, īsi sakot, termodinamiskā varbūtība, kuru izsaka iespējamais sistēmas mikro-stāvokļu skaits. Vienmēr $W \geq 1$, jo sistēmas mikro-stāvokļu skaits nevar būt mazāks par vienu.

Parastā varbūtība, kas raksturo kāda notikuma iestāšanos vai neiestāšanos, nevar būt lielāka par 1. Piemēram, vienkāršs metamais kauļiņš nostājas ar zināmu «acu» skaitu uz augšu ar varbūtību $1/6$, kas daudz maz precīzi reali-

zējas tikai tad, ja mēģinājumu skaits ir liels («lielo skaitļu likums»).

Ja sistēmas stāvokļu skaits $W=1$, tad entropija $S=0$. Šāda entropija, piemēram, varētu būt ideālam kristālam bez defektiem absolūtās nulles tuvumā (reālās sistēmās entropija vienmēr ir lielāka par nulli), kurā visi atomi tāpat atrodas regulāra režģa mezglos. Ja turpretī kristālā ir novirzes no regulārā atomu izvietojuma, entropija $S>0$; šādā gadījumā S ir jo lielāka, jo vairāk defektu kristālā. Var — vismaz principā — radīt sistēmu, kurā katrs defekts būtu kāda koda elements un līdz ar to piedalītos informācijas uzkrāšanā utt. Defektu skaits atbilstu elementu skaitam n (sk. (1)); ja turklāt būtu iespējami tikai divi defekta «stāvokļi» (piemēram, «defekts ir», «defekta nav»), tad $m=2$. Šāds kristāls varētu nest sevī $N=m^n$ ziņojumu. Pat ja kristāla tilpums nebūtu lielāks par 1 mm^3 , N būtu «astronomisks» skaitlis.

Zinātnes un tehnikas attīstība mūs aizvien vairāk tuvina tam brīdim, kad šādu kristālu izmantošana būs pavisam parasta. Kas šo informāciju varētu pārraidīt?

Šīm vajadzībām strauji attīstās optiskās sakaru sistēmas.

INFORMĀCIJAS OPTISKĀ PĀRRAIDE

Pārskats. Vienkāršākajos gadījumos optiskajai pārraidei izmanto amplitūdas un frekvences (runa ir par gaismas impulsu sekošanas frekvenci) modulāciju. Gaismas signālu var modulēt arī pēc impulsu ilguma, gaismas svārstību polarizācijas plaknes virziena un citiem gaismas viļņu parametriem, mainot tos atbilstoši pārraidāmā (modulējošā) signāla maiņas likumam.

Informācijas optiskā pārraide jaunu impulsu ieguva līdz ar lāzeru izgudrošanu. Salīdzinājumā ar radiopārraidēm optiskajām sistēmām ir būtiskas priekšrocības. Galvenā no tām ir augstās frekvences (pēc lieluma kārtas 10^{14} Hz vai, precīzāk sakot, robežās — redzamajai gaismai — no $4 \cdot 10^{14}$ līdz $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz), kas

mērījamas simtos miljonu megahercu. Tās ir vismaz simtiem tūkstošu reizu augstākas par to visīsāko viļņu frekvencēm, kurus izmanto radio un televīzijas pārraidēm. Tāpēc pa vienu optisko kanālu (ar vienu modulētu lāzera staru) principā var pārraidīt ap 10 miljardus telefona sarunu vai aptuveni vienu miljonu televīzijas programmu. Šādas perspektīvas sakaru tehnikai ir ļoti vilinošas.

Galvenās grūtības, ar ko jāstopas, organizējot optiskā signāla pārraidi atmosfērā, ir saistītas ar izkliedi gaisā. Gaisa blīvuma fluktuāciju izraisītā gaismas izkliede optisko signālu 5 km attālumā pat skaidrā, saulainā laikā pavājina 10 reizu, bet mākoņainā dienā — ap 30 reizu (biezā miglā gaismas pārraide vispār nevar notikt). Atmosfēra labāk laiž cauri tuvējā infrasarkanā spektra diapazona starojumu (viļņa garums ap $1 \mu\text{m}$ — cietvielas neodīma lāzers un $10 \mu\text{m}$ — CO_2 gāzu lāzers). Tāpēc optiskajām pārraidēm atmosfērā izmanto tieši šo spektra diapazonu.

Optiskie sakari kosmosā. Vislabākie apstākļi optiskajiem sakariem un optiskajai lokācijai ir augstākajos atmosfēras slāņos, kur gaisa blīvums ir ļoti mazs. Tā kā zemākajos atmosfēras slāņos gaismas stars stipri izkļiedējas, izdevīgi izmantot divpakāpju sakarus: no Zemes līdz sakaru pavadonim darbojas radiosakari, no sakaru pavadona līdz kosmiskajam kuģim vai kosmiskajai stacijai — lāzersakari.

Pirmā ārpuszemes optiskā lokācija tika veikta 1962. gadā, tikai divus gadus pēc pirmā lāzera radīšanas. Koncentrēts lāzera stars ar optisko teleskopu tika virzīts uz Mēnesi. Lai gan lāzera bija ļoti šaura vērsuma diagramma (kūļa paplašināšanās leņķis, ņemot vērā arī teleskopa ietekmi, bija tikai dažas loka sekundes), tas apgaismoja Mēness virsmas laukumu 6 km diametrā. Par spīti tam, no Mēness atstaroto gaismu samērā viegli varēja reģistrēt uz Zemes.

Optiskie viļņvadi (gaismvadi) ir tievi (5 — $150 \mu\text{m}$ diametrā) stikla, kvarca (visbiežāk) vai cita materiāla pavedieni (šķiedras). Šādā gaismvadā izmanto daudzkārtēju gaismas pilnīgo iekšējo atstarošanu.

Terminoloģija vēl nav nostabilizējusies: kā to parasti dara literatūrā, arī mēs īsuma labad sakām «gaisma», «gaismvadi» utt., kaut gan

bieži runa ir par infrasarkano spektra diapazonu.

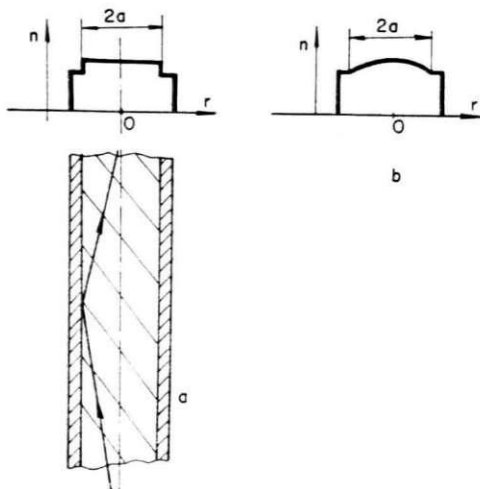
Ja gaisma atstarojas no robežas starp stiklu un gaisu un turklāt krīt uz šo robežu no optiski blīvākās (t. i., tās, kurā gaismas izplatīšanās ātrums ir mazāks) vielas (stikla utt.) puses, tad iespējams panākt, ka praktiski visa gaismas enerģija saglabājas stiklā; enerģijas zudumi šādā procesā ir ļoti mazi. Pilnīgā iekšējā atstarošanās ir pazīstama jau sen, un to izmanto, piemēram, lai ar prizmu mainītu gaismas stara virzienu, apgrieztu attēlu utt.

Optisko šķiedru ražošanas rūpniecisko tehnoloģiju sāka attīstīt septiņdesmito gadu sākumā. Šim nolūkam nepieciešams augstas kvalitātes stikls ar minimāliem gaismas izkliedes zudumiem. Atsevišķām šķiedrām izveido aizsargčaulas un pēc tam tās savieno dažādu šķēsgriezumu un ietilpības optiskajos kabeļos; parasti kabelis satur 8—50 gaismvadus.

Pēdējos desmit — divpadsmit gados optisko šķiedru ražošanas tehnoloģija pilnveidota tik tāl, ka gaismas zudumus ik uz kilometru līnijas izdevies samazināt no 90 līdz 9—17 procentiem, bet laboratorijas paraugiem tie ir vēl mazāki.

Šāds raksturojums var izraisīt pārpratumus. Lasītājs, piemēram, var nodomāt, ka pirmajā gadījumā («zudumi ir 90% ik uz kilometru») 1,111 ... km garā līnijā signāls ... izzudīs pavisam. Tā tas nav. Gaismas intensitāte līnijā samazinās pēc eksponenciāllikuma. Ja zudumi uz 1 km ir 90%, tas nozīmē, ka pāri palikuši 10% intensitātes, bet pēc 2 km paliks 1%, pēc 3 km — 0,1%, pēc četriem — 0,01% utt. Šis likumsakarības dēļ (sakaru līnijās vājinājuma principiālā atkarība no līnijas garuma ir tāda pati, tikai relatīvie zudumi uz 1 km, protams, ir daudz, daudz mazāki) ērti lietot logaritmiskās vienības — decibelus (dB)*. Pēc definīcijas, ja runa ir par jaudu (enerģiju) attiecību, vājinājums, izteikts dB, ir vienāds ar $10 \lg(I_{1e}/I_{1z})$, kur I_{1e} un I_{1z} ir signāla enerģija līnijas ieejā

* Piebūrdsim, ka vājinājuma vienība bels tā nosaukta par godu telefona izgudrotājam A. Bellam. Simbols «lg» nozīmē decimālo logaritmu.



4. att. Gaismas pārvades princips. (Paskaidrojumi tekstā.)

un izejā. Var atrast, ka minētajiem zudumiem (9—17% ik uz kilometru) atbilst vājinājums 0,4—0,8 dB/km. Aptuveni tāds ir mūsdienās rūpnieciski ražojamo optisko šķiedru vājinājums (ja viļņa garums $\lambda=1,3-1,5 \mu\text{m}$). Teorētiskā robeža (kvarca stiklam ar germānija dioksīda piejaukumu) ir 0,18 dB/km (viļņa garums $\lambda=1,55 \mu\text{m}$); 1979. gadā laboratorijas apstākļos sasniegts vājinājums 0,2 dB/km. Šai gadījumā kūļa intensitāte samazinās divas reizes ap 15 km garā ceļā.

Stikla šķiedrai, ko izmanto optiskajos kabeļos, ir sarežģīta struktūra: tās optiskais blīvums n (laušanas koeficients, t. i., attiecība starp gaismas ātrumu vakuumā un vidē) ir atkarīgs no radiālās koordinātas. Šķiedras centrālo daļu aptver mazāka optiskā blīvuma «čaula» (4. att., a), un pilnīgā atstarošanās notiek uz abu stikla joslu robežas. Šādu šķiedras uzbūvi izvēlas tāpēc, ka šķiedras virsmai, lai tehnoloģija būtu cik pilnīga būdama, vienmēr ir kādi defekti, kas izraisa papildu vājinājumu. Izmanto arī tā sauktās gradientšķiedras, kurās n atkarībā no radiālās koordinātas ir nepārtraukta (4. att., b). Atkarībā no centrālās daļas rādiusa a ($1,5-8 \mu\text{m}$ vai arī $20-150 \mu\text{m}$) šķiedra spēj pārvadīt attiecīgi vienu vai dau-

dzus (pat vairākus tūkstošus) gaismas viļņu tipus jeb modus.

Viena no progresīvākajām šķiedru gatavošanas metodēm ir aksiālās nogulsnešanas metode: uz iepriekš izvilktas tievas kvarca šķiedras uzputekļo vispirms centrālo daļu, bet pēc tam čaulu (virs tās vēl tiek uzklāts plastmasas aizsargpārklājums), izmantojot sīku stikla daļiņu pulveri ar atbilstošajiem piejaukumiem (piemēram, SiCl_4 , GeCl_4 , PCl_5 ; SiCl_4 , BBr_3). Process norisinās ap 1000°C temperatūrā, kas tuva kvarca kušanas temperatūrai. Tādā veidā var iegūt pat daudzus desmitus kilometru garu nepārtrauktu šķiedru — gaismvadus.

Gaismvadsakari šodien un tuvākajā nākotnē. Modernās optisko šķiedru līnijas — gaismvadi — ļauj pilnīgi jaunā veidā risināt informācijas pārraides problēmu. Tā kā optiskā trakta josla ir superplata, informācijas plūsmas blīvumu var paaugstināt tūkstošiem reizi. Lietojot gaismvadus, informācijas noplūde vairs nav iespējama. Atšķirībā no parastajām elektrosakaru līnijām nepastāv arī ārējo traucējumu (piemēram, negaisa u. tml.) ietekmes problēma. Visas šīs īpatnības ir būtiska optisko sakaru priekšrocība. Ir vēl arī citas. Ja, piemēram, lidmašīnā IL-62 elektriskās komunikācijas, ieskaitot vadības sistēmu, veidotu no optiskajām šķiedrām, lidmašīnas masa samazinātos par divām trim tonnām.

Optiskos sakarus izmanto jau tagad. Cukubā (Japāna), piemēram, kādus četrus gadus darbojas lokāla sistēma datu pārraidei zinātniskās pētniecības centra robežās; trīs tūkstošus centra darbinieku šī sistēma saista ar «datu banku». Signālu avoti ir vairāki simti lāzeru, gaismas diožu, pusvadītājavotu. Datu pārraides ātrums — vairāki desmiti megabitu sekundē.

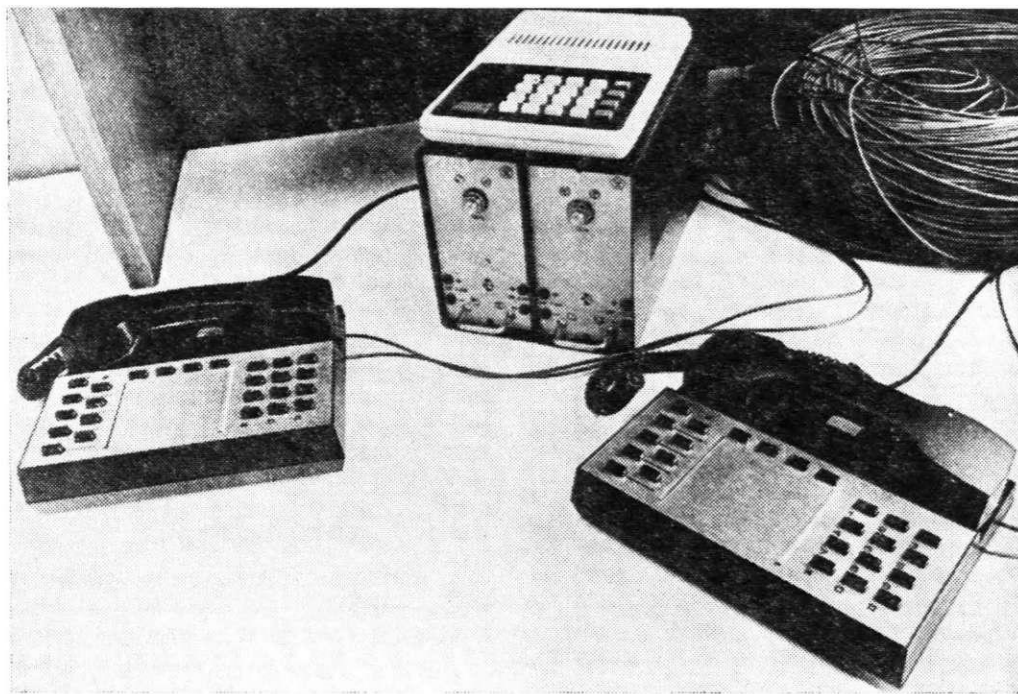
Vairākums pirmās paaudzes optisko sakaru sistēmu izmanto $0,85\ \mu\text{m}$ garu viļni (tuvējais infrasarkanais diapazons). Perspektīvi šķiet $2\text{—}6\ \mu\text{m}$ gari viļņi, kuri, kā liecina aprēķini, ļaus realizēt pat transatlantiskos sakarus bez starppastiprinātājiem (retranslatoriem). Patlaban Atlantijas okeānā ieguldāmajā kabeļi (tā garums ir $6500\ \text{km}$; darbus plāno pabeigt 1988. gadā) retranslatori tiek montēti ik pēc $35\ \text{km}$.

Ir izstrādāti supertievi stikla un plastmasas šķiedru gaismvadi, kā arī plakani gaismvadi (to caurspīdīgais, apmēram $1\ \mu\text{m}$ biežais slānis atrodas uz biežākas kristāliskas pamatnes). Pēdējie ļauj veikt dažādus optiskā signāla pārveidojumus, izmantojot nelineārās optikas efektus, optisko filtrāciju utt.

Īpaša nozīme ir pētījumiem par optisko solitonu — «vientuļo viļņu» — izplatīšanos gaismvados bez dispersijas. (Dispersija ir viļņu izplatīšanās ātruma atkarība no frekvences; parasti īsākie viļņi izplatās lēnāk nekā garākie, un, piemēram, violetais stars prizmā lūst «visvairāk», vairāk nekā sarkanais, utt.) Tādi viļņi, vai, labāk sakot, īsas viļņu paketes nevis «izkliet», «izplūst» pa gaismvadu garenvirzienā, bet gan koncentrējas, tāpēc ka vide — gaismvada materiāls — ir nelineāra. Solitonu izmantošanas perspektīvas ir ļoti plašas.

Delta modulēto diskreto gaismvadsakaru līdzekļu komplekss. Par darbu ar šādu nosaukumu Rīgas Politehniskā institūta Radiotehnikas un sakaru fakultātes darbiniekiem Gļebam Kotovičam, Konstantīnam Komarovam, Jāzepam Ločmelim, Harijam Stankem, Andrim Mencim un Mihailam Usanovam, kā arī Rīgas telegrāfa un telefona centrāles darbiniekiem Jānim Siksnam un Jurim Andersonam ir piešķirta Latvijas PSR Valsts prēmija.

Kompleksā ietilpst vairākas komufācijas un salāgošanas ierīces (5. att.), to vidū arī konferēncsakaru ierīce pagaidām nelielam skaitam abonentu (līdz 8) un telefona aparāti telpām, kurās ir paaugstināts trokšņa līmenis. Neanalizējami visu šo ierīču parametrus un īpatnības, pievērsīsimies tehniski visinteresantākajam iekārtas mezglam — analogā runas signāla pārveidotājam diskretā jeb ciparsignālā pēc delta modulācijas (DM) principa. Tas ir viens no perspektīvākajiem signālu ciparpārraides principiem. Nosaukuma pamatā ir tas, ka ar grieķu burtu «delta» (Δ , δ) matemātikā izsenis pieņemts apzīmēt starpību (no latīņu *differentia*). Šai gadījumā runa ir par starpību starp signāla kārtējo («tekošo») un nākamo (tai tieši sekojošo) vērtību, kuras attiecīgā kodējošā iekārtā fiksē noteiktos laika momentos, aplūkojamajā iekārtā — ik pēc $1/32\ 000\ \text{s}$, t. i., ik pēc



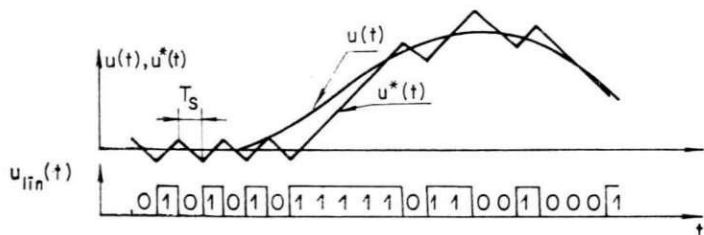
5. att. Attēlā redzamas detamodulēto gaismvadsakaru ierīces. Telefona aparāti ar izsaukšanas pogām nodrošina sakarus ar jebkuru no 30 abonentiem. Aparātos iebūvēti arī deltakodeki (kodērs+dekodērs), kas pārveido runas spriegumu detamodulētā ciparsignālā un otrādi, kā arī gaismas diodes. Redzams arī barošanas bloks un gaismvadsakaru līnija — optisko šķiedru kabelis ar divām dzislām raidīšanai pretējos virzienos. Sakarus ar 30 abonentiem realizē, izmantojot laikdales blīvēšanas principu, ar kuru tuvāk var iepazīties, piemēram, jau minētajā A. Grabinska un L. Pētersona grāmatā un A. Grabinska rakstā «Zemēs mākslīgie pavadoņi un elektrosakari».

31,25 μ s. Ja starpība ir pozitīva, tiek izveidots binārais cipars 1, ja negatīva — 0. Maksimāli pieļaujama viena otrai sekojošo vieninieku (nuļļu) skaits ir 15. Šāda secība (111...1 15 reizi resp. 000...0 tikpat daudz reizi) atbilst maksimāli strauji pieaugošam (dilstošam) signālam nepieciešamās frekvenču joslās (300—3400 Hz, kas atbilst starptautiskajiem standartiem) un dinamiskā diapazona (no +3 dB līdz -30 dB, kam atbilst signāla amplitūda no aptuveni 1,1 V līdz 24 mV) robežās. Savukārt, nulles signālam («klusumam») atbilst regulāra vieninieku un nuļļu secība 10101010... Signāla formēšanas principu ilustrē 6. attēls. Seit T_s ir tā sauktais laika kvantēšanas (t. i., sadalīšanas

vienādos intervālos) solis (31,25 μ s), $u(t)$ — pārraidāmais signāls, bet $u^*(t)$ — signāls īpašas integrējošās shēmas (integratora) izejā. Tās izejai, savukārt, tiek pievadīts atbilstīgi pārveidots izejas signāls, bet starpība ($u(t) - u^*(t)$) ir tas faktors, kurš viennozīmīgi nosaka, kas jāpārraida — vieninieks vai nulle (sk. att.). Stākas ziņas par delta modulācijas principiem var atrast, piemēram, A. Grabinska un L. Pētersona grāmatā «Signālu pārraide un elektrosakari» (R., 1984).

Tāpat pārraidāmā signāla frekvenču joslas platums ir apmēram 32 kHz. Piebūvēsim, ka pārraides sistēmās ar impulskoda modulāciju josla ir aptuveni divas reizes plašāka.

6. att. Deltamodulētā signāla veidošanās princips. (Paskaidrojumi tekstā.)



Kodēšanas ierīcē — koderā — izveidoto 1 un 0 secību (sk. 6. att.) pārveido atbilstošā gaismas impulsu un «neimpulsu» («tumsas») secībā $u_{lin}(t)$, izmantojot īpašas gaismas diodes. Tās izstaro 1,55 μm garus viļņus, kuri tādā ietilpst tuvējā infrasarkanajā spektra diapazonā un nav redzami, tāpēc par «gaismu» var runāt tikai nosacīti. Diožu konstrukcijas pamatā ir speciāla pusvadītājmateriāla — divkāršās heterostruktūras InP — InGaAsP izmantošana. Diode izstaro 1 mW lielu jaudu, patērējot ap 50 mA strāvas (spriegums 5 V); izstarojošās virsmas diametrs ir 0,3 milimetri. Optiskās līnijas garums var būt 3—15 kilometri. Gaismu uztver fotodiode, kuras uzbūve ir līdzīga raidītājdiodes uzbūvei. Tās jutība ir 0,1—0,3 A/W atkarībā no viļņa garuma. Dekodera shēma satur vairākus elementus, no kuriem divi galvenie — polaritātes pārveidotājs un integratori — ir identiski ar attiecīgajiem koderā elementiem. Dekodēšanas rezultātā iegūst signālu, kura forma — pēc augstfrekvences komponentes no-

filtrēšanas — ar augstu precizitātes pakāpi atbilst pārraidītā signāla (piemēram, $u(t)$ 6. attēlā) formai. Jāpiebilst, ka tieši koderā un dekodera shēmu vienkāršība, unificējamība un liels darbības drošums ir tās aplūkojamo iekārtu īpatnības, kurās minēto darbinieku grupa ir devusi vislielāko oriģinālrisinājumu ieguldījumu, tādējādi izpelnoties Valsts prēmiju. Turpinās intensīvs iekārtas pilnveidošanas darbs. Vislielākā vērība tiek veltīta komutācijas iekārtu uzlabošanai. Ja jāuzbūvē automātiskā telefona centrāle (ATC), tad pagaidām ir nepieciešams pārveidot optisko signālu elektriskajā, to komutēt ar attiecīgām elektroniskajām mikroshēmām un pēc tam atkal pārveidot gaismas signālā. Tomēr var domāt, ka nav aiz kalniem tas laiks, kad ieviesīsies optiskās ATC, kurās īpaši, zināmā mērā Kerra slēdžiem līdzīgi «neredzamās gaismas» komutatori pārslēgs un noraidīs tieši izsauktajam abonentam deltamodulētu signālu.



Iespējams Saules magnētisko struktūru uzpeldēšanas mehānisms

Tā kā Saules aktivitāte visai daudzveidīgi ietekmē dažādus procesus Zemes jonosfērā, atmosfērā, biosfērā u. c., tā arvien ir atradusies Saules pētnieku uzmanības centrā. Vēl jo svarīgāka šī problēma ir tagad, kad sāks praktiski apgūt gan Zemei tuvo, gan arī tālāko kosmisko telpu, kur Saule, tās aktivitāte tieši, bez citas vides (piem., Zemes atmosfēras) starpniecības, nosaka tos «laika apstākļus», no kuriem atkarīga kā automātisko, tā arī pilotējamo kosmisko lidaparātu veiksmīga darbība.

Viens no svarīgākajiem Saules aktivitātes komponentiem, vismaz no cilvēku pētnieciskās, saimnieciskās u. c. darbības aspekta, ir Saules korpuskulārais starojums, šā starojuma intensitāte. Pastiprinātas intensitātes, piemēram, protonu uzliesmojumu, cēloņi, kā rāda pētījumi, ir saistāmi ar dinamiskiem procesiem aktīvajos apgabalos uz Saules, kurus, savukārt, ietekmē šo apgabalu magnētiskie lauki, to struktūra. Par Saules magnētisko lauku noteicošo un vadošo lomu liecina tas, ka plankumu magnētisko lauku intensitāte ir salīdzinoši liela. Mērījumi rāda, ka vidēji liela plankuma magnētiskā lauka intensitāte ir ap 3000 erstedu. Līdz ar to magnētiskā lauka enerģija plankumos apmēram desmit reizi pārsniedz sakarsēto gāzu masu konvektīvās kustības kinētisko enerģiju.

Konvektīvās kustības notiek ne vien vertikālā, bet arī horizontālā virzienā. Spēcīgais plankumu magnētiskais lauks, kas vērsts vertikālā virzienā, bremzē lādēto daļiņu, t. i., jonu un elektronu, horizontālo kustību, tādēļ

Saules plankumos konvektīvā kustība vispār tiek ļoti vājināta. Bet tas nozīmē, ka plankumos ieslēgtajā plazmas tilpumā pieplūst mazāk enerģijas nekā apkārtējā plazmā, jo enerģijas pārnese no Saules dziļākajiem slāņiem uz virsējiem notiek galvenokārt konvekcijas rezultātā. Tas arī, iespējams, izskaidro plankumu pazemināto temperatūru un līdz ar to spožuma kontrastu salīdzinājumā ar apkārtējo plazmu. Tātad saprotams, ka Saules plankumu magnētisko lauku ģenerēšanās, kas notiek dziļos zemofotosfēras slāņos, un to uzpeldēšana fotosfērā ir visai aktuāls un no Saules aktivitātes problēmas izpratnes un atrisināšanas viedokļa ļoti svarīgs jautājums. Tā risināšanai veltīti daudzi jo daudzi pētījumi. Taču, neraugoties uz šajā jomā gūtajiem sasniegumiem, kopumā problēmas izpratne vēl ir tālu no pilnības. Un pētījumi intensīvi turpinās.

Nesen interesantu šā Saules plankumu magnētisko lauku ģenerēšanās un uzpeldēšanas procesa variantu, kas balstās uz tā saukto konvektīvo dinamisko*, ir izstrādājis P. Šternberga Valsts Astronomijas institūta līdzstrādnieks E. Konoņovičs. Kā zināms, Saules plazmas intensīvā turbulenta kustība dinamisko procesa rezultātā ģenerē magnētisko lauku, t. i., šajā procesā daļa plazmas kinētiskās enerģijas

*. Dinamo efekts jeb magnētiskais dinamisko — process, kurā sākotnēji haotisks magnētiskais lauks rotējoša vadītāja (piem., metāla vai plazmas) ietekmē sāk iegūt noteiktu orientāciju un pastiprināties, rezultātā kļūstams autonomš, t. i., pats sevi uzturošš. Šo procesu sauc arī par magnētiskā lauka ģenerēšanos. Ja vadītājs ir plazma, tad lādēto daļiņu haotiskās kustības dēļ jau pastāv sākotnēji haotiski orientēti magnētiskie lauki. Domājams, ka dinamisko efekta darbības rezultātā notiek magnētisko lauku ģenerēšanās zvaigznēs un planētās (kurām ir metāliski kodoli).

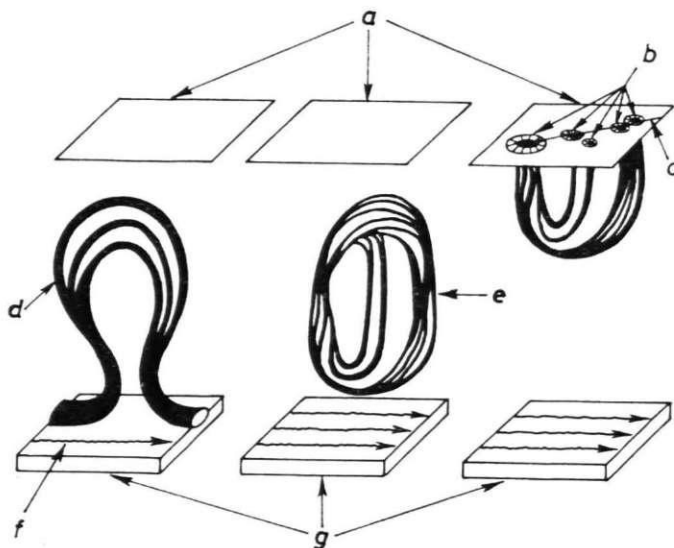
jas transformējas magnētiskā lauka enerģijā. Ģenerētie liela mēroga magnētiskie lauki plazmas diamagnētisko īpašību dēļ «nosēžas» zem fotosfēras, uz konvektīvās zonas pamatnes, kur tādejādi izveidojas īpašs magnētiskais slānis. Domājams, ka magnētiskais lauks šajā slānī ir koncentrēts atsevišķās caurulēs, tā saukto spēka līniju caurulēs. Tām uzpeldot fotosfērā, tad arī rodas aktīvie apgabali uz Saules virsmas. Magnētiskā lauka uzpeldēšanas cēlonis ir mijiedarbība starp konvektīvās zonas pamatnē izveidojušos magnētisko slāni un liela mēroga jonizēto gāzu masu konvekciju.

Konkrētā uzpeldēšanas shēma, pēc E. Kononoviča domām, izskatās šādi. Dinamo mehānismā rezultātā ģenerēto magnētisko lauku intensitāte nav vienāda. Konvektīvās zonas apakšējo slāņu vājie magnētiskie lauki (intensitāte svārstās no dažiem desmitiem līdz simtiem gaušu) mijiedarbībā ar konvektīvās zonas augšējo slāņu neliela ātruma ($v \ll v_k$ — kur v_k ir konvektīvās kustības ātrums) turbulentaļām gāzu masām tiek pavisam izspiesti no konvektīvās zonas un nosēžas tās pamatnē. Lielākas intensitātes magnētiskie lauki (līdz 10^3 gauši) turpreti var sākt uzpeldēt, ja

ir pietiekami liels plazmas masu kustības ātrums. Šāda ātra kustība ir konvektīvā kustība. Atkarībā no dziļuma konvektīvās kustības ātrums v_k mainās no dažiem desmitiem metru sekundē dziļākajos un blīvākajos slāņos līdz dažiem simtiem metru sekundē konvektīvās zonas augšējos slāņos. Magnētiskā lauka uzpeldēšanas ātrums ir tuvs konvektīvās kustības ātrumam v_k . Visefektīvāk uzpeldēšanas process notiek liela mēroga konvektīvo šūnu apgabalos, kur pietiekami lielas intensitātes magnētiskā caurule, mijiedarbojoties ar konvektīvā kustībā esošu gāzi, tiek aizrauta tai līdzī, veidojot magnētisko cilpu. Šī cilpa, celdamās uz augšu, paplašinās un Koriolisa spēku* ietekmē pagriežas virzienā, kas pretējs Saules rotācijas virzienam. Cilpas apakšējās malas satuvinās. Magnētiskā lauka difūzijas dēļ notiek spēka līniju pārsavienošanās, tās noslēdzas un izveidojas magnētiskais toroīds, kas aptver uzpeldošo konvektīvo šūnu (sk. att.).

* Koriolisa spēki — specifiski spēki, kas darbojas uz kustībā esošu ķermeņi rotējošā sistēmā un izraisa tā papildu kustību.

Saules magnētisko struktūru veidošanās un uzpeldēšanas shematiskais atainojums: *a* — fotosfēras plakne, *b* — Saules plankumi, *c* — plankumu grupas ass, *d* — magnētiskās cilpas izveidošanās, *e* — magnētiskā lauka pārsavienošanās rezultātā izveidojies magnētiskais toroīds, kas pakāpeniski ceļas uz augšu (uzpeld) un parādās uz fotosfēras kā Saules plankumi, *f* — magnētiskā lauka caurule, *g* — konvektīvās zonas pamatne ar magnētisko slāni.



Toroīda iekšienē sākumā saglabājas konvektīvā plazmas cirkulācija, kas pamazām dziest, transformējoties magnētiskā lauka enerģijā, t. i., magnētiskā lauka intensitāte palielinās. Gigantiskās šūnas centrālajā daļā magnētiskais lauks pastiprinās līdz $(1-2) \cdot 10^3$ gausiem. Konvektīvajai šūnai uzpeldot, magnētiskā lauka intensitāte vēl palielinās, bet līdz ar to pazeminās caurulē ieslēgtās gāzes temperatūra.

Koriolisa spēku darbības izraisītā toroīda pagriešanās (rezultātā tā vadošā daļa ir vairāk pavērsta Saules ekvatora virzienā) ļauj aprēķināt konvektīvās šūnas uzpeldēšanas laiku. Minētās parādības analīze rāda, ka toroīda pagriešanās leņķi α un uzpeldēšanas laiku t saista vienkārša sakarība $\alpha = \Omega \sin \Phi t$,

kur Ω ir Saules rotācijas leņķiskais ātrums, bet Φ — heliogrāfiskais platums. Pieņemot, ka leņķis α ir vienāds ar bipolāro plankumu grupu ass novirzi pret Saules ekvatoru (parasti tas ir ap $5-8^\circ$), var novērtēt, ka toroīda augšējās daļas pacelšanās un uzpeldēšana notiek apmēram diennakts laikā.

Tā kā magnētisko struktūru izveidošanās un uzpeldēšana ir ļoti svarīgs posms Saules aktīvo apgabalu attīstībā, tad E. Kononoviča ieteiktais variants — ja turpmākie pētījumi liecinās par tā atbilstību patiesajiem procesiem uz Saules — būs vērtējams kā nozīmīgs solis uz priekšu ļoti sarežģīto Saules aktivitātes problēmu izpratnē.

A. B a i k l a v s



EKSPEDĪCIJA UZ ORBITĀLAJĀM STACIJĀM «MIR» un «SALŪTS-7»

Kā jau ziņojām,* 1986. gada 20. februārī orbitā ap Zemi tika ievadīta trešās paaudzes orbitālā zinātniskā stacija «Mir». 13. martā kuģī «Sojuz T-15» uz to devās pirmā apkalpe — komandieris Leonīds Kizims un bortinženieris Vladimirs Solovjovs. Atcerēsimies, ka šie abi kosmonauti kopā ar Oļegu Atjkovu 1984. gadā stacijā «Salūts-7» veica pagaidām visilgāko (237 d) kosmisko lidojumu, bet Leonīds Kizims 1980. gadā strādāja arī stacijā «Salūts-6». «Sojuz T-15» uz ceļamērķi devās pa trajektoriju, kādu parasti izmanto automātiskie transportkuģi «Progress». Lai gan lidojums pa šādu trajektoriju ir gandrīz divtik ilgs (aptuveni 2 d), kuģa un orbitālās stacijas satuvināšanās šai gadījumā prasa mazāku degvielas patēriņu. Tā kā «Sojuz T-15» lidojuma programmā bija paredzēta arī sakabināšanās ar staciju «Salūts-7», degvielas ietaupījumam bija būtiska nozīme. Šāda lidojuma programma nosacīja arī kuģa un stacijas «Mir» sakabināšanās manevra īpatnības, jo «Sojuz T-15» bija apgādāts ar automātiskās tuvošanās vadības radioaparātūru, kas paredzēta sadarbībai ar «Salūts-7» uzstādīto atbilstošu sistēmu. Stacijā «Mir» ar šādu sistēmu apgādāts vienīgi agregātu nodalījumu sakabināšanās mezgls, kurš paredzēts kravas operācijām ar automātiskajiem transportkuģiem. Tāpēc «Sojuz T-15» vispirms pietuvojās stacijai no agregātu nodalījuma puses līdz 200 m attālumam, tad kosmonauti, izmantojot rokas vadības

sistēmu, aplidoja staciju un pieslēdzās pārejas nodalījumā iekārtotajam sakabināšanās mezglam. Tādējādi 1986. gada 15. martā orbitālajā stacijā «Mir» darbu sāka pirmā ekspedīcija.

Turpmākajās 50 dienās abi kosmonauti sagatavoja stacijas «Mir» sistēmas un aparātus darbam. Šai nolūkā tika dekonservētas, noregulētas un izmēģinātas daudzas iekārtas. Vairākas apkalpe samontēja no daļām, kuras stacijas palaišanas laikā bija nostiprinātas izjauktā stāvoklī vai tika nogādātas stacijā ar automātiskajiem transportkuģiem. Ekspedīcijas gaitā stacijā ieradās divi transportkuģi — «Progress-25» un «Progress-26». Pirmais no tiem startēja, sakabinājās ar staciju, atkabinājās no tās un beidza pastāvēt attiecīgi 19. martā, 21. martā, 20. aprīlī un 21. aprīlī, «Progress-26» startēja 23. aprīlī un sakabinājās ar staciju 27. aprīlī. Vienlaikus ar citām kravām transportkuģi nogādāja stacijā arī degvielas un ūdens krājumus, ar to dzinējiekārtām vairākkārt tika koriģēta kompleksa orbīta.

Darba gaitā tika noregulētas stacijas elektroniskās sistēmas, kuras ir daudz sarežģītākas un nodrošina plašāku funkciju izpildi nekā otrās paaudzes stacijās. Vispār stacijā «Mir» ir sepiņas ESM. Kosmonauti izmēģināja jaunu sakaru sistēmu ar ģeostacionārajā orbītā esošā sakaru pavadoņa «Luč» starpniecību. Trīs šādi pavadoņi var nodrošināt nepārtrauktus sakarus ar lidojuma vadības centru bez daudz uz Zemes bāzētu sakaru staciju palīdzības. Tika veikti arī tehniski eksperimenti orbitālā kompleksa mehānisko raksturlielumu noteikšanai, relatīvi brīvākā laikā apkalpe nodarbojās ar «mazo

* Sk. «Zvaigžņotā Debess», 1986. gada rudenis, 21. lpp.

zinātni — kopa augus, novēroja un ar parastajiem fotoaparātiem fotografēja Zemi.

Maija sākumā visi plānotie stacijas «Mir» sistēmu montāžas un regulēšanas darbi bija pabeigti un kosmonauti sāka gatavoties pārlidojumam uz orbitālo kompleksu «Salūts-7» — «Kosmoss-1686», kas kopš 1985. gada 21. novembra lidoja autonomā režīmā. Tika veikta atsevišķu «Mir» agregātu un aparatūras konservācija. Kuģī «Sojuz T-15» iekrāva uz Zemi un arī uz «Salūtu-7» nogādājamās kravas, to vidū rezerves daļas daudzumiem «Salūta-7» iekārtu elementiem, kuri nokalpojuši savu darbmūžu un jānomaina. Kopā ar kosmonautiem uz jaunu «māju» pārcēlās arī «zaļais stūrītis» — augi un citi pētījumu objekti.

1986. gada 5. maijā kuģis «Sojuz T-15» atkabrinājās no orbitālā kompleksa «Mir» — «Progress-26» un sāka 3000 km garo ceļu uz «Salūtu-7» — abi orbitālie kompleksi lido praktiski pa vienu uz to pašu orbītu šādā attālumā viens no otra. Šā ceļa veikšana prasīja vienu dienu; 6. maijā kuģis sakabinājās ar «Salūtu-7». Līdz ar to pirmā ekspedīcija uz staciju «Mir» pārtapa par piekto ekspedīciju uz «Salūtu-7». Veiktais pārlidojums iezīmē jauna veida operācijas kosmosā — tas ir prototips autonomi lidojošu automatisku zinātnisko moduļu apkalpošanai no bāzes orbitālās stacijas.

Pārgājuši stacijā «Salūts-7», kosmonauti veica tās dekonservāciju un atsevišķu sistēmu profilaktisko remontu. Tika atsākti darbi ar stacijas zinātnisko aparatūru: kosmonauti pētīja atmosfēras struktūru un optiskās īpašības, veica bioloģiskus un biokīmiskus eksperimentus, izmantojot iekārtu «Kristalizators», pētīja siltuma un masas pārnesei procesus un kristalizāciju dažādām vielām, veica Zemes virsmas vizuālu novērošanu, fotografēšanu un spektrometrēšanu.

28. maijā abi kosmonauti izgāja atklātā kosmosā, kur strādāja 3 stundas 50 minūtes. Šai laikā uz stacijas ārējās virsmas tika uzstādīta stiprinājuma platforma, uz tās samontēta salokāma režģveida kopne ar ierīci tās izvēršanai. Šāda kopne ir prototips perspektīvu liela izmēra orbitālo konstrukciju elementiem. Kosmonauti izmēģināja kopnes izvēršanu. Pēc tam pie stacijas iluminatora piestiprināja telemetriskās informācijas pārraides aparātu, kas dar-

bojas optiskajā diapazonā un paredzēts liela apjoma informācijas pārraidei no stacijas ārpusē uzstādītās zinātniskās aparatūras uz iekšējās novietotu uztvērēju. Tika savāktas ilgstošai atklāta kosmosa iedarbībai eksponētās kasetes ar biopolimēru un konstrukciju materiālu paraugiem, aparāts mikrometeoru vielas vākšanai.

Pēc trim dienām — 31. maijā — notika otrs darba seanss atklātā kosmosā; tas ilga 5 stundas. Šoreiz kosmonauti izvērša iepriekšējā reizē uzstādīto kopni 12 m garumā. Kopnes galā bija piestiprināta platforma ar zinātnisko aparatūru; izmantojot to, tika veikts eksperiments kopnes dinamisko raksturlielumu noteikšanai, kā arī mērīti orbitālajam kompleksam tuvās atmosfēras parametri. Iegūtos datus uz stacijas iekšieni pārraidīja pie iluminatora piestiprinātais optiskais raidītājs. Turpmākā darba gaitā kosmonauti kopni salocīja un demontēja, tās vietā uzstādīja aparatūru, kas palīdz pētīt atklātā kosmosa ietekmi uz cikliski noslogotiem konstrukciju materiālu paraugiem. Eksperimenti ar šo aparatūru tika izpildīti turpmākajā ekspedīcijas gaitā. Beidzot, ar portatīvu elektronstara aparātu tika metināti un lodēti kopnes konstrukcijas elementu paraugi.

L. Kizimam un V. Solovjovam tas bija jau astotais darba seanss atklātā kosmosā. Kopumā viņi ārpus stacijas strādājuši 31 stundu 40 minūtes.

Jūnijā otrajā pusē kosmonauti sāka «Salūta-7» sistēmu un zinātniskās aparatūras konservāciju, daļu aparatūras demontēja un pārvietoja kuģī «Sojuz T-15» nogādāšanai uz staciju «Mir», kur, saskaņā ar programmu, vajadzēja turpināt ekspedīciju. 25. jūnijā kuģis atdalījās no orbitālā kompleksa «Salūts-7» — «Kosmoss-1686», bet 26. jūnijā jau sakabinājās ar staciju «Mir». Piektais ekspedīcija «Salūta-7» bija ilgusi 52 dienas.

Kosmonautu prombūtnes laikā bez darba nepalika arī autonomā režīmā lidojošā stacija «Mir». 23. maijā, veicot izmēģinājuma lidojumu, ar to sakabinājās divas dienas iepriekš startējušais bezpilota kosmiskais kuģis «Sojuz TM». Tas paredzēts jaunās paaudzes orbitālo staciju apkalpošanai, izveidots uz kuģu «Sojuz T» bāzes un apgādāts ar jaunu tuvošanās un sakabināšanās sistēmu (kas nodrošina automatisku sa-

slēgšanos ar stacijas «Mir» pārejas nodalījuma sakabināšanās mezglu), jaunām radiosakaru, avārijas glābšanas, izpletņu un dzinēju sistēmām. «Sojuz TM» lidojums kompleksā ar staciju «Mir» ilga līdz 29. maijam. Ar tā dzinējiekārtu tika izpildīta kompleksa orbītas korekcija. 22. jūnijā no stacijas «Mir» atkābinājās arī automātiskais transportkuģis «Progress-26».

Atgriezušies stacijā «Mir», L. Kizims un V. Solovjovs atkal ķērās pie iekārtu un aparātūras montāžas, regulēšanas un pārbaudes. Stacijā tika uzstādīta arī no «Salūta-7» atvestā zinātniskā aparatūra. Netika aizmirsta augu kop-

šana, medicīniskie un bioloģiskie novērojumi, fiziskie vingrinājumi. Kosmonauti turpināja arī novērot un fotografēt Zemes virsmu. Programmas «Geoeks-86» ietvaros šādi novērojumi, kas papildināti ar mākslīgā pavadoņa «Kosmoss-1602» un lidmašīnu-laboratoriju datiem, aptvēra daļu VDR teritorijas.

1986. gada 16. jūlijā, atstājuši staciju «Mir» lidojam autonomā režīmā, abi kosmonauti kuģī «Sojuz T-15» atgriezās uz Zemes. Kompleksā ekspedīcija stacijās «Mir» un «Salūts-7» kopumā bija ilgusi 125 dienas.

(Pēc TASS ziņojumiem)

PILOTĒJAMIE KOSMISKIE LIDOJUMI 25 GADOS

Atskatoties uz pilotējamo kosmisko lidojumu pirmo ceturtdaļgadsimtu, ļoti svarīgo jautājumu par šīs nozares sniegumu zinātnei un tautas saimniecībai izgaismosim vienīgi ar vizuāliem piemēriem (sk. krāsu ielikumu), jo tieši sava svarīguma dēļ tas daudzkārt iztirzāts citos materiālos. Rakstā visu uzmanību pievērsīsim cilvēka lidojumiem kosmosā pašiem par sevi — galveno programmu būtībai un pirmreizīgajiem sasniegumiem, statistiskajiem datiem un nozīmīgākajiem rekordi. Tajā netiks pavēstīti nekādi principiāli jauni fakti, toties būs savākti vienkopus un sistematizēti agrāk zināmie.

GALVENĀS PROGRAMMAS

Pilotējamo kosmisko lidojumu pirmā ceturtdaļgadsimta beigās bija jau pabeigtas, pilnā sparā turpinājās vai bija tikko sāktas praktiski īstenot vienpadsmit patstāvīgas (tādas, kuru vajadzībām izstrādāts speciāls kosmiskais aparāts) šādu pasākumu programmas: Padomju Savienībā — «Vostok», «Voshod», «Sojuz», «Salūts» un «Mir», Amerikas Savienotajās Valstīs — «Mercury», «Gemini», «Apollo», «Skylab» un «Space Shuttle», Rietumeiropā — «Spacelab».

Programmas «Vostok» mērķis bija sagatavot un īstenot pirmos pilotējamus lidojumus kosmosā, lai pārliecinātos par cilvēka spēju pielāgoties šāda lidojuma apstākļiem (pirmām kārtām — ilgstošajam bezsvara stāvoklim) un tajos lietderīgi darboties. 1961. gada 12. aprīlī, pēc septiņiem bezpilota izmēģinājumiem, no kuriem piecos kosmosa kuģa prototipi sasniedza orbītu un trijos (tajā skaitā abos pēdējos) arī atgriezās uz Zemes,* vēsturiskajā lidojumā ar kuģi «Vostok» apkārt zemeslodei tika sūtīts Jurijs Gagarins (1. att.). Nākamo četru startu rezultātā cilvēka uzturēšanās ilgums izplatījumā no pusotrām stundām tika palielināts vispirms līdz diennaktij, tad — līdz četrām un piecām diennaktīm. Ar pēdējo šā tipa kuģi 1963. gada jūnijā pirmo kosmisko lidojumu, kurš pēc tam veselus deviņpadsmit gadus palika arī vienīgais, veica sieviete — Valentīna Tereškova.

Gandrīz ceturtdaļgadsimtu pēc programmas «Vostok» beigšanas viens no tās daudzajiem pirmreizīgajiem sasniegumiem — vienatnē veikta lidojuma ilgums — joprojām paliek nepārspēts (Valērijs Bikovskis kuģī «Vostok-5» — 5 d).

* Izvestija, 1986. g. 6. IV



1. att. Pirmo reizi Visuma plašumos: kosmosa kuģi «Vostok» pa orbītu apkārt Zemei lido Jurijs Gagarins.

Programmai «Mercury» galvenais mērķis bija principā tāds pats kā programmai «Vostok», taču īstenošanas gaita — pakāpeniskāka un lēnāka. Vispirms, pēc 14 suborbitāliem bezpilota kuģu



2. att. Pirmo reizi ārpus kosmosa kuģa hermētiskās kabīnes: no «Voshod-2» atklātā kosmosā izgājis Aleksejs Ļeonovs.

vai to sastāvdaļu izmēģinājumiem, kuros gan atgadījās arī dažādas kļūmes, bet kuri vairumā tomēr bija veiksmīgi, īslaicīgā lidojumā pa šādu trajektoriju devās Alans Šepards. Vēlāk, pēc diviem pamatvilcienos apmierinošiem bezpilota izmēģinājumiem orbītā ap Zemi, analogiskā lidojumā tika sūtīts kosmosa kuģis, ko pilotēja Džons Glenns. Šie pilotējamie lidojumi notika attiecīgi 1961. gada 5. maijā un 1962. gada 20. februārī, t. i., pēc cilvēka pirmā orbitālā lidojuma programmas «Vostok» ietvaros.

Programmā «Voshod» bija paredzēts, pārveidojot jau esošo kosmosa kuģi, padarīt iespējamu vairāku cilvēku veidotas apkalpes lidojumu un izmēģināt darbību ārpus kuģa. Abi uzdevumi tika izpildīti: 1964. gada septembrī pirmo reizi izplatījumā devās triju cilvēku apkalpe, bet 1965. gada 18. martā Aleksejs Ļeonovs pirmo reizi izgāja atklātā kosmosā, kur pavadīja 12 minūtes (2. att.).

Programmas «Gemini» galvenais mērķis bija radīt priekšnosacījumus programmas «Apollo» (ekspedīcija uz Mēnesi, sk. turpmāk) realizēšanai, kā arī gūt pieredzi sarežģītu pilotējamo kosmisko lidojumu jomā un veikt zinātniskus eksperimentus. Programmas ietvaros tika īstenoti tolaik ilgākie cilvēka lidojumi izplatījumā (vispirms 8 d, tad 14 d) un ilgākie darba seansi atklātā kosmosā (vairāk nekā 2 h), kā arī apgūta sakabināšanās orbītā. 1966. gada 16. martā Nīls Ārmstrongs un Deivids Skots saslēdza kosmosa kuģi «Gemini-8» ar iepriekš palaistu bezpilota raķešpakāpi. Jūlijā kuģim «Gemini-10» pieslēgtā raķešpakāpe pirmo reizi tika izmantota kosmosa velkoņa lomā: tā par simtiem kilometru paaugstināja un pazemināja orbītas apogeju, kā arī ļāva īstenot pirmo «dubultikšanos» — cieši pietuvoties vēl vienai raķešpakāpei.

Divi programmas «Gemini» rekordi paliek spēkā vēl joprojām: vislielākais augstums, kāds sasniegts pilotējamā orbitālā lidojumā ap Zemi (ap 1370 km), un visātrākā sastapšanās un saslēgšanās ar citu kosmisko aparātu (94 min pēc starta, abos gadījumos «Gemini-11» ar attiecīgo raķešpakāpi).

Programmas «Sojuz» pirmatnējais uzdevums bija uzkrāt pieredzi sarežģītu pilotējamo kosmisko lidojumu jomā, veikt zinātniskus un teh-

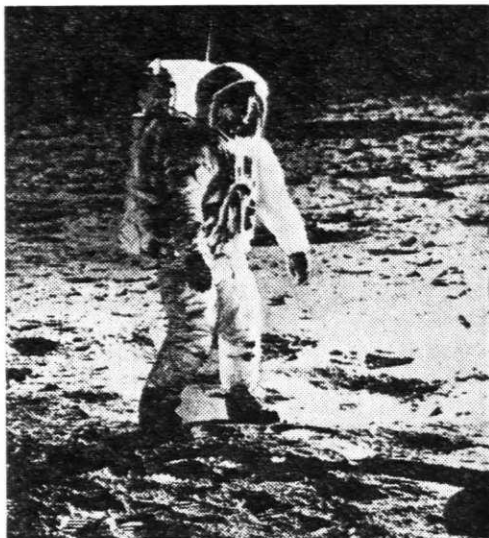
niskus eksperimentus. Tās praktiskās īstenošanas sākumā notika traģisks negadījums — 1967. gada 24. aprīlī, kuģim «Sojuz-1» atgriežoties uz Zemi, gāja bojā tā vienīgais apkalpes loceklis Vladimirs Komarovs,* taču vēlāk šīs programmas ietvaros tika gūti daudzi ievērojami panākumi. Laikposmā līdz 1970. gadam tika veikts tolaik ilgākais (18 d) cilvēka lidojums izplatījumā, pirmo reizi apkalpes locekļi pārgāja no viena kuģa otrā (pa ārpusi), kā arī vienlaicīgi lidojumā atradās trīs kosmosa kuģi (7 kosmonauti). Bez tam 1967. gada 30. oktobrī divi uz «Sojuz» bāzes veidoti bezpilota pavadoņi, kurus palaida sērijas «Kosmos» ietvaros, veica pirmo automātisko sakabināšanos orbītā ap Zemi.

No šā perioda sasniegumiem joprojām nepārspēts paliek pilotējama kosmosa kuģa un tā apkalpes autonomā lidojuma ilgums («Sojuz-9» ar Andriānu Nikolajevu un Vitāliju Sevastjanovu, 18 d), kā arī uzreiz triju vienas valsts kosmosa kuģu lidojums («Sojuz-6», «Sojuz-7» un «Sojuz-8»).

Sākot ar 1971. gadu, kosmosa kuģi «Sojuz» tika izmantoti galvenokārt apkalpju nogādāšanai padomju orbitālajās stacijās, t. i., programma «Sojuz» faktiski kļuva par programmas «Salūts» (sk. turpmāk), bet pašā pēdējā laikā — par programmas «Mir» sastāvdaļu. Līdz 1976. gadam daži kuģi gan vēl tika sūtīti autonomos lidojumos, tajā skaitā divi — ar uzdevumu sagatavot un īstenot starptautiskās programmas «Sojuz-Apollo» padomju daļu.

Programmas «Apollo» mērķis bija nogādāt cilvēku uz Mēnesi un atpakaļ, turklāt stingri noteiktā termiņā — līdz 60. gadu beigām. Vēl pirms šīs programmas pilotējamo lidojumu sākuma notika traģisks negadījums — 1967. gada 27. janvārī pirmsstarta treniņā uz Zemes sava kosmosa kuģa kabīnē gāja bojā tā apkalpes locekļi — Vērdžiļs Grisoms, Edvards Vaits un Rodžers Čafijs (pēdējais gatavojās doties izpla-

* Pirms atgriešanās uz Zemi sabojājās automātiskā orientācijas sistēma, kosmonauts noorientēja kuģi manuāli un iedarbināja bremzēšanas dzinēju, taču atpakaļceļa pēdējā posmā neatvērās nolaizāmā aparāta izpletis. (Literaturnaja gazeta, 1986. g. 9. IV.)



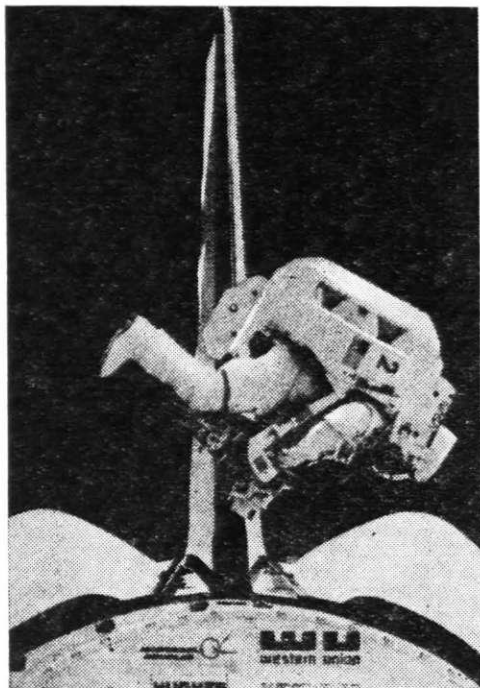
3. att. Pirmo reizi uz cita debess ķermeņa: sekojot Nilam Ārmstrongam (viņš uzņēmis šo attēlu), no kosmosa kuģa «Apollo-11» uz Mēness izkāpis Edvīns Oldrins.

tījumā pirmo reizi).* Toties vēlāk notikumi risinājās visai strauji: 1968. gada decembrī cilvēks pirmo reizi devās projām no Zemes tuvākās apkārtnes, bet jau 1969. gada 21. jūlijā kuģa «Apollo-11» apkalpes locekļi Nīls Ārmstrongs un Edvīns Oldrins spēra pirmos soļus uz Mēness (3. att.).

Tā kā pēc programmas «Apollo» beigšanas jauni lidojumi uz Mēnesi nav notikuši, nav arī pārspēti toreizējie rekordi šajā jomā: visilgākā uzturēšanās uz cita debess ķermeņa kosmosa kuģa iekšienē (tieši 75 h) un ārpus tā (7,6 h bez pārtraukuma un vairāk nekā 22 h kopumā; visi pieder Jūdžīnam Sērnamam un Herisonam Šmitam no «Apollo-17» apkalpes) u. c.

Izmantojot no programmas «Apollo» palikušās nesējraķetes un kosmosa kuģus, tika īstenoja programma «Skylab» (orbitālās stacijas radīšana, sk. turpmāk) un programmas «Sojuz-Apollo» amerikāņu daļa.

* Īssavienojums kuģa iekšienē izraisīja ugunsgrēku, kurš tīra skābekļa atmosfēras apstākļos strauji aptvēra visu kabīni.



4. att. Pirmo reizi orbitā bez saites ar savu kuģi: virs kosmoplāna «Challenger» kravas telpas kosmonauta individuālo lidiekārtu MMU izmēģina Brūss Makendless.

Programmas «Salūts» mērķis bija izveidot ilgdarbīgas pilotējamas orbitālās stacijas, kurās lidojuma gaitā mainītos apkalpes, lai būtu iespējams veikt ilgstošus un daudzveidīgus pētījumus un eksperimentus zinātnes un tautas saimniecības interesēs. Pildot šo programmu, 1971. gada 19. aprīlī tika palaista pirmā orbitālā stacija «Salūts», un jūnijā tajā notika tolaik ilgākā kosmiskā ekspedīcija — 24 diennaktis. Diemžēl tā beidzās traģiski — atgriežoties uz Zemi ar kosmosa kuģi «Sojuz-11», 30. jūnijā gāja bojā šīs ekspedīcijas dalībnieki — Georgijs Dobrovoļskis, Vladimirs Volkovs un Viktors Pacajevs.* Taču pēc trim gadiem apkalpju lidojumi

* Vārstulis, kuram dažu kilometru augstumā bija jāsavieno kabīnes iekšiene ar apkārtējo atmosfēru, atvērās priekšlaikus, kad nolaižamais aparāts vēl bija kosmiskajā vakuumā. (Literaturnaja gazeta, 1986. g. 9. IV.)

pirmās paaudzes (ar vienu sakabināšanās mezglu) «Salūts» atsākās, proti, ar divas nedēļas ilgu darba seansu stacijā «Salūts-3», un sasniedza kulmināciju 1975. gadā ar vienu un divus mēnešus ilgām zinātniskām ekspedīcijām «Salūta-4».

1977. gada 29. septembrī tika palaista pirmā otrās paaudzes (ar diviem sakabināšanās mezgliem) orbitālā stacija — «Salūts-6», kura, pateicoties apgādei ar kravām lidojuma gaitā, varēja funkcionēt pilotējamā režīmā daudz ilgāk nekā iepriekšējās. Šis un nākamās stacijas darbības laikā veikti gan tolaik, gan arī pirmajos 25 gados visilgākie lidojumi izplatījumā (237 d bez pārtraukuma — Leonīds Kizims, Vladimirs Solovjovs un Oļegs Atjkovs, 362 d trijos paņēmienos — Valērijs Rjumins) un visilgākais darbu cikls atklātā kosmosā (Kizims un Solovjovs — 23 h sešos seansos).* No «Salūta-7» 1984. gada 25. jūlijā pirmo reizi atklātā kosmosā izgājusi sieviete — Svetlana Savicka. Otrās paaudzes stacijās pirmo reizi kosmonautikas praksē uzturējās četru un piecu cilvēku apkalpes, ieradusās ar diviem transportkuģiem. 1978. gada martā «Salūta-6» apkalpes sastāvā pirmo reizi darbojās ārvalsts pārstāvis — Čehoslovākijas kosmonauts pētnieks Vladimirs Remeks.

Programmas «Skylab» mērķis bija veikt daudzveidīgus zinātniskus un praktiskus pētījumus un eksperimentus, šim nolūkam izveidojot lielu (lai arī ne sevišķi ilgdarbīgu) orbitālo staciju. Tās lidojuma laikā fiksēts tolaik ilgākais (84 d) cilvēka lidojums izplatījumā un pirmoreiz — praktiski pilnu darba dienu (7 h) ilgs remontoperāciju un eksperimentu seanss atklātā kosmosā.

Programmas «Space Shuttle» mērķis bija izstrādāt un ieviest ekspluatācijā daudzkārt izmantojamu lidmašīnas tipa kosmisko aparātu, kurš kalpotu pavadoņu un citu kravu nogādāšanai kosmosā, to apkopei un remontēšanai tieši orbitā vai atgādāšanai atpakaļ uz Zemi, kā arī pētījumiem un eksperimentiem ar cilvēka

* Daži no šiem rekordiem pēc 1986. gada 12. aprīļa jau laboti: Kizims pavadījis orbitā pavisam 375 d (trijos lidojumos stacijās «Salūts» un «Mir»), viņš un Solovjovs uzturējušies atklātā kosmosā 32 h (astoņu seansu kopsummā).

tiešu līdzdalību. Lai gan lielākā daļa šā transportlīdzekļa celtspējas ir atvēlēta kravai, ar to pirmo reizi devušies kosmosā vienlaikus četri, vēlāk — pieci, seši, septiņi un pat astoņi cilvēki. «Space Shuttle» apkalpju sastāvā, sākot ar 1983. gadu, pirmos ceļojumus izplatījumā veikuši neprofesionāli kosmonauti — zinātnieki, inženieri un politiskie darbinieki. No kosmoplāna «Challenger» 1984. gada 7. un 9. februārī Brūss Makendless un Roberts Stjuarts īstenoja pirmos brīvos lidojumus atklātā kosmosā (4. att.), atāllinoties no sava kuģa līdz pagaidām nepārspētajam 97,5 m atāllūmumam.

1986. gada 28. janvārī viens no četriem «Space Shuttle» tipa kosmoplāniem cieta katastrofu, kuras rezultātā gāja bojā visi septiņi apkalpes locekļi: Frānsiss Skobijšs, Maikls Smits,

Džūdita Reznika, Elisons Onidzuka, Ronalds Maknērs, Gregorijs Džārviss un Krista Makolifa (otrais un abi pēdējie devās izplatījumā pirmo reizi).*

Programmas «Spacelab» mērķis bija izstrādāt un ieviest ekspluatācijā «Space Shuttle» kravas telpā uzstādāmu laboratoriju, kura būtiski paplašinātu iespējas izmantot kosmoplānu zinātnisku un praktisku eksperimentu veikšanai. Orbitālā kompleksa «Space Shuttle»—«Spacelab» reisā 1985. gada rudenī izplatījumā darbojās pagaidām lielākā — astoņu cilvēku — kosmiskā

* Šuves plīsums starta paātrinātāja korpusā izraisīja kosmoplāna galvenās (ārējās) degvielas tvertnes eksploziju. (Sk. rakstu iepriekšējā «Zvaigžņotās Debess» numurā un precizējumu šajā numurā.)

1. tabula

Pilotējamie kosmosa kuģi un kosmoplāni, to lidojumi 12.04.61—11.04.86
(Pēc enciklopēdijas «Космонавтика» (М., 1985) datiem)

Kosmiskais aparāts: KK — kosmosa kuģis, KP — kosmoplāns, OB — orbitālais bloks, EB — ekspedīcijas bloks, OS — orbitālā stacija	Nesēj- rakete	Tehniskie dati					Pilotējamie lidojumi					
		pilnā masa orbitā, t	garums orbitā, m	maks. diam. orbitā, m	brīvais tilpums, m ³	maks. iespējamā apkalpe, cilvē.	pirm- mais lido- jums	pēdē- jais lido- jums	suborbi- tālāie lido- jumi	orbi- tālāie lido- jumi	līgākais autonomais lid., d	līgākais lidojums kopā ar OS, d
KK «Vostok»	«Vostok»	4,7	4,4	2,4	1,6	1	1961	1963	—	6	5	—
KK «Mercury»	«Atlas-D» ¹	1,3	2,9	1,8	1,1	1	1961	1963	2	4	1 ^{1/2}	—
KK «Voshod»	«Sojuz»	5,3—5,7	5,0	2,4	~2	2—3	1964	1965	—	2	1	—
KK «Gemini»	«Titan-2»	3,2—3,8	5,8	3,0	1,6	2	1965	1966	—	10	14	—
KK «Sojuz» (agrīnais)	«Sojuz»	6,4—6,7	7,0	2,7	6,5	3	1967	1971	—	10	18	24
KK «Apollo» (tikai OB)	«Saturn-1B» ²	13—15 ²	10,7	3,9	6,1	3	1968	1975	—	6	11	84
KK «Apollo» (OB+EB)	«Saturn-5»	41—49	17,7	4,3	10,6	3	1969	1972	—	9 ³	13	—
KK «Sojuz» (vēlākais)	«Sojuz»	6,7—6,8	7,0	2,7	6,5	2	1973	1981	1	27 ⁴	8	80
KK «Sojuz T»	«Sojuz»	6,85	7,0	2,7	6,5	3	1980	—	—	14	2	182
KP «Space Shuttle»	—	85—115	37,3	~5,5 ⁵	35	8	1981	—	—	24	10	—

¹ Suborbitālajos lidojumos — «Redstone».

² Vienā lidojumā nesēj-rakete «Saturn-5», 29 t.

³ Tajā skaitā 6 lidojumi ar nolaišanos uz Mēness.

⁴ KK «Sojuz-32» (ar apkalpi — tikai augšupceļā) un «Sojuz-34» (ar apkalpi — tikai lejupceļā) lidojumi skaitīti par vienu pilnu pilotējamu lidojumu.

⁵ Bez orbitālās lidmašīnas aerodinamiskajām virsmām.

apkalpe (pieci ASV, divi VFR un viens Holandes pilsonis; pēdējie trīs bija neprofesionāli kosmonauti).

Programmas «Mir» mērķis ir izveidot pastāvīgi apdzīvojamu orbitālo kompleksu, kurš līdztekus bāzes stacijai ietvertu konkrētiem darbu virzieniem specializētus moduļus, un izmantot to daudzveidīgu pētījumu un eksperimentu veikšanai zinātnes un tautas saimniecības interesēs. Šīs programmas praktiska īstenošana (bāzes stacijas palaišana un pirmās apkalpes ierašanās tajā) sākas aplūkojamā laikposma pašas beigās, tādēļ vērtēt rezultātus būtu vēl pārāgrī.

LIDOJUMU STATISTIKA

Ceturtdaļgadsimta laikā pilotējamie kosmiskie aparāti bijuši izplatījumā pavisam 115 reizes: padomju kosmosa kuģi — 59 orbitālajos un

vienā suborbitālajā lidojumā, amerikāņu kuģi un kosmoplāni — divos suborbitālajos un 53 orbitālajos lidojumos, no kuriem deviņi ietvēruši ierašanos Mēness apkārtnē un seši — arī nolaišanos uz šā debess ķermeņa. Padomju kuģu apkalpju locekļi bez tam darbojušies septiņās sākotnēji bez cilvēka palaistās orbitālajās stacijās, divos papildmoduļos un gandrīz trijos desmitos automātisko kravas kuģu; amerikāņu lidaparātu apkalpes — vienā orbitālajā stacijā, kā arī kosmosā uz laiku nogādājamā orbitālajā laboratorijā (trīsreiz).

Divdesmit piecos gados orbītā ap Zemi pabijuši 199 cilvēki — 60 padomju kosmonauti, 120 amerikāņi, trīs VFR pilsoņi, divi francūži un pa vienam Čehoslovākijas, Polijas, VDR, Bulgārijas, Ungārijas, Vjetnamas, Mongolijas, Kubas, Rumānijas, Indijas, Kanādas, Saūda Arābijas, Holandes un Meksikas pārstāvim. No viņiem desmit — četri padomju un seši amerikāņu kos-

2. tabula

Orbitālās stacijas un laboratorijas, to lidojumi 12.04.71—11.04.86
(Pēc enciklopēdijas «Космонавтика» (М., 1985) datiem)

Kosmiskais aparāts: OS — orbitālā stacija, OL — orbitālā laboratorija	Nesēja raketē	Tehniskie dati					Darbība pilotējamā režīmā					
		sākotnējā masa, t	garums orbitā, m	maks. diam. orbitā, m	pilnais hermet. tilpums, m ³	sakabināš. mezgliu skaits	pirmās apkalpes ierašanās	pēdējās apkalpes aizlidošana	apkalpi (pamatapk. + viesapk.) kopskaits	apkalpi darbības koplaiks, mēneši	ilgākā ekspedīcija, mēneši	lielākā apkalpe, cilvēki
OS «Salūts-1»	«Protons»	19	~ 15	4,1	82	1	1971	1971	1	3/4	3/4	3
OS «Skylab»	«Saturn-5» ¹	77	~ 25	6,6	350	2	1973	1974	3	5 1/2	3	3
OS «Salūts-3», «Salūts-5»	«Protons»	19		4,1		1	1974	1977	3	2 1/2		2
OS «Salūts-4»	«Protons»	19	~ 15	4,1	82	1	1975	1976	2	3	1 1/2	2
OS «Salūts-6», «Salūts-7»	«Protons»	19	~ 15	4,1	87	2	1977	—	10+15 ²	47	8	6
OS «Mir»	«Protons»	21	~ 15	4,1	100	6	1986	—	1	1	1 ³	2
OL «Spacelab», 1. un 2. eks.	«Space Shuttle»	abi	abi	abi	—	—	1983	—	3	3/4	1/3	8 ⁴
		15	≤ 18	4,1	—	—	1985	—	1	1/4	1/4	7 ⁴

¹ Bez augšējās (trešās) pakāpes.

² Pie viesapkalpēm pieskaitot arī «Salūta-6» remontapkalpi.

³ Ekspedīcijas daļa līdz tabulā aptvertā laikposma beigām.

⁴ Laboratorijas un to pārvaldājošā kosmoplāna kopējā apkalpe.

Piezīmes. OS «Salūts-2» (1973) sakarā ar kļūmi orientācijas sistēmā lidoja tikai bezpilota režīmā. OS «Salūts-3» un «Salūts-5» pēc konstrukcijas atšķiras no starplaikā lidojušās OS «Salūts-4», tādēļ tās izdalītas atsevišķi. OS «Salūts-7» darbība pilotējamā režīmā izbeigta 16.07.86 (pēc vēl vienas ~ 2 mēnešus ilgas ekspedīcijas).

monauti — lidojuma laikā vai uz Zemes gājuši bojā savā galvenajā darba vietā, proti, kosmosa kuģa kabīnē. Tāds pats liktenis piemeklējis arī četrus amerikāņus, kuri savas dzīves laikā vēl nebija paspējuši pabūt orbītā ap Zemi un tādēļ pilntiesīgu kosmonautu kopskaitā nav ietverti. Padomju aparātos lidojošie kosmonauti pavadījuši izplatījumā vairāk nekā 4000 cilvēkdiennaktis, amerikāņu aparātos lidojošie — apmēram 1800 cilvēkdiennaktis.

Mazliet vairāk nekā divdesmit viena gada laikā atklātā kosmosā izgājis 51 cilvēks — 17 padomju pilsoņi un 34 amerikāņi, turklāt seši no viņiem lidojuši pa orbītu ap Zemi nesaistīti ar savu kuģi. Divpadsmit mūsu planētas iedzīvotāji uzturējušies ārpus kosmosa kuģa, kurš bijis nolaidies uz cita debess ķermeņa — Mēness.

E. M ū k i n s

PRECIZĒJUMS

rakstam «Kosmoplāna «Challenger» katastrofa» «Zvaigžņotās Debess» 1986. gada rudens numurā

Kā izriet no atbildīgu NASA darbinieku izteikumiem, «Space Shuttle» avārijas operāciju programmās starta paātrinātāju priekšlaicīga atdalīšana nav bijusi paredzēta (acīmredzot pārliecībā par šo raķešdzinēju gandrīz absolūto drošumu), taču apkalpe vai vadības centrs varējis nekavējoties atdalīt ārējo degvielas tvertni un līdz ar to — arī tai piestiprinātos starta paātrinātājus. Šādā veidā orbitālā lidmašīna uzreiz atbrīvotos no aptuveni 99% kosmoplāna kopējo degvielas krājumu, bet tad viss atpakaļceļš — arī pagriešanās pretējā virzienā — tai būtu jāveic, nedarbojoties dzinējiem. Lidojot stāvā leņķī augšup ar ātrumu ap 3000 km/h 16 km augstumā un 12 km attālumā no kosmodroma, kā tas bija «Challenger» eksplozijas brīdī, vai aptuveni pusotras reizes lēnāk un divas reizes

zemāk un tuvāk, kā bija paātrinātāja korpusa plūsuma mirklī, planējoša atgriešanās starta rajonā un nolaišanās uz skrejceļa acīmredzot bija pilnīgi reāla. Tomēr skaidrs, ka šādā variantā glābšanas operācijas ir visumā grūtāk īstenojamas un mazāk drošas (sevišķi — pāris pirmajos lidojuma kilometros) nekā tad, ja priekšlaikus tiktu atdalīti tikai starta paātrinātāji.

Ja atgriezies kosmodromā kādu iemeslu dēļ nebūtu iespējams, apkalpe ar mēreni labām izredzēm varētu mēģināt nolaisties okeānā (kā dažkārt avārijas situācijā dara parastajā aviācijā). Šāda manevra izdošanās gadījumā kosmonauti droši vien izglābtos, bet orbitālā lidmašīna, kurā pa nolaišanās brīdī gūtajiem bojājumiem plūstu iekšā ūdens, domājams, drīz vien nogrimtu.

E. M ū k i n s



UZDEVUMU RISINĀŠANA VIDUSSKOLAS ASTRONOMIJAS KURSA NODAĻĀ «IEVADS».

Dziļāku un noturīgāku astronomijas priekšmeta apguvi, dažādu astronomijas jēdzienu labāku izpratni veicina uzdevumu risināšana skolas astronomijas kursa ietvaros. Kā rāda Rīgas pilsētas skolēnu astronomijas olimpiāžu pieredze, daļai skolēnu uzdevumi sagādā lielas grūtības. Acimredzot skolotāji mācību gada laikā uzdevumiem velta pārāk maz uzmanības.

Stundās ieteicams risināt ne vien tos uzdevumus, kas ievietoti mācību grāmatā un G. Malahovas, J. Strauta «Didaktiskajos materiālos astronomijā», bet arī vieglākos uzdevumus no krājumiem «Сборник задач и практических упражнений по астрономии» un «Сборник задач по астрономии (для средней школы)» (autors B. Voroncovs-Veljaminovs). Populārzinātniskajā izdevumā «Zvaigžņotā Debess» regulāri tiek publicēti Rīgas skolēnu astronomijas olimpiāžu uzdevumi un to atrisinājumi. Visbeidzot, uz dažāda izziņas materiāla pamata skolotājs var sastādīt uzdevumus pats. Vienkāršākos var uzdot skolēniem mājas darbam, lai viņi pārbaudītu savas zināšanas un risināšanā izmantotu mācību grāmatas tekstu, tabulas, zvaigžņu karti; grūtākos mērķtiecīgāk ir risināt klasē vai pulciņa nodarbībās.

Visus vidusskolas astronomijas kursa uzdevumus nodaļā «Ievads» var iedalīt šādi:

- 1) uzdevumi, kuri prasa astronomisko parādību būtības izpratni,
- 2) uzdevumi, kuru risināšanā izmantojamas zvaigžņu kartes,
- 3) skaitļošanas uzdevumi.

Tuvāk iepazīsimies ar uzdevumiem, kuri nav aplūkoti krājumā «Didaktiskie materiāli astronomijā»: laika skaitīšana, ģeogrāfiskā garuma noteikšana un kalendārs. Sevišķu interesi rada tie, kuru vienkārša izskaitļošana izskaidro kādu praktiskajā dzīvē svarīgu parādību vai notikumu (piemēram, kāds ir patiesais Saules laiks Rīgā attiecīgajā momentā; kāpēc zemeslodes apceļošanas laikā Magelāna ekspedīcijas dalībnieki zaudēja vienu diennakti; kad ir dzimis M. Lomonosovs pēc jaunā stila kalendāra).

LAIKA SKAITĪŠANA. ĢEOGRĀFISKĀ GARUMA NOTEIKŠANA

Jau PSRS fiziskās ģeogrāfijas kursā skolēni iepazīstas ar jēdzieniem vietējais laiks, joslu laiks, dekrēta laiks. Sākot ar 1981. gadu, Padomju Savienībā pavasarī un vasarā lieto t. s. vasaras laiku, kad pulksteņu rādītājus pagriež par vienu stundu uz priekšu. Tas ir spēkā no marta pēdējās svētdienas līdz septembra pēdējai svētdienai. Šajā laikposmā 2. laika joslā (tātad arī Rīgā) pulksteņi faktiski iet pēc 4. joslas laika. Tas nozīmē, ka vasaras periodā Rīgā pulkstenis ir par četrām stundām priekšā pasaules laikam (par pasaules laiku pieņemts saukt nulles meridiāna — Griničas — laiku). To nedrīkst sajaukt ar vietējo laiku, ko lieto astronomijā, meteoroloģijā un citās nozarēs. Tur par vietējo laiku sauc attiecīgā meridiāna patieso Saules laiku. Jebkuru vietu vietējie laiki atšķiras par šo vietu ģeogrāfisko garumu starpību. Tāpēc varam rakstīt:

$$t_A - t_B = \lambda_A - \lambda_B, \quad (1)$$

kur t — vietējais laiks punktos A un B ,

λ — ģeogrāfiskais garums punktiem A un B .

Lai atvieglinātu aprēķinus, astronomijā ģeogrāfisko garumu izsaka laika vienībās. Starp laika un loka vienībām pastāv šāda sakarība:

360°	atbilst	24 ^h ,	
15°	„	1 ^h ,	
1°	„	4 ^m ,	(2)
15′	„	1 ^m ,	
1′	„	4 ^s .	

1. u z d e v u m s.

Aprēķināt vietējo, joslas, dekrēta un vasaras laiku Rīgā ($\lambda=24^\circ$) momentam, kad pulkstenis pēc pasaules (Griničas) laika rāda 12^h00^m.

Atrisinājums.

Lai aprēķinātu vietējo laiku, vispirms izteiksim Rīgas ģeogrāfisko garumu laika vienībās:

$$\begin{array}{r} 15^\circ - 60^m \text{ jeb } 1^h \\ 24^\circ - x \\ \hline \frac{24 \cdot 60}{15} = 96^m = 1^h 36^m \end{array}$$

Vietējais laiks Rīgā būs:

$$12^h 00^m + 1^h 36^m = 13^h 36^m,$$

jo Rīga atrodas uz austrumiem no nulles meridiāna.

Joslas laiks Rīgā:

$$12^h 00^m + 2^h = 14^h 00^m,$$

jo Rīga atrodas 2. joslā.

Dekrēta laiks Rīgā:

$$14^h 00^m + 1^h = 15^h 00^m,$$

jo dekrēta laiks = joslas laiks + 1^h.

Vasaras laiks Rīgā ir 16^h00^m, t. i., dekrēta laiks + 1^h.

Tātad starpība starp dekrēta laiku un vietējo laiku Rīgā ir

$$3^h - 1^h 36^m = 1^h 24^m,$$

bet starp vasaras un vietējo laiku pat 2^h24^m.

2. u z d e v u m s.

Ceļotāji ievēroja, ka Mēness aptumsums pēc vietējā laika sākas 5^h13^m, lai gan pēc Griničas laika tam bija jāsakas 3^h51^m. Uz kāda ģeogrāfiskā garuma atradās ceļotāji?

Atrisinājums.

Vispirms pēc izteiksmes (1) aprēķinām ģeogrāfisko garumu λ laika vienībās:

$$5^h 13^m - 3^h 51^m = 1^h 22^m.$$

Izmantojot sakarību starp laika un loka vienībām (2), ģeogrāfisko garumu izsakām loka vienībās un atrodam, ka $\lambda = 20^\circ 30'$ austrumu garuma.

DATUMA MAIŅAS LĪNIJA

Kurā vietā uz Zemes sākas jauns datums? Par datuma maiņas līniju pieņemts 180° meridiāns, kas iet pāri Klusajam okeānam. Šķērsojot šo līniju, jāņem vērā zināmi noteikumi datumu skaitīšanā:

1) ja šķērso 180° meridiānu virzienā no rietumiem uz austrumiem, divreiz jāatkārto savs datums (piemēram, 9. janvārim seko vēlreiz 9. janvāris);

2) ja šķērso 180° meridiānu no austrumiem uz rietumiem, vienu dienu no skaita izlaiž (piemēram, 9. janvārim seko 11. janvāris).

3. u z d e v u m s.

Kuģis atstāja Vladivostoku sestdien, 6. novembrī, bet ieradās Sanfrancisko trešdien, 23. novembrī. Cik diennaktis kuģis bija ceļā?

Atrisinājums.

$$23 - 6 + 1 = 18 \text{ (diennaktis).}$$

(Viena diennakts jāpieskaita, jo, šķērsojot 180° meridiānu austrumu virzienā, vienu datumu skaita divas reizes.)

KALENDĀRS

Atkarībā no kalendāra astronomiskā pamata izšķir Saules, Mēness un Mēness-Saules kalendārus.

Saules kalendāra pamatvienība ir tropiskais gads, kas ilgst 365^d05^h48^m46^s,1 jeb 365,2422... diennaktis.

Mēness kalendāra pamatvienība ir laiksprīdis, kurā atkārtojas divas vienādas Mēness fāzes. Tas atbilst 29^d12^h44^m02^s,8 jeb 29,53... diennaktim.

Pie Saules kalendāriem pieder gan Jūlija, gan Gregora kalendārs.

Jūlija kalendārā (vecais stils), kuru ieviesa 45. gadā p. m. ē., trīs gadus pēc kārtas skaitīja 365 dienas, bet ceturtajā — 366 dienas (garie gadi ir visi tie, kuru gadskaitļi bez atlikuma dalās ar 4).

Gregora kalendārā (jaunais stils), kuru sāka ieviest 1582. gadā, dienu skaits gadā ir tāds pats, bet gadsimta pēdējais gads ir garais tikai tad, ja tā simtu skaits bez atlikuma dalās ar 4, piemēram, 1600., 2000., 2400. gads.

1582. gadā vecais stils atpalika no jaunā stila par 10 diennaktīm, tāpēc 4. oktobrim sekoja 15. oktobris. 20. gadsimtā starpība starp veco un jauno stilu jau sasniegusi 13 diennaktis. Krievijā jauno stilu ieviesa tikai pēc Oktobra revolūcijas — 1918. gada 1. februārī.

4. u z d e v u m s.

Kāds datums pēc jaunā stila atbilst vecā stila 1900. gada 15. februārim; 1900. gada 5. martam?

Atrisinājums.

Jebkuru datumu pēc 1582. gada reformas var pārrēķināt jaunajā stilā šādi. Pēc 1700. gada 29. februāra starpība bija pieaugusi līdz 11 dienām, pēc 1800. gada 29. februāra — līdz 12 dienām, pēc 1900. gada 29. februāra — līdz 13 dienām. Tā kā 2000. gads abās sistēmās būs garais gads, tad 13 dienu starpība saglabāsies līdz 2100. gada 29. februārim. Ar šo dienu starpība pieaugs vēl par vienu dienu un būs 14 dienas. Tātad:

- 1) 1900. g. 15. II+12 dienas=1900. g. 27. II
- 2) 1900. g. 5. III+13 dienas=1900. g. 18. III

5. u z d e v u m s.

Pēc Jūlija kalendāra būs 2445. gada 28. februāris. Kāds datums tas būs pēc jaunā stila?

Atrisinājums.

2445. g. 28. II+16 dienas=2445. g. 16. III, jo starpība starp veco un jauno stilu būs pieaugusi līdz 16 dienām.

U z d e v u m i.

1. Cik dienu bija KPFSR 1918. gadā?
2. Tai laikā, kad Deli ir $16^{\circ}37^m$, Madridē ir $11^{\circ}42^m$ pēc vietējā laika. Kāda ir ģeogrāfisko garumu starpība šim pilsētām?

3. Kuģis, kas devās ceļā no Sanfrancisko trešdien, 12. oktobrī, Vladivostoku sasniedza pēc 16 diennaktīm. Kādā datumā un nedēļas dienā tas bija?
4. 1920. gada februārī bija piecas svētdienas. Kad līdzīgs gadījums bija iepriekš; kad būs turpmāk?
5. Rīgā ($\lambda=24^{\circ}$) vecgada vakarā sākas televīzijas programma «Laiks». Cik «tālu» jaunais gads ir ticis Irkutskā ($\lambda=104^{\circ}$) un Omskā ($\lambda=69^{\circ}$)?

G. S v a b a d n i e k s

KARTOTĒKA ASTRONOMIJAS MĀCĪŠANAI

Jau vairākus gadus astronomijas kursa mācīšanās izmantoju VDR žurnālu «Astronomie in der Schule», kas iznāk sešas reizes gadā. Tajā aplūkoti sasniegumi kosmonautikā, dažādi astronomijas vēstures fakti, astronomijas mācīšanas metodes, sniegtas metodiskas rekomendācijas. Katram numuram pielikumā ir viena kartotēkas kartīte. Galvenais to saturā — konspektīvi plāni atsevišķām stundām, dažu plašāku tēmu tematiskie plāni, kas papildināti ar lietojamo instrumentu aprakstu, un praktiskās novērošanas plāni. Visefektīvāk izmantoju pēdējos, pielāgojot tos reālajiem apstākļiem.

Katrs novērošanas vakars paredzēts divām mācību stundām. Dots arī laika sadalījums. Šāda veida novērošanu veicu trīs reizes mācību gadā (oktobrī, martā un maijā). Piemēram tiks dotas četras kartītes: apkopojoši dati par visām paredzētajām novērošanas reizēm, pirmo divu novērošanas vakaru norises plāni un darba lapas paraugs otrajam novērošanas vakaram.

1. kartīte

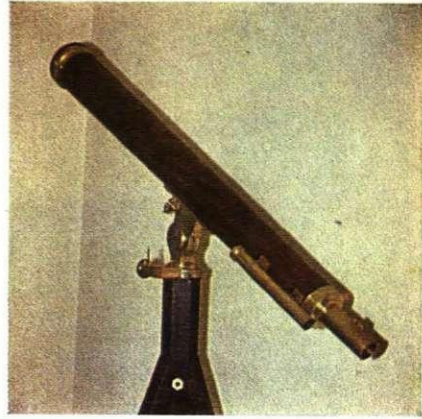
NOVĒROŠANA

Priekšzināšanas.

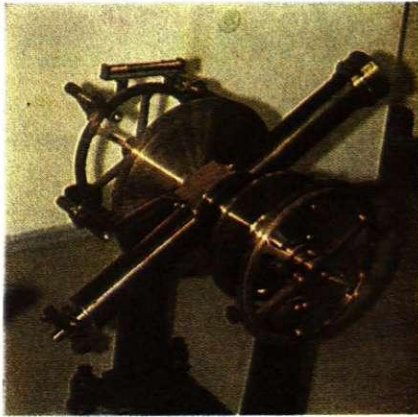
Redzamāko zvaigznāju un to spožāko zvaigžņu, kā arī zvaigznāju savstarpējā stāvokļa pazišana, zināšanas par kosmisko objektu kustību.



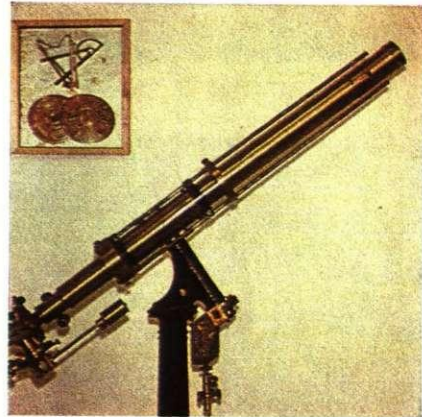
Pirmais Viļņas observatorijas instruments — koka refraktors, M Radvila dāvana. Stobra garums 106 cm, diametrs 14 cm, trijkāja augstums 153 cm. Anglija, 18. gs.



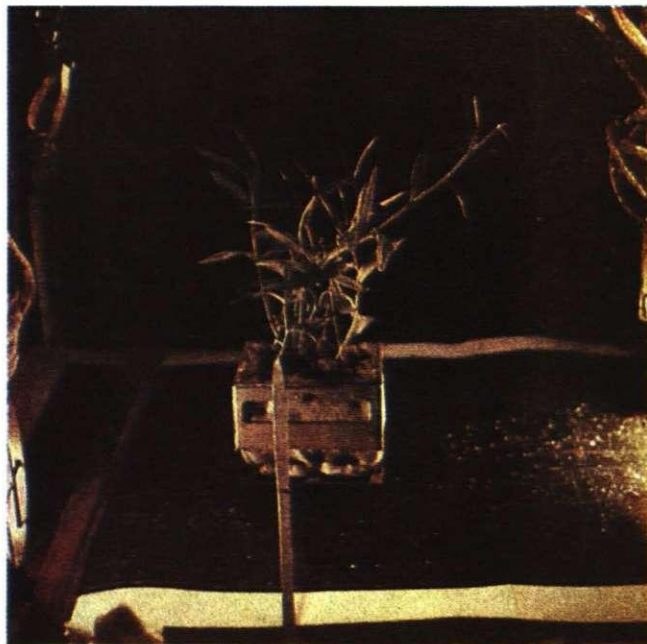
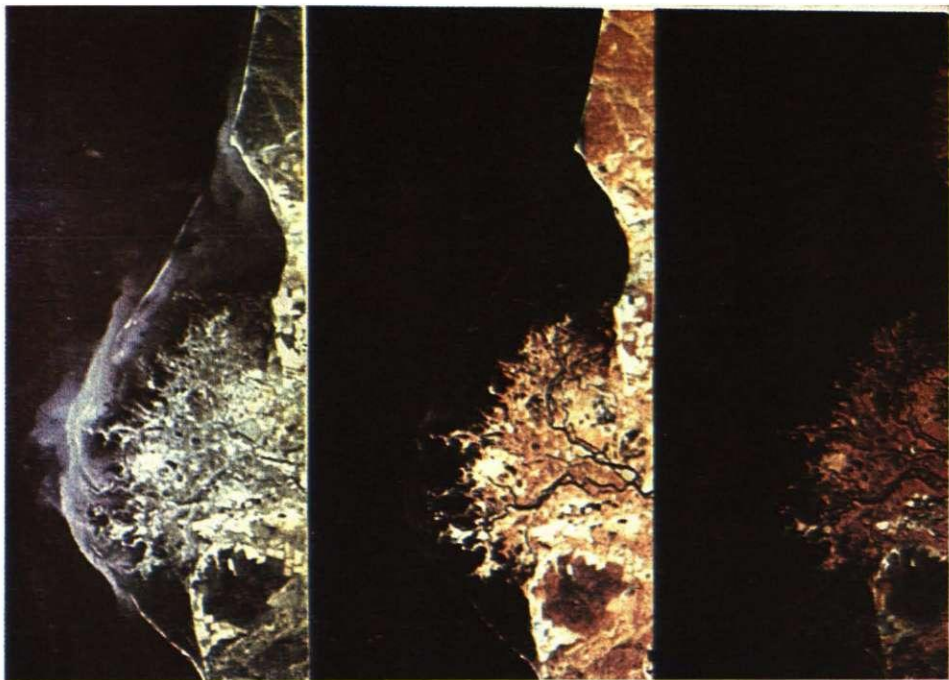
S. Plesla ahromatiskais refraktors. Stobra garums 120 cm, objektīva diametrs 10 cm.



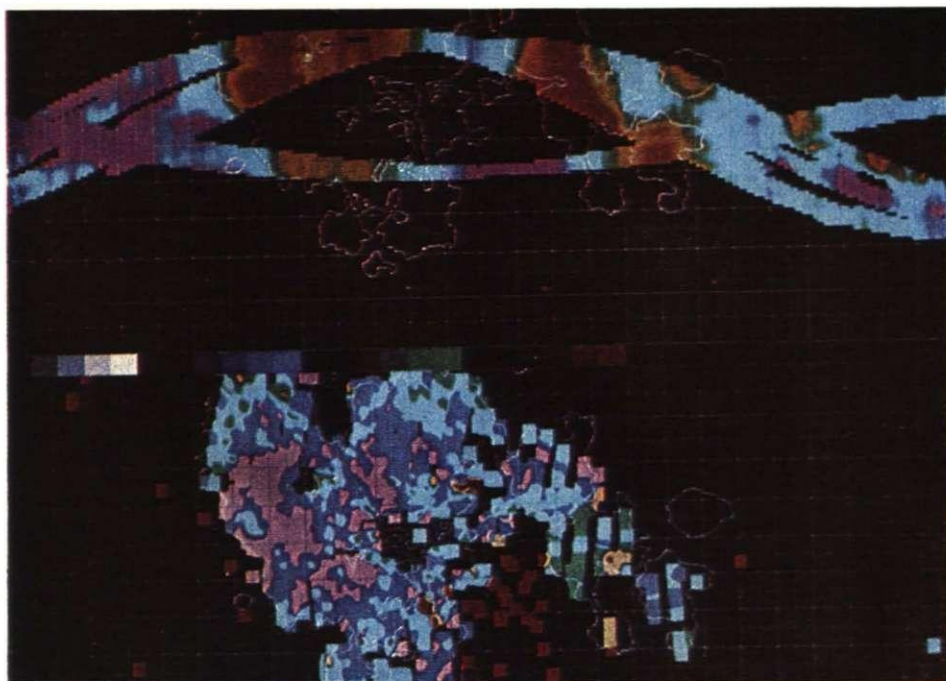
R. Mailhata meridiānrīķis. Stobra garums 85 cm, objektīva diametrs 8 cm. Parīze, 19. gs.



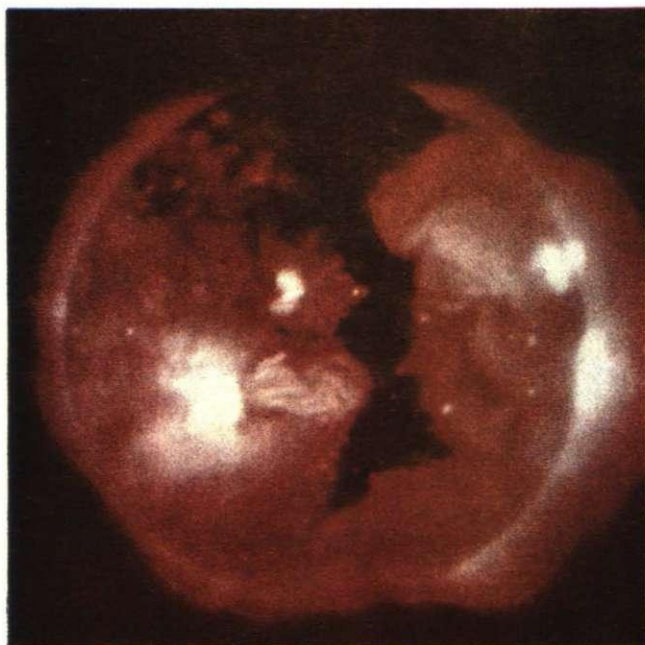
F. Sverda fotometrs. Stobra garums 130 cm, objektīva diametrs 5,8 cm (otrs stobrs nozaudēts). Vācija, 1868. g.

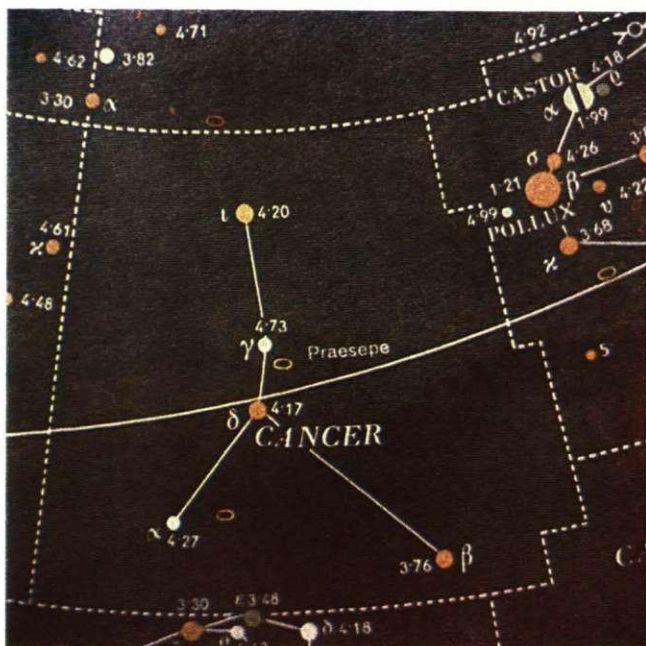


Augšā — Selengas deltas attēli nosacītās krāsās. Attēlu sintezēšanai izmantoti uzņēmumi caur vairākiem gaismas filtriem no kosmosa kuģa «Sojuz-22». Redzams, cik tālu Baikāla izcili dzidrajā ūdenī (tumšais laukums) iespiežas Selengas diezgan duļķainais ūdens (gaišās detaļas): pa labi — ezera virsmas līmenī, vidū — līdz 5 m dziļumā, pa kreisi — līdz 30 m dziļumā. Attēli iegūti ar PSRS un VDR speciālistu kopīgi izstrādātām iekārtām — fotoaparātu MKF-6 un projektoru MSP-4. (Pēc «Орбиты сотрудничества».) Pa kreisi — orbitālajā stacijā «Salūts-6» izaudzēts augs. (Pēc «Наука и человекство 1984».)



Augšā — specializētas Mēness kartes, kas sastādītas pēc novērojumiem no kosmosa kuģu «Apollo-15» un «Apollo-16» orbitālajiem blokiem. Augšējā kartē atainota Mēness virsmas materiāla gamma starojuma intensitāte (ar violetu krāsu — viszemākā, ar oranžsarkanu — visaugstākā), kas atkarīga no šā materiāla element sastāva: ieži, kuriem ir augsts dzelzs un titāna saturs, izstaro intensīvāk. Apakšējā kartē atainots pēc krāteru nogāžu slīpuma un citām pazīmēm vērtētais virsmas ģeoloģiskais vecums (ar violeto — vismazākais, ar sarkano — vislielākais). *Pa labi* — Saules uzņēmums rentgenstaros no orbitālās stacijas «Skylab». (NASA attēli.)





Urāna pavadoņi Mīranda aptuveni dabiskās krāsas (izņemot zaļgano malu) «Voyager-2» pārraidītā uzņēmumā. Sk. rakstu «Tālā Urāna pasaule».

Vēža zvaigznāja raksturīgā figūra no 1959. gadā Prāgā izdotās zvaigžņu kartes «Цветная карта северного ночного неба». Apzīmējumi: balts aplītis — A klases zvaigzne, dzeltens aplītis — G klases zvaigzne, oranžs aplītis — K klases zvaigzne. Dzeltenās elipses — vaļējās zvaigžņu kopas. Eklīptika parādīta baltas svītras veidā.

Praktiskās iemaņas.

Jāprot noteikt debespuses pēc Polārzcīņznes, atrast horizontu, zenītu, azimutu, debess ziemeļpolu, augstumu, meridiānu, rīkoties ar grozāmo zvaigžņu karti, gatavot vienkāršas skices, strādāt ar skolas teleskopu un vienkāršām leņķu mērīšanas ierīcēm.

Audzinašanas mērķi.

Ieaudzinaāt apzinīgu disciplīnu, precizitāti un kolektīvismu astronomiskajos novērojumos, veidot saudzīgu attieksmi pret astronomijas instrumentiem, rosināt izziņas tieksmi.

Novērošanas plāns.

1. Pirmais novērošanas vakars (laiks: septembris—oktobris).

— Polāro zvaigznāju un dažu rudens zvaigznāju atrašana pie debess sfēras.

— Nostiprināt jēdzienus, kas nepieciešami, lai orientētos zvaigžņotajā debesī.

— Azimuta un augstuma noteikšana.

— Mēness virsmas novērošana bez un ar teleskopu.

2. Otrais novērošanas vakars (laiks: janvāris—marts).

— Galvero ziemas zvaigznāju atrašana.

— Atšķirīgo zvaigžņu krāsu noteikšana.

— Aplūkot teleskopā zvaigžņu grupas, dubultzvaigznes un miglājus.

3. Papildu novērošana.

— Venēras fāzes, Jupiters un tā mēneši.

— Saturns un tā gredzenu sistēma.

— Pavadoņu novērošana.

4. Novērošana mājas darbam.

— Kādas zvaigznes vai zvaigznāja pozīcijas maiņas novērošana noteiktā laikposmā.

— Polārzcīņznes augstuma mērīšana.

— Mēness šķietamā diametra mērīšana.

— Zvaigžņu sakārtošana pēc to šķietamā spožuma.

— Aptumsumi.

Mācību līdzekļi.

Skolas teleskops («PT»), grozāmā zvaigžņu karte, pulkstenis, lineāls, mācību grāmata, papildliteratūra.

PIRMAIS NOVĒROŠANAS VAKARS**Metodiskie norādījumi.**

— Novērošana ir obligāta astronomijas stundas sastāvdaļa.

— Tai jābūt mērķtiecīgai, jāizraisa skolēnos pārdzīvojums, tajā racionālajam jābūt apvienotam ar emocionālo.

— Novērošanas apjomu nosaka mācību programma.

Organizatoriskie norādījumi.

— Skolēniem un vecākiem izskaidrot, ka novērošana ir mācību sastāvdaļa. Skolēnos radīt piedzīvojuma gaidas.

— Instruēt skolēnus par noteikumiem, kuri jārespektē novērošanas gaitā.

— Paziņot laiku un norādīt, ka novērošanai jānotiek paredzētajā laikā, ja 30 min pirms tā nav apmācies un nav mākoņainas debesis.

— Informēt par novērošanas uzdevumiem un uzdot sagatavot mājas darbu.

— Iepazīties ar teleskopa uzbūvi un lietošanas noteikumiem.

Vakara norise.

Laika sadalījums, minūtes

- 5/5 *Skolotāja ievads.* Atkārtota instrukcija.
- 5/10 *Skolēnu darbs:* pēc Lielajiem Greizajiem Ratiem atrast Polārzcīņzni un noteikt debespuses.
- 5/15 *Skolotāja norādījumi:* Polārie zvaigznāji, Lielie un Mazie Greizie Rati, Kasiopeja. Rudenī redzami zvaigznāji — Lira (ar Vēgu), Gulbis (ar Denebu), Ērglis (ar Altairu). Vasaras trijstūris — Altairs, Denebs, Vega.
- 10/25 *Skolotāja norādījumi:* koordinātu sistēma un tās galvenie jēdzieni, to saistība ar debess sfēru.
- 5/30 *Vingrinājums:* kopīgi noteikt azimutu un augstumu divām zvaigznēm (piem., Lielo Greizo Ratu α un Kasiopejas γ).

2. kartītes turpinājums

- 25/55 *Skolēni* (1. grupa) patstāvīgi novērtē piecu do to objektu (Altairs, Vega, Mi-cars, Kapella un kāda no planētām vai Mēness) augstumu un azimutu. *Vientlaicīgi* (2. grupa) ar teleskopu tiek novērota Mēness virsma (lai labāk redzētu Mēnesi kopumā, lieto palielinājumu 40×, bet, aplūkojot atsevišķas detaļas, — 80×).
- 25/80 Jupitera un tā pavadoņu *novērošana* teleskopā (lai labāk redzētu Jupiteru kopā ar pavadoņiem, lietot mazāku palielinājumu — 28,5×).

3. kartīte

OTRAIS NOVĒROŠANAS VAKARS

Sagatavošanās.

Pēdējā mācību stundā pirms marta brīvdienām iepazīstināt ar ziemas zvaigznāju attēliem.

Mājas darbs.

Marta brīvdienās sameklēt debesis attēlos apskatītās zvaigznes un zvaigznājus. Shematiski attēlot spožāko zvaigžņu veidoto ziemas sešstūri.

Norādījumi darba veikšanai.

Uz grozāmās zvaigžņu kartes atzīmēt novērošanas laiku, nolasīt galveno zvaigžņu augstumu un azimutu, uzzīmēt to shematisku izvietojumu.

Organizatoriskie norādījumi.

Ieteicams pusei skolēnu tūlīt strādāt ar teleskopu, bet otra grupa tajā laikā veic paredzētos novērojumus. Līdz ar to skolēniem samazinās gaidīšanas laiks.

Norādījumi skolotājam.

Trešo novērojumu vakaru (maijā) organizēt pēc brīvprātības principa. Neprasīt kvalitatīti, galvenais — emocionālais pārdzīvojums.

3. kartītes turpinājums

Var piedāvāt novērot teleskopā šādus objektus:

- Saturnu (palielinājums 80×),
- zvaigžņu grupas Perseja zvaigznājā (40×),
- dubultzvaigžņu sistēmu Gulbja zvaigznājā (80×),
- Oriona miglāju (28,5×),
- Mēnesi pelnu gaismā (28,5×).

Var arī iegūt šo objektu fotogrāfijas.

Vakara norise.

Laika sadalījums, minūtes

- 2/2 *Skolotāja ievads*. Atkārtota instrukcija.
- 8/10 *Vielas nostiprināšana* ar mērķtiecīgiem jautājumiem: koordinātu sistēmas jēdziens, debespūšu noteikšana pēc Polārzvaigznes.
- 15/25 *Skolēnu ziņojums* par veikto mājas darbu. Atrast tipiskos ziemas zvaigznājus, to spožākās zvaigznes. Shematiski attēlot ziemas sešstūri.
- 15/40 *Kopīga novērošana*, pievēršot uzmanību zvaigžņu krāsai.
- 10/50 *Skolēnu darbs*. Sakārtot Oriona zvaigznes (izņemot jostas zvaigznes) pēc to šķietamā spožuma.
- 20/70 *Skolēnu darbs*. Ar teleskopu novērot dubultzvaigžņu sistēmu (aplūko Liras zvaigznāja ε, palielinājums 80×).
- 5/85 *Skolēnu darbs*. Aplūko Sietiņa zvaigznāju (28,5×).

Tālāk dots piemērs skolēna darba lapas noformējumam. To skolēni sagatavo patstāvīgi pēc dotā parauga. Novērošanas laikā tiek izdarīti nepieciešamie ieraksti. Pēc novērošanas lapas nodod skolotājam, un tās tiek novērtētas ar atzīmi.

OTRĀ NOVĒROŠANAS VAKARA DARBA LAPA

Uzvārds _____ Klase _____ Skola _____

Datums un laiks _____ (aprīļa sākums)

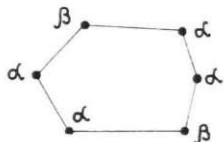
Instrumenti un palīgīdzekļi (grozāmā zvaigžņu
karte, skolas teleskops, pulkstenis, mācību
grāmata, lineāls)

Redzamība (konkrētajā novērošanas vakarā)

1. Ziemas zvaigznāji.

1) Minēt tipiskos ziemas zvaigznājus, shematiski attēlot to spožāko zvaigžņu veidoto ziemas sešstūri: (ziemas sešstūri veido

Aldebarans (Vērša α), Polluks (Dvīņu β),
Sīriuss (Lielā Suņa α), Prociens (Mazā
Suņa α), Kapella (Vedēja α), Rīgels (Oriona
 β))



2) Pēc zvaigžņu kartes novērtēt leņķisko attālumu starp Sīriusu un Procionu:

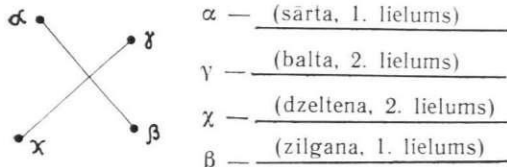
(aptuveni 22°)

2. Zvaigžņu krāsas.

1) Kā var noteikt zvaigznes krāsu?

(vizuāli, ar aci)

2) Uzzīmēt Oriona zvaigznāja tipisko četru zvaigžņu shematisko izvietojumu. Minēt zvaigžņu krāsu un lielumu:



3. Zvaigznes šķietamais spožums.

1) No kā atkarīgs zvaigznes šķietamais spožums? _____

2) Līdz kādam šķietamajam spožumam zvaigzne redzama ar neapbruņotu aci? _____

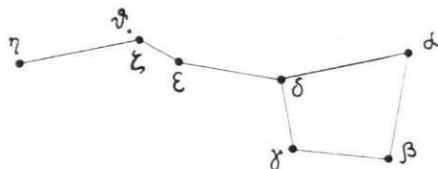
3) Sagrupēt Oriona zvaigznes pēc to šķietamā spožuma, minot spožuma vērtību:

4. Dubultzvaigznes.

1) Kādas zvaigznes sauc par dubultzvaigznēm? Minēt to veidus: _____

2) Shematiski attēlot Lielos Greizos Ratus un iezīmēt Micaram piederošo dubultzvaigzni Alkoru. Kāda ir abu šo zvaigžņu krāsa?

(abas baltas)



J. Lagzdīņš

ALGORITMISKIE UZDEVUMI AR POLIMINO

Polimino ir figūras, kas sastāv no vienības kvadrātiņiem, pie tam katram kvadrātiņam blakus atrodas vismaz vēl viens vienības kvadrātiņš, ar kuru tam ir kopēja mala. Ja figūra sastāv no n vienības kvadrātiņiem, to sauc par n -mino. Dažiem pirmajiem n tiek lietoti īpaši nosaukumi: piemēram, ja $n=2$, tad attiecīgo 2-mino sauc par domino; ja $n=3$, — par trimino; ja $n=4$, — par tetramino; ja $n=5$, — par pentamino; ja $n=6$, — par hekzamino, utt.

Viens no pirmajiem pasaulē, kas pievērsies ar polimino saistītām problēmām, ir amerikāņu zinātnieks Solomons Golombs. Viņa pirmā publikācija parādījās 1954. gādā žurnālā «The American Mathematical Monthly». Tuvāk ar šā zinātnieka pētījumiem var iepazīties viņa grāmatā, kas tulkota arī krievu valodā.*

Ar polimino saistītas daudzas spēles. Viena no izplatītākajām ir lasītājam labi pazīstamā «jūras kauja». Divi spēlētāji slepeni viens no otra iezīmē kvadrātā, kura izmēri ir 10×10 rūtiņas, iepriekš noteikta daudzuma un lieluma polimino tā, lai tiem nebūtu neviena kopēja punkta. Analizējot šo spēli, sastopamies ar interesantu problēmu — cik veidos katrs polimino iespējams? Izmantojot arī ESM, dažām n vērtībām n -mino skaits ir atrasts (sk. ta-

n	$c(n)$	n	$c(n)$	n	$c(n)$
1	1	9	1 285	17	50 107 909
2	1	10	4 655	18	192 622 052
3	2	11	17 073	19	742 624 232
4	5	12	63 600	20	2 870 671 950
5	12	13	238 591	21	11 123 060 678
6	35	14	901 971	22	43 191 857 688
7	108	15	3 426 576	23	168 047 007 728
8	369	16	13 079 255	24	654 999 700 403

bulu); ar $c(n)$ te apzīmēts dažādo n -mino skaits.

Diemžēl vēl nav atrasta formula, pēc kuras jebkuram n varētu aprēķināt $c(n)$. Par pētījumiem šajā virzienā var izlasīt jau minētajā darbā, kā arī Dāvida Klarnera sastādītajā grāmatā.*

Polimino ir interesants materiāls ārpusklases nodarbībām, lai palīdzētu jaunākā skolas vecuma bērniem apgūt dažādus matemātikas jēdzienus un veidotu viņiem algoritmisko domāšanu. Aplūkosim dažus šāda veida uzdevumu tipus.

* Голomb С. В. Полимино. М.; «Мир», 1975. 207 с.

* Сост. Кларнер Д. А. Математический цветник. М.; «Мир», 1983. 494 с.

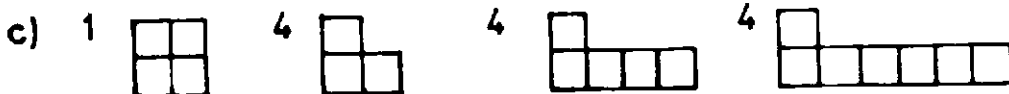
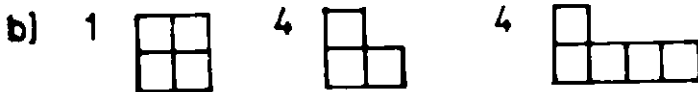
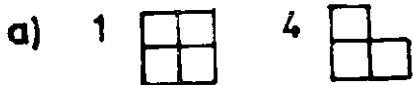
KVADRĀTA SALIKŠANA NO DOTAJIEM POLIMINO

Sie uzdevumi palīdz izveidot induktīvo un iteratīvo algoritmu izstrādes iemaņas.

1. uzdevums

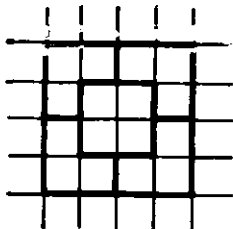
Salikt kvadrātu, ja doti šādi polimino:

Skaitlis blakus attiecīgajam polimino norāda, cik šo figūru tiek izmantots.



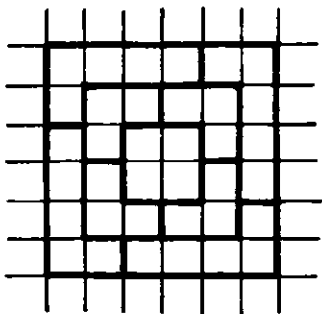
Atrisinājums

a) Sk. 1. attēlu.



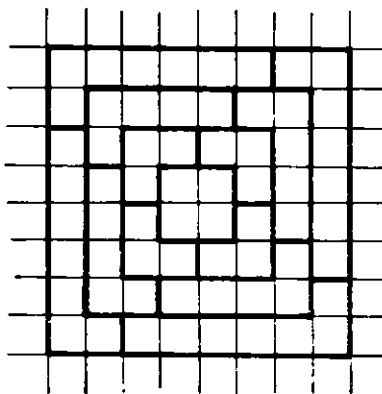
1. att.

b) Ievēro, ka var izmantot jau iepriekšējā piemērā izveidoto kvadrātu. To papildina ar iepriekš neizmantotajām figūrām, kuras «apliek apkārt» kvadrātam (2. att.).



2. att.

c) Arī te izmantojam iepriekšējā piemērā salikto kvadrātu un to papildinām pēc tāda paša algoritma kā iepriekš (3. att.).

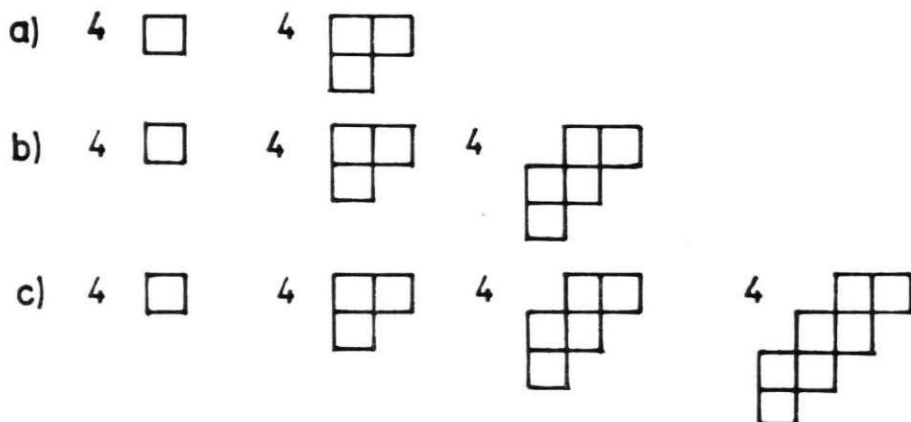


3. att.

Iesakām patstāvīgi papildināt doto polimino komplektu un izveidot jaunus kvadrātus.

2. uzdevums (patstāvīgai risināšanai)

Salikt kvadrātu, ja doti šādi polimino:



Izveidot algoritmu, pēc kura var atrisināt šos piemērus. Vispārināt uzdevumu!

3. uzdevums

Pierādīt, ka ikvienu kvadrātu, kura izmēri ir $k \times k$ rūtiņas,

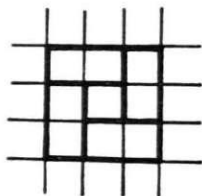
1) ja k — nepārskaitlis (pie tam $k \geq 3$), var pārklāt ar vienu monomino un vajadzīgā skaitā ņemtiem domino;

2) ja k — pārskaitlis ($k \geq 4$), nevar pārklāt ar vienu monomino un vajadzīgā skaitā ņemtiem domino.

Polimino nedrīkst iziet ārpus kvadrāta robežām.

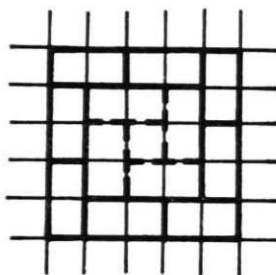
Atrisinājums

1) Vispirms aplūkosim atsevišķus gadījumus. Ja $k=3$, tad viens no iespējamiem variantiem redzams 4. attēlā. Ja $k=5$, papildinām 4. att. redzamo kvadrātu (sk. 5. att.). Pierādījums tam, ka jebkuram nepārskaitļa k tas



4. att.

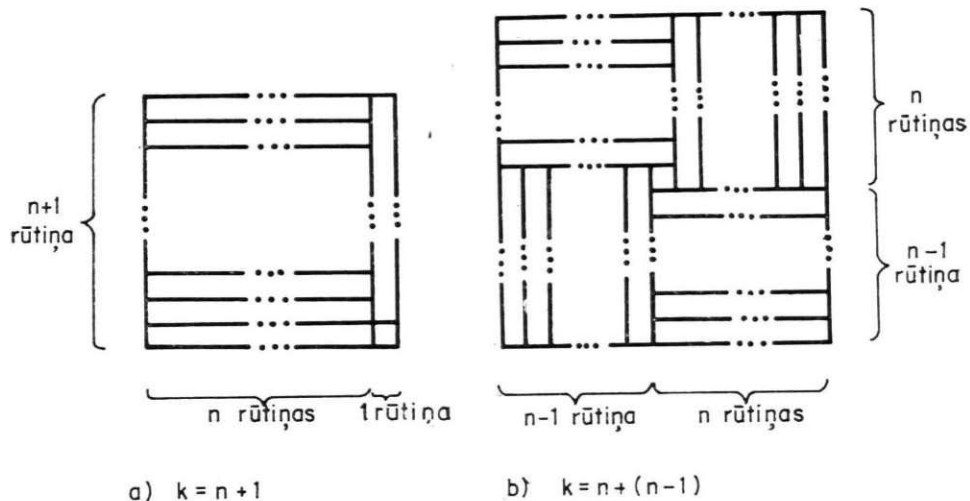
ir iespējams, izriet no teorēmas, ievietojot $n=2$. (Teorēma un tās pierādījums dots pēc uzdevuma.)



5. att.

2) Kvadrāts, kura izmēri ir $k \times k$ rūtiņas, satur k^2 rūtiņas. Tā kā k — pārskaitlis, t. i., tas uzrakstāms formā $k=2m$, tad kopējais rūtiņu skaits $k^2=4m^2$ arī ir pārskaitlis. Atbilstoši uzdevuma noteikumiem, kvadrātā noteikti jāievieto viens monomino. Atliek $4m^2-1$ rūtiņa, t. i., nepāra skaits. Katrs domino pārklāj divas rūtiņas, tāpēc visi kopā pārklās pāra skaitu rūtiņu. Tātad vajadzīgajā veidā kvadrātu pārklāt nav iespējams.

Šo uzdevumu vispārinot un ņemot domino vietā trimino, tetramino utt., var iegūt šādu **teorēmu**. Dots naturāls skaitlis $n \geq 2$; pierādīt, ka ikvienu kvadrātu, kura izmēri ir

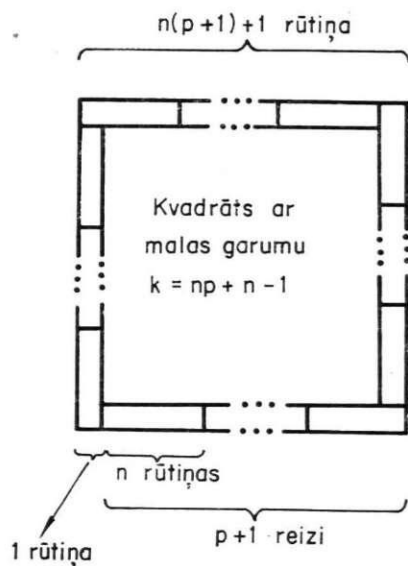


6. att.

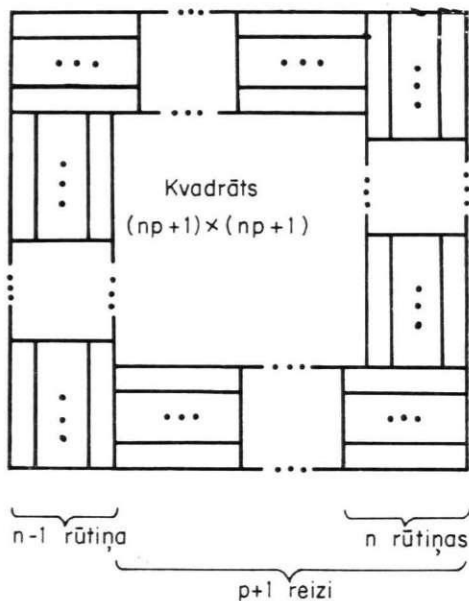
$k \times k$ rūtiņas ($k = n \cdot m + 1$ un $k = n \cdot m + (n - 1)$; $m \in \mathbb{N}$), var pārklāt ar vienu monomīno un vajadzīgā skaitā ņemtiem n -mino, kuru izmēri $n \times 1$; polimīno neiziet ārpus kvadrāta robežām.

Pierādījums. Pierādījumu veic, izmantojot matemātisko indukciju.

Indukcijas bāze. $m = 1$, tātad kvadrāta izmēri ir $k \times k$, kur $k = n + 1$ un $k = n + (n - 1)$.



7. att.



8. att.

Sajā gadījumā kvadrātus var pārklāt, kā parādīts 6. attēlā.

Induktīvā pāreja. Pieņemsim, ka tad, ja $m=p$ un kvadrātu malas garums ir $k=n \cdot p + 1$ un $k=n \cdot p + (n+1)$, kvadrātus var pārklāt ar vienu monomino un vajadzīgajā skaitā nēmtiem n -mino, kuru izmēri ir $n \times 1$. Jāpierāda, ka tādā gadījumā arī tad, ja $m=p+1$, iespējams pārklāt attiecīgos kvadrātus, t. i., tādus, kuru malas garums ir $k=n(p+1)+1$ un $k=n(p+1)+(n-1)$. Tā kā atļautais monomino ir jau izmantots, atliek tikai figūrās $n \times 1$. Konstrukcija parādīta 7. attēlā.

Līdzīgi rīkojamies ar otru kvadrātu. Tā konstrukcija redzama 8. attēlā. Kvadrāta mala $k=n(p+1)+(n-1)$.

Ieteicams lasītājam mēģināt patstāvīgi pierādīt: ja ir fiksēta skaitļa n vērtība, tad pārējām k vērtībām kvadrātus pēc dotajiem nosacījumiem nav iespējams izveidot.

PĀRKLĀJUMA NEIESPĒJAMĪBAS UZDEVUMI

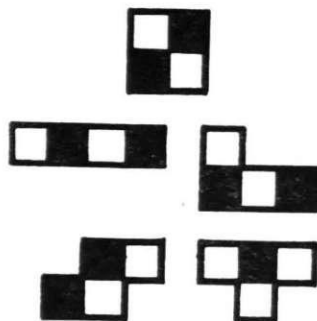
Iepriekšējos uzdevumos bija jāizveido pārklāšanas algoritmi. Šeit aplūkosim uzdevumus, kuros pārklājumus nav iespējams izveidot. Pierādījumos izmantoti galvenokārt dažādi figūru iekrāsojumi un ar tiem saistītie invarianti. Ar invariantu metodi var iepazīties E. Riekstiņa, A. Andžāna grāmatā «Atrisini pats!» (R., «Zvaigzne», 1984).

1. uzdevums

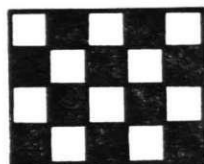
Pierādīt, ka, izmantojot visu iespējamo tetramino formu komplektu, nevar salikt taisnstūri.

Atrisinājums

Pieņemsim, ka taisnstūri var salikt. Tam tad jā sastāv no $4 \cdot 5 = 20$ rūtiņām, jo ir pieci dažādi tetramino (9. att.). Tātad taisnstūra izmēri var būt vai nu 2×10 rūtiņas, vai 4×5 rūtiņas (1×20 nevar būt, tas izriet no tetramino formas). Iekrāso taisnstūrus kā šaha galdiņu (10. att.). Izrādās, ka jebkurā gadījumā četri no šiem tetramino pārklāj divas iekrāsotas rūtiņas, t. i., pāra skaitu, bet piektais — vai nu vienu, vai trīs iekrāsotās rūti-



9. att.



10. att

ņas, t. i., nepāra skaitu. Līdz ar to komplekts kopumā pārklāj pāra+pāra+pāra+pāra+nepāra=nepāra skaitu iekrāsoto rūtiņu, bet abi iespējamie taisnstūri satur pāra skaitu (tieši 10) iekrāsotu rūtiņu.

Iegūta pretruna. Tātad no šiem tetramino taisnstūri salikt nav iespējams.


2. uzdevums

Kvadrātu 10×10 rūtiņas Jānis izveidoja, izmantojot figūru komplektu, kas sastāv no

dažiem tetramino  un pārējiem

tetramino  . Vēlāk, kad Jānis

atkal gribēja izveidot šo kvadrātu ar iepriekšējo figūru komplektu, izrādījās, ka viens

tetramino  ir pazudis. To aizstāja

ar tetramino  . Vai Jānis

tagad varēs izpildīt uzdevumu?

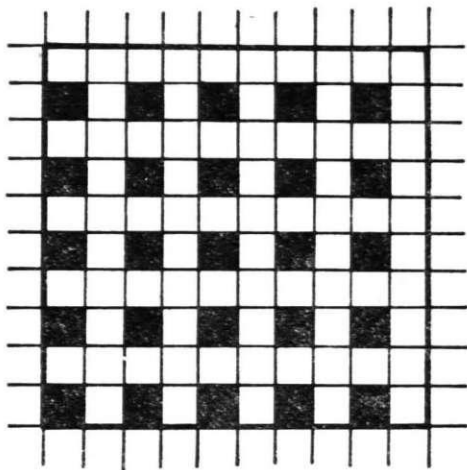
Atrisinājums

Nevarēs. Pierādīsim divus šādus apgalvojumus:

1) doto uzdevumu var izpildīt, ja tetramino 2×2 ir ņemti nepāra skaītā;

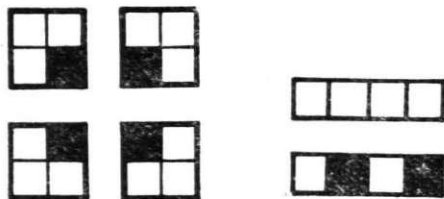
2) doto uzdevumu nevar izpildīt, ja tetramino 2×2 ir ņemti pāra skaītā.

Par pirmā apgalvojuma pareizību mēģiniet pārliecināties patstāvīgi, uzzīmējot nepieciešamās kombinācijas. Dosim otrā apgalvojuma pierādījumu. Iekrāso kvadrātu, kā parādīts 11. attēlā. Ievērojam, ka tetramino 2×2 jebkurā novietojumā pārklāj vienu iekrāsoto



11. att.

rūtiņu (12. att.). Tā kā tiek izmantots pāra skaits šādu figūru, tad ar tām tiks pārklāts pāra skaits iekrāsoto rūtiņu. Bet tetramino 1×4 vai nu nepārklāj nevienu, vai pārklāj divas iekrāsotas rūtiņas (13. att.), t. i., pāra



12. att.

13. att.

skaitu. Neatkarīgi no tetramino 1×4 skaita ar tiem tika pārklāts pāra skaits iekrāsoto rūtiņu. Tātad ar visu figūru komplektu arī tiks pārklāts pāra + pāra = pāra skaits iekrāsoto rūtiņu. Viegli pārliecināties, ka dotajā kvadrātā iekrāsotas 25 rūtiņas. Tātad šajā gadījumā doto uzdevumu nevar izpildīt. Līdz ar to otrs apgalvojums ir pierādīts.

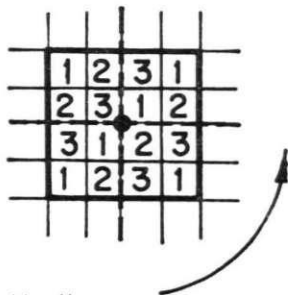
Atgriezīsimies pie sākotnējā uzdevuma. Ja jau Jānis sākumā varēja pārklāt kvadrātu, tad no iepriekš pierādītajiem apgalvojumiem var secināt, ka viņam komplektā atradās nepāra skaits tetramino 2×2 . Vienu pazaudējot, tetramino 2×2 skaits kļūst pārskaitlis. Izmantojot otro apgalvojumu, secinām, ka šādā gadījumā Jānis uzdevumu izpildīt nevar.

3. uzdevums

Vai no kvadrāta 4×4 rūtiņas var izgriezt vienu rūtiņu tā, lai atliktu šo figūru varētu pārklāt, izmantojot tikai trimino 1×3 ? Ja var, tad cik dažādos veidos?

Atrisinājums

Kvadrātu iekrāso trijās krāsās, kā parādīts 14. att. (katra krāsa apzīmēta ar savu ciparu). Tā kā katrs trimino 1×3 pārklāj tieši



14. att.

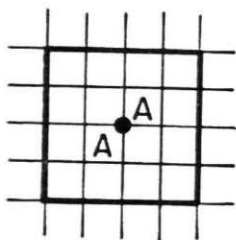
vienu katras krāsas rūtiņu, tad pārklātajā figūrā jābūt vienādam skaitam katras krāsas rūtiņu. Krāsā 1 ir iekrāsotas sešas rūtiņas, bet krāsās 2 un 3 — tikai piecas rūtiņas, tādēļ jāizgriež krāsas 1 rūtiņa.

1) Ja izgriež kādu no četrām stūra rūtiņām, tad uzdevumu var izpildīt, piemēram, tā, kā redzams 15. attēlā.

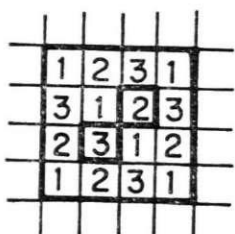


15. att.

2) Apskatām rūtiņas A (16. att.). Pagriežam 14. att. kvadrātu ap centru par 90 grādiem. Iegūstam 17. att. redzamo kvadrātu.



16. att.



17. att.

Spriežot kā iepriekš, jāsecina, ka arī šajā kvadrātā jāizgriež krāsā 1 iekrāsotā rūtiņa. No otras puses, ja sākotnējā kvadrātā var izgriezt rūtiņu A, tad arī šajā jāvar izgriezt tajās pašās vietās atrodošās rūtiņas. Bet to nevar darīt, jo pēc kvadrāta pagriešanas rūtiņas A ir viena krāsā 3, otra — krāsā 2.

Tātad uzdevumu var izpildīt tikai četros veidos, izgriežot jebkuru no stūra rūtiņām.

4. uzdevums (patstāvīgai risināšanai)

Vai no kvadrāta 5×5 rūtiņas var izgriezt vienu rūtiņu tā, lai atlikušo figūru varētu pārklāt, izmantojot tikai tetramīno 1×4 ? Ja var, tad cik dažādos veidos?

PLAKNES IEKRĀSOŠANA PĒC NOSACĪJUMIEM, KAS SAISTĪTI AR POLIMINO

Ar šiem uzdevumiem var attīstīt un nostiprināt jēdzienu par pietiekamajiem un nepieciešamajiem nosacījumiem jau 5. un 6. klases skolēniem. Katra uzdevuma atrisinājums sastāv it kā no divām daļām: no pierādījuma, ka ar mazāk krāsām nevar plakni iekrāsot, un no otra pierādījuma, ka ar doto krāsu skaitu pietiek. No algoritmiskā redzes viedokļa tie ir algoritmu optimizēšanas uzdevumi.

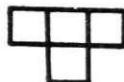
1. uzdevums

Bezgalīgā rūtiņu lapā tiek izkrāsota katra rūtiņa. Kāds mazākais skaits krāsu nepieciešams, lai ikviena no rūtiņām, ko nosedz

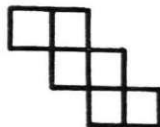
1) trimino



2) tetramino



3) heksamino



būtu nokrāsotas katra savā krāsā?

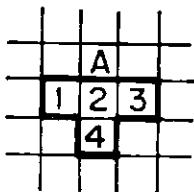
Atrisinājums

1) Trimino 1×3 sastāv no trim rūtiņām, tātad nepieciešamas vismaz trīs krāsas. Bet to, ka ar trim krāsām pietiek, var redzēt 18. attēlā (katra krāsa apzīmēta ar savu ciparu).

3	1	2	3	1	2	3
2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	1	2	3	1
3	1	2	3	1	2	3
2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	1	2	3	1

18. att.

2) Tā kā tetramino satur četras rūtiņas, ir nepieciešamas vismaz četras krāsas. Apskatām rūtiņu A 19. attēlā. Tā nedrīkst būt nevienā no iepriekš izmantotajām krāsām. Tātad nepieciešamas tomēr piecas krāsas. 20. attēlā redzams, ka ar piecām krāsām pietiek,



19. att.

lai iekrāsotu rūtiņas tā, kā prasa uzdevuma nosacījumi.

3) Iesakām patstāvīgi pārlicināties, ka šīs krāsas ir nepieciešamas un pietiekamas, lai izpildītu uzdevuma prasību.

Patstāvīgi var izvēlēties jebkuru polimino un izveidot līdzīgus uzdevumus.

1	2	3	4	5	1	2	3	4
4	5	1	2	3	4	5	1	2
2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	1	2	3	4	5	1	2	3
3	4	5	1	2	3	4	5	1
1	2	3	4	5	1	2	3	4

20. att.

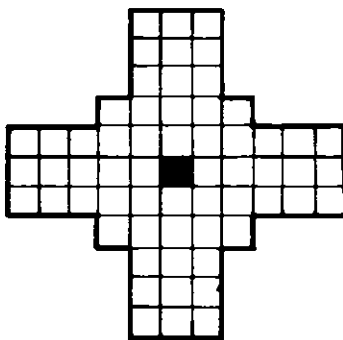
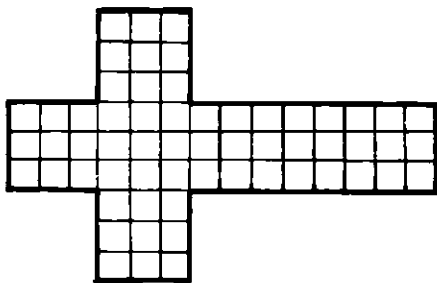
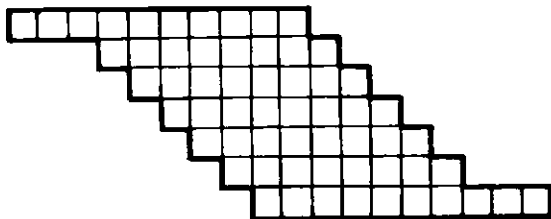
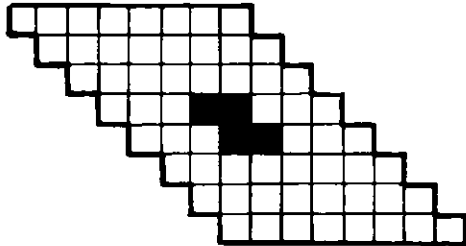
DAŽU LĪDZ ŠIM NEATRISINĀTU PROBLEMU ATRISINĀJUMI

S. Golombs iepriekš minētajā grāmatā piedāvā vairākus uzdevumus, kuriem nav dots atrisinājums. Dažus no tiem ir izdevies atrisināt.

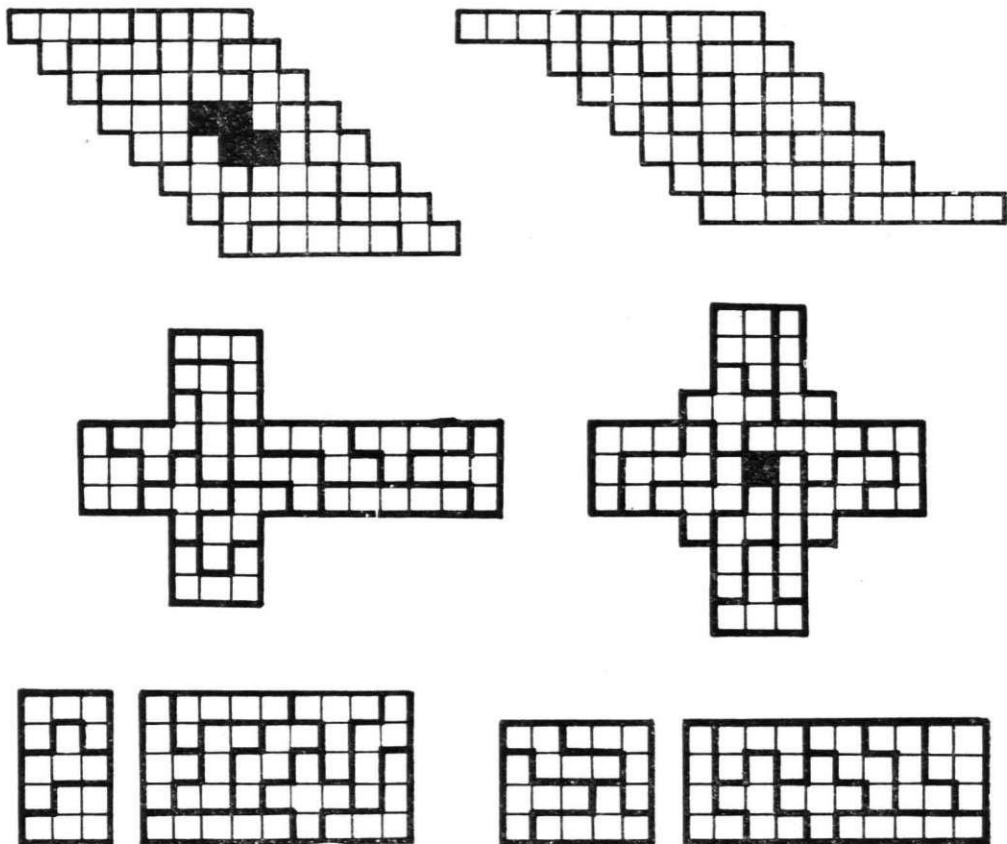
Uzdevumi

Izmantojot pilnu dažādu pentamino komplektu,

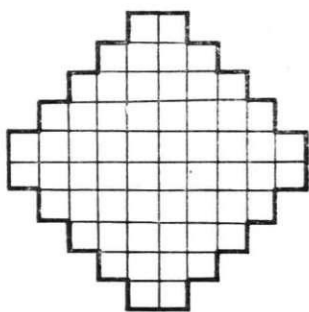
1.—4. ... pārklāt 21. attēlā parādītās figūras,



21. att.



22. att.



23. att.

5. ... pārklāt vienlaicīgi divus taisnstūrus — 3×5 un 5×9 rūtiņas,

6. ... pārklāt vienlaicīgi divus taisnstūrus — 4×5 un 4×10 rūtiņas.

(Atrisinājums dots 22. attēlā.)

Iesakām mēģināt patstāvīgi atrisināt pārējos vēl neatrisinātos uzdevumus. Daži no tiem:

7. Izmantojot pilnu dažādu pentamino komplektu, pārklāt 23. attēlā redzamo figūru.

8. Izmantojot pilnu pentamino komplektu, pārklāt vienlaicīgi divus taisnstūrus — 4×5 un 5×8 rūtiņas.

9. Tas pats taisnstūriem 2×10 un 5×8 rūtiņas.



ZIBENS CAURULES

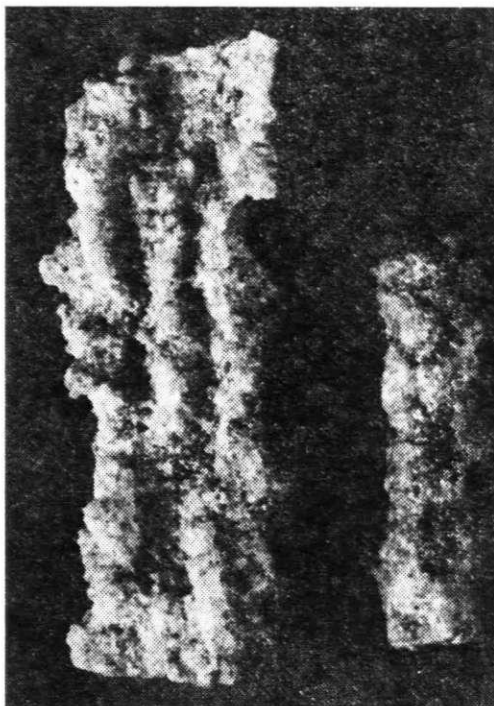
Dažādu atmosfēras procesu rezultātā tās augšējos slāņos var rasties elektriskie lādiņi ar vairāku miljonu voltu lielu potenciālu starpību pret Zemi. Tiem izlādējoties, Zemes virzienā triecas zibens, kura ātrums ir vairāki kilometri sekundē. Šī varenā dabas parādība devusi cilvēcei uguni, bet nesusi arī postu.

Dažkārt zibens iedarbība nebeidzas zemes virspusē, zibens var iet dziļumā, atstājot nelielas sazarotas caurulītes — jūlguritus jeb tā sauktās zibens caurules. Fulguriti rodas, ja zibens iesper smilšainā vietā. Irdenās smiltis ir visai niecīga pretestība zibenim ceļā uz gruntsūdeni. Zibens sava lielā mehāniskā spēka dēļ var ieurbties dziļi zemē. Vairākos dabas muzejos ir eksponētas līdz 10 m garas un vairākus centimetrus platas zibens caurules. Caurules vidū visā garumā vienmēr ir šaurs gluds kanāls.

Zibens temperatūra var būt ap 10 000°C, un isajā saskares brīdī ar smiltīm siltuma apmaiņa ir pietiekami liela, lai tiktu pārsniegta kvarca SiO₂ — smilšu pamatvielas — kušanas temperatūra (1705°C).

Parasti zibens gājis zemē vertikāli, bet dažkārt gadās atrast zibens caurules, kas ved ieslīpi. Zemes pretestība dažādā dziļumā ir dažāda, un līdz ar to caurule vietām var būt resnāka, vietām — tievāka, tai var būt izvīrzes sānos, gadās arī, ka zibens ir sazarojies. Tā kā izkusušais kvarcs ir visai trausls, reti izdodas izrakt no zemes veselu cauruli pilnā tās garumā, parasti tā sadrūp sīkos gabalos. Pa lielāku daļu gan zibens caurules vispār paliek nepamanītas.

1868. gadā smilšu kāpās aiz Spīļves atrada zibens cauruli, un Rīgas Dabas pētnieku biedrības muzeja kolekcijai tika nodots 12 cm



Zibens caurules fragmenti, kas 1904. gadā atrasti Ropažu stacijas tuvumā.

garš paraugs. Caurules ārējais diametrs bija 3 cm, bet iekšējais diametrs platākajā vietā — 16 milimetru. Iekšējā virsma bija gluda un pilnīgi pārstiklota, ārpusē nelīdzena un klāta ar piekusušiem smilšu graudiņiem.

Līdzīgas zibens cauruļu daļas atrastas arī Piņķos kādā ar priedēm apaugušā smilšu uzkalniņā.

(Raksta nobeigumu sk. 55. lpp.)

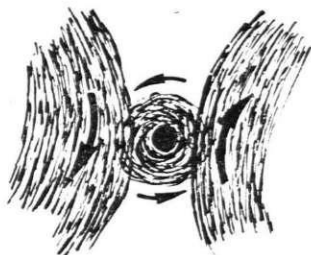


NEATRISINĀTAS KOSMOLOĢIJAS PROBLĒMAS

Jaunākie pētījumi astronomijā ļauj izsekot kosmosa attīstībai no Visuma sākuma. Taču, jo detalizētāku ainu mēs vēlamies iegūt, jo vairāk problēmu rodas, un daļa to vēl joprojām nav atrisinātas.

No daudzajām neatrisinātajām kosmoloģijas problēmām šajā rakstā tiek izraudzītas trīs, kuras, iespējams, ir savstarpēji saistītas: galaktiku veidošanās, galaktiku kopu struktūra un procesi kvazāros un aktīvo galaktiku kodolos.

Atbilstoši klasiskajai teorijai, galaktikas veidojušās no Lielā Sprādziena radītiem matērijas sablīvējumiem, t. s. protogalaktikām. Kā radušies šie galvenokārt udeņraža un hēlija sablīvējumi, vēl arvien nav skaidrs. Telpai izplešoties, drīzāk var sagaidīt matērijas izkliedēšanos, nevis koncentrēšanos. Daži teorētiķi, kā, piemēram, K. Veiczekers, pieņem, ka kosmosa evolūcijas pirmsākumā matērijā veidojušies virpuļi, kuru rezultātā radušies «mezglu punkti» — protogalaktiku aizsākums



1. att. «Mezglu punktu» — protogalaktiku rašanās virpuļu rezultātā. Bet no kurienes rodas virpuļi?

(1. att.). Taču neskaidra paliek pašu virpuļu izcelsme. Dažas daudzsološas idejas var rast inflācijas Visuma teorijā, tomēr arī tā nespēj dot apmierinošu skaidrojumu.

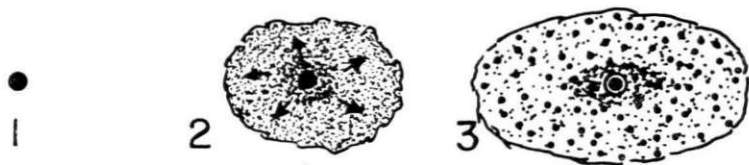
Savukārt protogalaktikām sablīvējoties, radās protozvaigznes, bet, koncentrācijai turpinot augt, izveidojās zvaigznes un kodoli (2. att.). Talākā attīstība atkarīga no protozvaigžņu masas. Zvaigznēs, kurām ir maza masa, udeņraža pārvēršanās hēlijā notiek ļoti lēni, tādēļ jāsecina, ka daudzām no tām vēl tagad jāpieder pie pirmās paaudzes zvaigznēm. Daudzi astronomi domā, ka šo zvaigžņu vecums pielidzi-

nāms visa kosmosa vecumam. Teorētiski šajās zvaigznēs vēl nevar būt izveidojušies smagie elementi, bet tas ir pretrunā ar novērojumiem, jo šo zvaigžņu spektros atrastas smago elementu pēdas. Tiesa, salīdzinājumā ar udeņradi un hēliju to ir maz, bet smago elementu savstarpējās attiecības ir visai līdzīgas to attiecībām īsu laiku dzīvojošās zvaigznēs, kurām ir liela masa. Vidējas masas protozvaigznes savā attīstībā nonāk līdz baltajiem punduriem, kuru čaulā iespējami smagie elementi, to vidū arī dzelzs. Taču teorija paredz nevienmērīgu to sadalījumu. Un pēdējais protozvaigžņu tips ir lielas masas zvaigznes, kurās udeņradim ātri jāpārvēršas hēlijā: Pēc tam seko gravitācijas kolapss (supernova). Teorētiski šajās jaunajās zvaigznēs iespējami nevienmērīgi sadalīti daudzi smagie elementi. Novērojumi gan uzrāda smagos elementus, taču — vienmērīgi sadalītus. Līdz ar to rodas divi svarīgi jautājumi: 1) no kurienes rodas smagie elementi vecajās zvaigznēs un 2) kāpēc smagie elementi ir vienmērīgi sadalīti?

Var pieņemt, ka smagie elementi vecajās zvaigznēs



2. att. Koncentrācijai augot, no protogalaktikas (1) rodas zvaigznes (2) un galaktikas kodols (3).



3. att. Galaktiku veidošanās no kodola: 1 — kvazārs, 2 — matērijas izsviešana, 3 — galaktika ar zvaigznēm.

rodas vēl neiepazītu procesu rezultātā, bet vienmērīgo sadalījumu var mēģināt skaidrot ar šo elementu izcelsmi ārpus zvaigznes — starpzvaigžņu telpā vai galaktiku kodolos. Bez tam jāpieņem arī, ka lielas masas protozvaigznes ir reta parādība, tādēļ supernovas novēro reti. Katrā ziņā pašreiz konstatēto smago elementu daudzumu nevar izskaidrot ar supernovām.

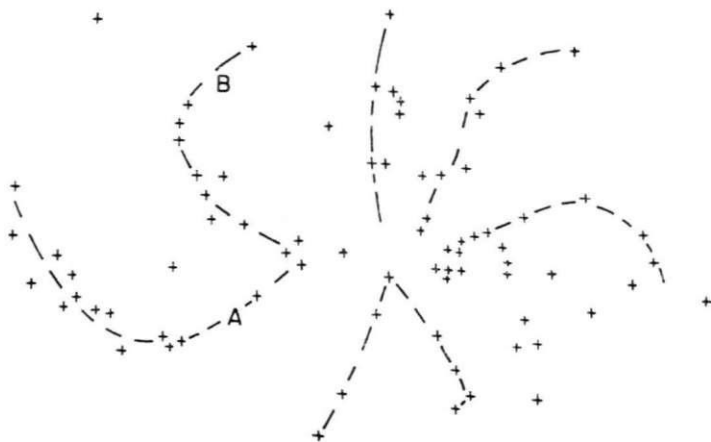
Lai pārvarētu šīs pretrunas, es 1951. gadā izvirzīju pieņēmumu, ka galaktiku sākums meklējams nevis tradicionālajā protogalaktikas modelī, bet gan īpašā «matērijas avotā», kas atrodas galaktiku kodolā. Šis pieņēmums ir daudzkārt aplūkots dažādu valstu zinātniskajā presē. Tagad līdzīga hipotēze izsaka arī amerikāņu astronomi Lous un Ārps un

padomju astrofizikis Ambarcumjans.

Kvazāru atklāšana šo hipotēzi apstiprina. Tā kā kvazāri ir novērojami tikai lielā attālumā, mēs redzam to pagātni, t. i., redzam kosmosa attīstības sākumfāzi. Milzīgā enerģija un matērijas izdalīšanās, kā, piemēram, 3C 273 kvazārā, varēja veicināt smago elementu rašanos un vienmērīgu sadalīšanos kvazāra robežapgabalos. No kvazāriem izdalītā matērija ar smagajiem elementiem tajā tālākajā attīstības fāzē varēja radīt zvaigznes kvazāru apkārtnē (3. att.) un spirāles formu. Arī jaunu «meitas» galaktiku veidošanās nav pretrunā ar Ambarcumjana teoriju.

Vēl arvien neatrisināts ir jautājums par galaktiku kopas struktūru. Autors izstrādājis metodi, kas dod iespēju

noskaidrot līdzīgu galaktiku piederību pie spirāles zariem. Pēc galaktiku kopas attēliem nevar noteikt tās struktūru. Tad dotajā galaktikā tiek izvēlēti vairāki desmiti objektu (galaktikas) ar līdzīgām fizikālajām īpašībām (viena spektra klase, vienāda sarkanā nobīde, vienādi absolūtie zvaigžņlielumi). Sajā izlasē jau ir samanāmas noteiktas struktūras (spirāles zari) pēdas. Lai izslēgtu subjektīvo momentu, attēls tiek matemātiski apstrādāts. Attēlu sadala sektoros, un katrā sektorā iezīmē viduslīniju. Tad katrai galaktikai var noteikt vietu x_v , kur tā atrastos, ja būtu vienmērīgs sadalījums. Pakāpi galaktikas piederībai pie spirāles zara var noteikt ar attiecību $n = (x_v - x) / (x_v - x_0)$, kur x ir patiesā galaktikas atrašanās koordināta, bet x_0 — vi-



4. att. Ar vienādām fizikālajām īpašībām apveltītu galaktiku izvietojums Jaunavas zvaigznāja kopā. A un B ir spirāles zari.

duslīnijas koordināta. Jo tuvāks vienam ir n , jo augstāka ir galaktikas piederības pakāpe pie spirālēs zara.

Ar šo metodi tika izpētītas 12 galaktiku kopas. Praktiski visos gadījumos tika atrasti spirālēs zari, kuri iziet no viena centra (4. att.). Piemēram, Jaunavas zvaigznāja kopas izpēte rāda, ka tai n ir robežās no 0,79 līdz 0,81. Ciktāl šis rezultāts atbilsta matērijas avotu teoriju, paliek neskaidrs.

Nākamā vēl nenoskaidrotā problēma ir milzīgās enerģijas ģenerēšanās kvazāros un galaktiku kodolos. Daudzkārt izteiktais pieņēmums, ka šeit ir runa par milzīgiem melnajiem caurumiem, nav brīvs no iekšējām pretrunām. Kaut gan ar apkārtējās matērijas ieplūšanu melnajā caurumā samērā labi izskaidrojama enerģijas bilance, problemātiska ir šo veidojumu eksistence galaktiku attīstības sākumā. Arī lielu matērijas daudzumu izgrūšana no kvazāriem un galaktiku kodoliem pēc šīs teorijas paliek nenoskaidrota. Tāpat pretrunas atrodamas pieņēmumos par supernovu eksploziju ķēdes reakciju, par matērijas un par neitrino reakcijām. Pirmajā gadījumā jāpieņem, ka pastāv liels skaits supernovu, bet prakse to neapstiprina; otrajā gadījumā nav skaidrs, kāpēc matērijas un antimatērijas sadursme notiek tikai atsevišķās telpas vietās. Kā iespējams var aplūkot mazo «Lielo Sprādzienu» procesu, kas ir līdzīgi Lielajam Sprādzienam. Kaut gan tādejādi faktiski viens nezināmais tiek aizstāts ar citu nezināmo. Ar papildu pieņēmumiem, šķiet, izeja meklējama inflācijas Visuma teorijā. Taču pašreiz enerģijas ģenerēšanās kvazāros un galaktiku kodolos jāuzlūko par vēl neatrisinātu problēmu.

P. Osten-Zakens

GALAKTIKAS CENTRĀ DZIMST ZVAIGZNES

Pēdējos desmit gados pētnieku uzmanību arvien vairāk saista norises galaktiku centros. Tur lielas masas un liela blīvuma apstākļos tiek ģenerēti dažādu veidu (dažkārt pārsteidzoši lielas intensitātes) starojumi. Arī mūsu Galaktikas centrā pastāv ekstrēmi fizikālie apstākļi.

Pirms dažiem gadiem tika izteikta doma, ka Galaktikas centrā notiek zvaigžņu ģenēze (tāpat kā spirāliskās galaktikās ar spožu gaišzilu kodolu). PSRS ZA korespondētājloceklis I. Sklovskis vienā no saviem pēdējiem darbiem lūkojis apkopot jau iegūto informāciju un izveidot saskanīgu priekšstatu par mūsu Galaktikas centra struktūru un procesiem tajā.

Pēc I. Sklovskā uzskata, pati piemērotākā vieta zvaigžņu ģenerācijai ir molekulārās gāzes un putekļu gredzens Galaktikas plāknē ap kodolu. Gredzena rādiuss ir ~ 2 pc, masa $\sim 100\,000 M_{\odot}$, temperatūra 200—300 K. Gāzes blīvums te ir $\sim 10^5$ cm $^{-3}$. Gredzena veidojošo mākoņu ātrumu dispersija sasniedz simtiem kilometru sekundē.

Jau pati gredzena eksistence liecina, ka tā centrā nepārtraukti darbojas kāds spēks, kurš «izmēž» starpzvaigžņu gāzi no Galaktikas centra un liedz tajā koncentrēties molekulārajiem mākoņiem. Acīmredzot šis spēks ir zvaigžņu vējš. Šo domu apstiprina Galaktikas centra apgabalu spektrālie novērojumi — te konstatētas platas (ātruma dispersija ~ 700 km/s) He līnijas, kurām viļņa garums $\lambda = 2,06$ mikrometri. Tas norāda uz masas plūsmu no Galaktikas centra. Šās plūsmas

lielums ir $10^{-4} - 3 \cdot 10^{-2} M_{\odot}$ gadā. Šāds gāzes vēja spiediens ir pietiekams, lai veidotos minētais gredzens un tā mākoņi tiktu atturēti no krišanas uz centru.

Tā kā šie gāzes mākoņi ir blīvi un samērā auksti, tajos liela nozīme ir gravitācijas spēku darbībai — var veidoties tumšās globulas un protozvaigznes. Bet gredzenā izveidojušās globulas evolūcijas agrīnajā fāzē zaudē saistību ar savu dzimto gāzes un putekļu vidi. Tad zvaigžņu vēja spiediens uz tām vairs neiedarbojas un tās izkrit no gredzena kā lietus piles no mākoņa. Ja ir spēkā iepriekš minētie gredzena parametri, šim procesam vajadzīgi tikai kādi 20 000 gadi. Pamekušās dzimto gredzena, globulas un protozvaigznes izveido sfērisku telpisko sadalījumu, kuram raksturīga ievērojama koncentrācija uz Galaktikas centru. Ceļojot telpā, tās turpina evolucionēt. Pašas masīvākās kļūst par karstajām OB tipa zvaigznēm. To ultravioletais starojums tad arī ir galvenais gāzes jonizācijas avots Galaktikas centrā. Lai pastāvētu šai apgabalā novērotā jonizācijas pakāpe, pietiek tikai ar apmēram 100 šādām zvaigznēm. Bez tam novērojumi infrasarkanajā diapazonā (2,2 μ m) liecina, ka Galaktikas centrā ir tumšās globulas, kopskaitā ap 10—20. Arī radioastronomiskie novērojumi rāda, ka blakus Galaktikas centram (abpus tam) ir kompakti jonizētā ūdeņraža apgabali, kuras acīmredzot ierosina tajos esošās karstās OB zvaigznes. Nav izslēgts, ka tie ir jauni masīvi objekti, varbūt pat jau protozvaigznes, kas izkritušas no dzimtā mākoņa.

Tālāk. Ja centrā ir ap 100 masīvu karsto zvaigžņu, tad vidēji ik 10 000 gados tur jāuzliesmo kādai pārno-

vai. Un patiešām, Galaktikas centra apvidū novēro radiostarojuma avotu Sgr A — pārnovas atlieku. Šim objektam radniecīgi ir rentģenstarojuma avoti Cyg X-1, Sco X-1, Cen X-3, SS 433. Tās ir masīvas, kompakts dubultsistēmas; acimredzot arī Sgr A kādreiz bijusi dubultsistēma, bet viens tās komponents jau spējies evolucionēt par pārnovu. I. Sklovskis apraksta arī citas radiostarojuma un infrasarkanā starojuma īpatnības, kas novērojamas Galaktikas centrā un liecina par aktīviem zvaigžņu veidošanās procesiem. Viņš uzsver, ka jaunās atziņas ir kļuvušas iespējamās tikai pašā pēdējā laikā, kad pētnieku rīcībā ir iekārtas novērojumiem radio un infrasarkanajā diapazonā ar augstu izšķirtspēju: radio un tuvējā infrasarkanajā diapazonā tā sasniedz 1", bet tālajā infrasarkanajā diapazonā ($\lambda=50-100 \mu\text{m}$) — 0,5". Šāda informācija ir kvalitatīvi jauns etaps Galaktikas centra pētījumos, jo centra optisko starojumu taču pilnīgi absorbē tumšā viela. Pirmo reizi ir radusies iespēja izprast Galaktikas centra struktūru un fizikālo dabu.

Tātad, pēc J. Sklovskā domām, Galaktikas centrā notiek nepārtraukta zvaigžņu ģenēze, kas ilgst jau vismaz vairākus miljardus gadu. Šo ģenēzi acimredzot uztur nemitīgā gāzes plūsma no evolucionējušām Galaktikas halo zvaigžnēm. Notiek īpatnēja mijiedarbība: plūsma no Galaktikas halo vērsta uz centru, bet pašā centrā pastāv pretēja virziena gāzes plūsma, kuras tiešais cēlonis ir jaundzimušās zvaigznes un tiešās sekas — gāzes un putekļu mākoņu gredzens ap Galaktikas centru.

N. Cimachoviča

GALAKTIKAS CENTRĀ — SUPERZVAIGZNE VAI MELNAIS CAURUMS?

Jautājums par Galaktikas centru, tā uzbūvi un fizikālo dabu ir intriģējošs un jo-projām ļoti aktuāls. Pēdējā laikā interese par to vēl palielinājusies, — gan tādēļ, ka daudzas galaktikas uzrāda intensīvas aktivitātes pazīmes, kuru cēlonis, kā noskaidrojies, ir vēl maz izpētīti milzīgu enerģiju ģenerējoši procesi to kodolos, gan arī tādēļ, ka liecības par līdzīgu, bet, protams, mērogos daudz mazāku aktivitāti konstatētas arī mūsu Galaktikas centra novērojumu rezultātā.

Tā kā Galaktikas centru aptver bieži, neaurskatāmi kosmisko putekļu mākoņi, tā novērošanā nevar lietot visvairāk apgūtās un līdz ar to visefektīvākās optiskās astronomijas metodes. Taču šie putekļu mākoņi nav šķērslis radioviļņiem un pa daļai arī infrasarkanajiem stariem, kas tādēļ ir galvenie informācijas avoti par šo savdabīgo veidojumu. Novērojumi rāda, ka, līdzīgi daudzām citām galaktikām, mūsu Galaktikas centrā atrodas ļoti kompakts maza izmēra kosmiskais ķermenis, tā sauktais kodols, kura uzbūves un aktivitātes cēloņu noskaidrošana ir viens no svarīgākajiem mūsdienu astrofizikas uzdevumiem.

Galaktiku kodolu uzbūves un aktivitātes izskaidrošanai izvirzītas vairākas hipotēzes.¹ Pašlaik dominējošās ir galvenokārt divas: vienas pamatā ir uzskats, ka Galaktikas centrā atrodas melnais caurums, otras — ka Galaktikas centrā ir superzvaigzne².

Nesen jaunu ļoti vērtīgu informāciju par Galaktikas

centru devuši novērojumi infrasarkanā staru diapazonā. Grupa angļu, holandiešu un amerikāņu astronomu (T. R. Gebols u. c.) Galaktikas centra jeb IRS 16 infrasarkanajā spektrā³ atklājuši platas hēlija un ūdeņraža līnijas: He līniju, kuras viļņa garums ir 2,06 μm (20600 Å), un H Breketa sērijas līnijas, kurām viļņa garums ir 4,05 μm (40500 Å) un 2,17 μm (21700 Å). Pēc līnijas platumā var spriest, ka izstarojošo atomu haotiskās kustības ātrums ir apmēram 700 km sekundē.

Detalizētāka iegūto novērojumu datu interpretācija tomēr visai pamatoti liek domāt, ka no Galaktikas centra nepārtraukti iztek viela, kurai ir apmēram normāla hēlija un ūdeņraža atomu attiecība, t. i., ka no Galaktikas centra «pūš» Galaktikas vējš (analogi kā no Saules — Saules vējš), aiznesot no kodola ap $10^{-4}-10^{-2} M_{\odot}$ (Saules masas) gadā. Līdzīgus datus ieguvusi cita zinātnieku grupa (I. Getlijs u. c.), kas novēroja ūdeņraža molekulu starojumu spektra līnijās ap 2 pc attālumā no Galaktikas

¹ Sīkāk sk., piemēram, Balklavs A. Galaktikas kodolos — baltie vai melnie caurumi? — Zvaigžņotā Debess, 1976. gada rudens, 1.—9. lpp.; Balklavs A. Jauni pētījumi un atziņas par Galaktikas kodolu. — Zvaigžņotā Debess, 1976. gada vasara, 9.—11. lpp.

² Par superzvaigžnēm sk. Balklavs A. Superzvaigznes. — Zvaigžņotā Debess, 1964. gada rudens, 1.—9. lpp.

³ IRS 16 (no angļu val. *infra-red source* — infrasarkanā starojuma avots) ir Galaktikas centra apzīmējums kosmisko infrasarkanā starojuma avotu katalogā.

centra un izskaidroja šo molekulu ierosmi ar sadursmēm starp aukstajām gāzes molekulām un no Galaktikas centra plūstošajām «karstajām» Galaktikas vēja daļiņām, kuru kustības ātrums ir apmēram 750 km/s, pie kam masas zudumu temps ir ap $3 \cdot 10^{-3} M_{\odot}$ gadā.

Šeit, šķiet, būtu vietā neliela, bet visai interesanta un pamācoša atkāpe. Pirmajos Galaktikas centra novērojumos infrasarkanajā spektra diapazonā, ko 1982. gadā veica divas grupas ārzemju astronomu, tika reģistrēta tikai jau minētā platā hēlija līnija, kuras viļņa garums ir 2,06 mikrometri. Udeņraža Breketa sērijas līnijas, kurām būtu līdzīgi viļņa garumi, netika atklātas. Pamatoties uz šiem datiem, D. Hols secināja, ka avotā IRS 16 pastāv anomāli augsta hēlija koncentrācija ($\text{He}/\text{H} > 500$), un šis secinājums teorētisko domu, resp., šo datu teorētisko interpretāciju, uz kādu laiku novirzīja nepareizā gultnē. Tā, piemēram, lai izskaidrotu tik augstu hēlija saturu, tika izvirzītas un izstrādātas hipotēzes par hēlija zvaigznes destrukciju ļoti masīva melnā cauruma intensīvo gravitācijas lauku izraisīto paima spēku dēļ, par pirmā tipa pārnovas eksploziju Galaktikas centrā u. c. Vēlākie novērojumi pilnīgi koriģēja datus par He/H attiecību Galaktikas centrā un tādējādi radīja nepieciešamos priekšnoteikumus īstenībai vairāk atbilstošam Galaktikas centra uzbūves un tajā notiekošo procesu atainojumam. Šis piemērs vēlreiz visai uzskatāmi demonstrē, cik liela primāra nozīme pasaules izziņāšanā ir pilnvērtīgam novērojumu materiālam.

Tātad jaunie novērojumu dati ļauj pietiekami argumentēti secināt, ka pastāv tā sauktais Galaktikas vējš, un novērtēt tā ātrumu un in-

tensitāti. Šāds secinājums, kā to parādījis padomju astrofizikis L. Ozernojs, paver iespējas iegūt par Galaktikas centru un tās kodolu jaunu svarīgu informāciju. Tā, piemēram, ņemot vērā to, ka Galaktikas centrā esošais starojuma avots ģenerē ievērojamu kvantu plūsmu (šo starojuma plūsmu vērtē ap $(10-30) \cdot 10^6 L_{\odot}$; L_{\odot} — Saules ģenerētā starojuma plūsma), kas jonizē Galaktikas centrālās daļas gāzveida vielu, un to, ka šis starojums pēc spektrālā sastāva ir tuvs zvaigznes starojumam, kuras virsmas temperatūra ir ap 31 000 K, var novērtēt šā avota izmērus, resp., rādīsus. Aprēķini rāda, ka tas ir apmēram $100 R_{\odot}$ jeb $6,9 \cdot 10^{14}$ centimetru. Šis rezultāts labi saskan ar Galaktikas kodola interferometriskajiem novērojumiem, ko 1975. gadā 3,7 cm radioviļņu diapazonā veica grupa amerikāņu radioastronomu (K. Lous u. c.), izmantojot garas bāzes radiointerferometru (bāzes garums 242 km), un aprēķiniem, kurus tajā pašā gadā izdarīja pazīstamais padomju astrofizikis PSRS ZA korespondētājloceklis I. Šklovskis. Tie rādīja, ka šie izmēri ir mazāki par $3 \cdot 10^{15}$ cm (K. Lous u. c.) vai ir apmēram 10^{14} cm (I. Šklovskis). Tik maza izmēra — protams, pēc astronomijā parastām mērauklām vērtējot, — un tik intensīvi starojošs objekts, kā rāda pētījumi, var būt tikai vai nu akreācijas disks ap masīvu melno caurumu, vai arī superzvaigzne, jo vairākas atsevišķas zvaigznes tik maza mēroga apgabalā savu individualitāti saglabāt nevar.

Detalizēti analizējot abus šos variantus, L. Ozernojs nonācis pie secinājuma, ka novērojumos iegūtos Galaktikas kodola parametrus vislabāk var saskaņot, ja pa-

matojas uz superzvaigznes modeli. Ja turpretī uzskata, ka Galaktikas centrā ir melnais caurums, tad, lai šādā gadījumā izskaidrotu novēroto Galaktikas vēja intensitāti ($\sim 3 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$ /gadā), jāpieņem, ka melnā cauruma masa ir apmēram $300 M_{\odot}$ vai pat mazāka, bet tik mazas masas melnais caurums, savukārt, nevar nodrošināt nepieciešamo, arī no novērojumu rezultātu analīzes izrietošo lielo starojuma jaudu. Šis vismaz pašreiz, t. i., atbilstoši tagadējam zināšanu apjomam par melnajiem caurumiem un to apkaimē notiekošajiem procesiem, grūti pārvaramās pretrunas un nesaskaņas nepārādās, ja, kā tikko teikts, balstās uz hipotēzi par superzvaigzni Galaktikas centrā. Šādas superzvaigznes masa varētu būt ap $270-810 M_{\odot}$, bet rādiuss ap $(2,2-3,7) \cdot 10^{12}$ cm = $32-53 R_{\odot}$.

Zinot superzvaigznes masu un rādīsus, var novērtēt tās masas zudumu tempus un vielas iztecēšanas ātrumu. Izdarot attiecīgus aprēķinus, dabū, ka iespējamais vielas iztecēšanas ātrums ir apmēram 900 km/s, bet masas zudums šā iemesla dēļ veido ap $2 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$ gadā. Bez tam aprēķini rāda, ka mūsu Galaktikas centra vēja kinētiskā enerģija haotizējas, resp., pāriet jonizēto starpzvaigžņu gāzu mākoņu siltumenerģijā apmēram 2 pc attālumā no Galaktikas centra. Tā kā tāda pati attāluma vērtība, kā jau raksta sākumā minēts, izriet arī no I. Getlija grupas novērojumiem, tad tas ir visai nozīmīgs arguments, kas runā par labu hipotēzei, ka Galaktikas kodola aktivitātes cēlonis ir superzvaigzne.

Un tomēr jautājums par Galaktikas centrā esošā objekta fizikālo dabu vēl nav galīgi izšķirts, jo gan diez-

gan lielās novērojumu neprecizitātes, gan arī pietiekami drošas informācijas trūkums par dažiem būtiskajiem Galaktikas centra fizikālajiem parametriem, ko pašreizējos aprēķinos aizstāj ar vairāk vai mazāk spekulatīviem novērtējumiem, pilnīgi neizslēdz arī alternatīvās hipotēzes (resp., ka Galaktikas centrā ir melnais caurums) pamatošanas un tālākas izstrādāšanas iespējas. Ļoti svarīgu informāciju

par Galaktikas vēja parametriem, kā norāda L. Ozerņojs, varētu dot šā vēja radiostarojuma spektra pētījumi ar augstu frekvenču un leņķisko izšķirtspēju. Ja tie būtu pietiekami precīzi, tie varētu dot nepieciešamos datus, lai pilnīgi izslēgtu vienu no abām dominejošajām hipotēzēm. Taču šobrīd šādi novērojumi tīri tehnisku iemeslu dēļ vēl ir grūti realizējami.

Tomēr straujais progress,

kāds pēdējos gados vērojams radioastronomisko metožu un tehnikas, it sevišķi radiointerferometrijas, attīstībā, ļauj cerēt, ka šādu novērojumu īstenošana nav vairs tālas nākotnes jautājums un ka jau visā drīzumā varēsim atgriezties pie šīs ļoti interesantās Galaktikas kodola problēmas precīzāku un ar fundamentālu informāciju bagātāku novērojumu datu gaismā.

A. Balklavs

(Nobeigums. Sākumu sk. 49. lpp.)

Rīgas Dabas pētnieku biedrības sanāksmēs 1869. gadā vairākkārt diskutēts par jūlguritiem. Rīgas Politehnikuma profesors E. Nauks izskaidroja šo ipatnējo veidojumu rašanos un pastāstīja, ka Berlīnē kādā muzejā eksponēta 30 pēdu gara zibens caurule. Veselā veidā to varēts izrakt tāpēc, ka tajā vietā smiltis saturējušas minerālu augītu un arī kaļķakmeni; šis sastāvdaļas veicinājušas kvarca pilnīgāku sakušanu, un līdz ar to caurule bijusi izturīgāka.

Pārrunās Rīgas Politehnikuma docents M. Gotfrīds aizrādīja, ka Daugavas smiltis

diezgan bieži atrodamas nelielas dobas caurulītes, kas pēc izskata līdzīgas pie Spilves atrastajai zibens caurulei. Bet tām ir pavisam cita izcelsme. Tās radušās no augu saknītēm, kurām ārpusē nogulsņējušās cietās vielas izveidojušas blīvu apvalku. Pēc organiskās vielas sadalīšanās pāri paliek zibens caurulēm līdzīgi veidojumi.

Latvijas PSR Dabas muzeja kolekcijā saglabājušās zibens caurules daļas, kas atrastas 1904. gadā apmēram divas verstis uz ziemeļrietumiem no Ropažu stacijas.

H. Gode



atskatoties
pagātnē

VIĻŅAS VECĀS OBSERVATORIJAS INSTRUMENTI

LIBERTS
KLIMKA

Pirmās ziņas par astronomijas instrumentiem Lietuvā attiecas uz 16. gadsimtu: G. Galilejs sūtījis uz Viļņu lēcu komplektu teleskopam. Profesors O. Krīgers ar saviem audzēkņiem 1632. gadā te izdarījis pirmos zinātniskas nozīmes astronomiskos novērojumus. Astronomiskā observatorija Viļņas universitātē dibināta 1753. gadā. Tās direktoru T. Žebrauska, M. Počobuta un J. Šņadecka vadības laikā observatorija iegādājusies instrumentus, kas gatavoti tālaka labākajās Rietumeiropas darbnīcās. 19. gadsimta otrajā pusē Viļņā sākti astrofizikāli pētījumi; observatorijā parādās instrumenti zvaigžņu fotometrijai un Saules spektroskopijai. Līdz mūsdienām saglabājušies tikai 12 senlaicīgi teleskopu, taču arī šī kolekcija V. Kapsuka Viļņas Valsts universitātes muzejā spēj atspoguļot astronomijas instrumentu attīstības vēsturi.

Jau kopš aizvēsturiskiem laikiem cilvēks vērojis debesis, cenšamies atklāt spīdekļu kustības likumsakarības. Paleoastronomija raksturīga visām senajām civilizācijām: ar Mēness fāžu maiņu mērija laiku, bet Saules gada kustība bija pamatā zemkopības kalendāram. Uz vietas dzīvojošajām baltu ciltīm jau 2. gadu tūkstoši pirms mūsu ēras bija attīstīta zemkopība. Lai noteiktu atbilstošos kalendāra datumus lauksaimniecības darbu sākumam vai gadalaiku svētkiem, bija nepieciešami diezgan precīzi mērījumi un īpašas šim nolūkam domātas būves. Lietisks paleoastronomijas eksistences pierādījums Lietuvā ir arheologu nesien atklātais vizieru stabu riņķis, kas izveidots 14. gadsimtā Palangas kulta vietas — Birutes kalna — laukumā.*

* Sk. Klimka L. Sena astronomiskās novērošanas vieta Palangā. — Zvaigžņotā Debess, 1986. gada rudens, 43.—46. lpp.

Vajadzība pēc kalendāra kļūst sevišķi jūtama līdz ar valsts attīstību. Rakstu avoti liecina, ka 16. gadsimtā Viļņā tika sastādīti kalendāri, Lejaspilī bija astronomiskie pulksteni un zvaigžņu kartes. No tā laika saglabāties interesants pulkstenis (pašlaik antikvāru biedrības īpašums Londonā), kuru 1525. gadā darinājis meistars J. Čehs pēc valdnieka Sigismunda Vecā pasūtījuma. Tā ciparnīcā redzamas Mēness fāzes un Saules stāvoklis zodiakā, kā arī astroloģiskas zīmes.

Renesanses idejas, kas nomainīja viduslaiku tumsību zinātnē un mākslā, rada dzīvu atbalsi arī Viļņas sabiedrībā. Te kādu laiku dzīvojis (un arī apglabāts) N. Kopernika skolotājs profesors V. Brudzevskis; te strādājis arī N. Kopernika izdevējs G. Rētikis. Tāpēc nav brīnums, ka Viļņas universitātes bibliotēkas pirmo grāmatu vidū bija pazīstamais N. Kopernika sacerējums «Par debess sfēru griešanos». Zinātniskās intereses saistīja Lie-

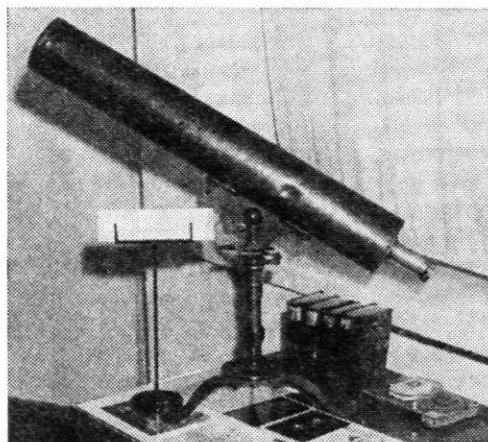
tuvu arī ar tālo Itāliju. Teleskopa izgudrotājs G. Galilejs interesējās par savu darbu izdošanas iespējām Viļņā. Ir saglabājušās dažas vēstules no viņa sarakstes ar valdnieku Vladislavu IV. Vienā no tām teikts, ka uz Viļņu nosūtīts lēcu komplekts teleskopam. Sūtījuma liktenis nav zināms, taču jau 1632. gadā profesors O. Krīgers un viņa audzēkņi veica astronomiskus novērojumus ar teleskopu.

Astronomija Viļņas universitātē ir mācīta kopš tās dibināšanas 1759. gadā; pat vēl agrāk — jezuītu kolēģijā — to apguva kā matemātikas praktiski lietojamo daļu, kas nepieciešama kartogrāfijā, gnomonikā un kalendāra sastādīšanā. Spējīgākie O. Krīgera audzēkņi uzrakstīja pirmos zinātniskos darbus astronomijā. J. Rudomina-Duseckis 1633. gadā iznākušajā traktātā aprakstījis teleskopa konstrukciju, bet A. Dublinskis 1639. gadā izdotajā darbā «Astronomiskais simtnieks» (pirmā astronomijas grāmata PSRS) ir sniedzis Viļņā iegūtos datus par Venēras un Merkura kustību.

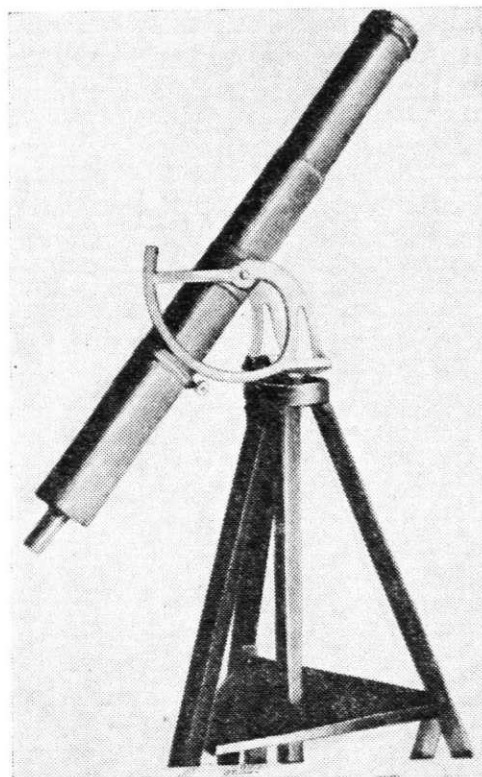
Regulāri zinātniski debess spīdekļu novērojumi Viļņas universitātē sākās 1753. gadā, kad tika nodibināta astronomijas observatorija. Viļņas Astronomijas observatorija tagad ir ceturrtā vecākā observatorija Eiropā. Observatorija tika celta virs universitātes ēkas (1. att.). Paviljonu, divus torņus un Balto zāli, kuras skaistais iekšējais un ārējais dekors ar astronomisko simboliku izraisa apbrīnu vēl mūsdienās, projektējis matemātikas un astronomijas profesors T. Žebrausks (1714—1758). Lidzēkļus observatorijas instrumentu iegādei viņš ieguva no magnātiem. Izmantodams tālāka augstākās sabiedrības modi interesēties par zinātniskajiem pētījumiem, T. Žebrausks svētdienās rikoja fizikālu efektu demonstrējumus. Skatītāji varēja vērot ķermeņu elektrizāciju un zibens rašanos, vakuuma «spēku» Magdeburgas puslodēs, atēlus sfēriskos spoguļos, kā arī citus «interesantus un noslēpumainus fizikas fenomenus», kā tika rakstīts vietējā presē. Efektīgās demonstrācijas aizrautie magnāti nežēloja naudu observatorijas un fizikas kabineta vajadzī-



1. att. Viļņas vecā astronomijas observatorija, dibināta 1753. gadā universitātes centrālajā ēkā. Arhitekts T. Žebrausks, dekorators I. Egenfelders.



2. att. K. S. Pasemana izgatavotais refraktors. Stobra garums 80 cm, diametrs 11 cm, kājas augstums 50 cm. Parīze, 18. gs.



bām. Tā tika iegādāti pirmie trīs teleskopi. Līdz mūsdienām saglabājies viens no tiem — Gregorija sistēmas refraktors ar koka stobru un koka azimutālu montāžu (sk. krāsu ielikumu). Uz ādas, ar kuru apvilks stobrs, iespīests visai svinīgs uzraksts: «Šī ir viņa gaišības kunigaiša karavadoņa Mikolas Radvila dāvana Viļņas Akadēmijai par labu astronomijai». No T. Žebrauska sarakstes ir zināms, ka instruments izgatavots Anglijā. Šis teleskops ir vecākais astronomijas instruments V. Kapsuka Viļņas Valsts universitātes muzeja kolekcijā.

Matemātikas un fizikas profesori Ž. Flerē un Ž. Rosinjols observatorijai uzdāvināja lielisku teleskopu, kas 1761. gadā tika atvests no Parīzes. To agrāk bija izmantojuši ievērojamie astronomi G. F. Maraldi un N. L. Lakkaijs. Ž. Ž. F. Lalandas mehāniķis Kanivē šim teleskopam izgatavoja pavedienu mikrometru. Slavenais Viļņas astronoms, ilggadējais universitātes rektors profesors M. Počobuts (1728—1810) sāka pasūtīt observatorijai instrumentus tālaika labākajās Rietumeiropas darbnīcās. Ar viņa roku rakstītajos 18. gadsimta beigu inventāra sarakstos minēti 14 dažādas konstrukcijas teleskopi un daudzi citi instrumenti: teodolīti, astronomiskie pulksteņi, barometri, termometri, Zemes un debess globusi. Pavisam te reģistrēti 45 instrumenti. Atsevišķā sarakstā atzīmēti 10 instrumenti, kuri jau tad bijuši tikai vēstures liecinieki. To vidū ir teleskops, kas agrāk piederējis astronomam un hidrogrāfam E. Pezenasam (pie viņa Marselā stažējies M. Počobuts). Interesi vēl izraisa magnāta I. Masaļska dāvinātais galda teleskops, ko izgatavojis karaliskais inženieris K. S. Pasemans Parīzē (2. att.).

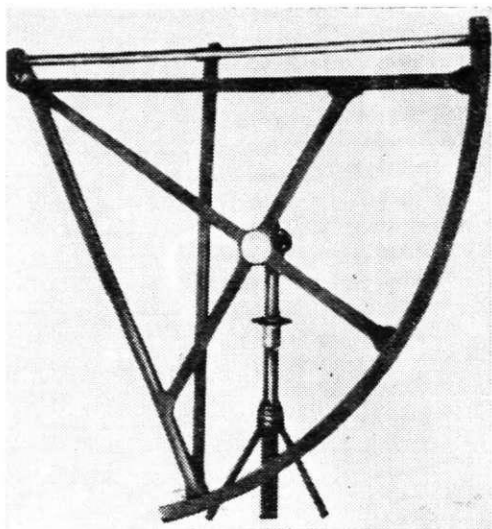
M. Počobuta pūļu rezultātā observatorija ieguva pazīstamā Londonas meistara Dž. Ramsdena instrumentus: pasāzinstru-

3. att. Dolonda ahromatiskais teleskops. Stobra garums 106 cm, objektīva diametrs 9 cm, trijkāja augstums 164 cm. Dž. Ramsdena montāža. Anglija, 18. gs. otrā puse. Pie šā instrumenta bija pievienojams heliometrs.

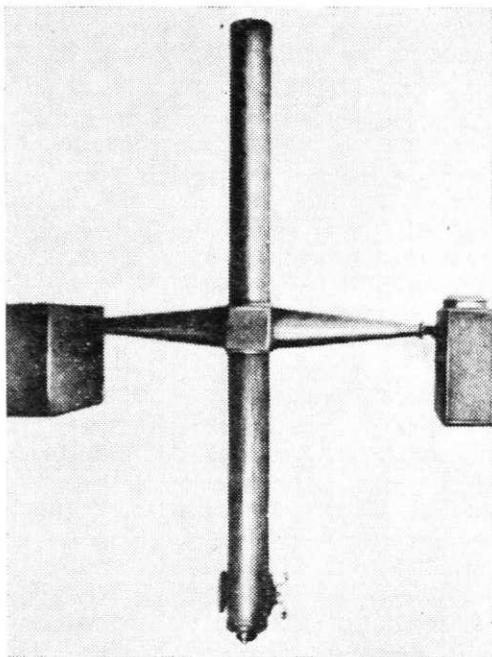
mentu, lielo un mazo kvadrantu, jūras oktantu, mazo ekvatoriālu, pāris teodolitu un barometru. Bija arī cita Londonas meistara Dž. Dolonda, instrumenti (viņš bija kļuvis slavens ar saviem ahromatiskajiem objektīviem): observatorija iegādājās viņa heliometru un trīs garfokusa refraktorus. Dažus instrumentus viņniešiem Parīzē izgatavojis Kanivē: sekstantu, meridiānriņķi, teleskopu ar paralaktisku montāžu, Parīzes pēdas etalonu.

Svarīgas arī ziņas par instrumentiem, kas izgatavoti uz vietas. Sarakstos norādīts, ka vienam Dolonda teleskopam paralaktisko montāžu darinājuši vietējie meistari. Astronoms A. Stešeckis šo instrumentu papildinājis ar pavedienu mikrometru. Ir zināms, ka Viļņā izgatavotas diezgan sarežģītas ierīces fizikas kabinetam. Darbniecām iegādājās Ramsdena mašīnu leņķa iedaļu atzīmēšanai.

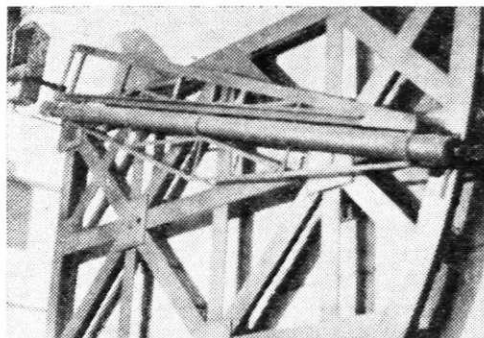
No te minētajiem interesantajiem instrumentiem ir saglabājušies tikai daži: Dolonda ahromatiskie četru pēdu (3. att.) un desmit pēdu refraktori, Kanivē sekstants (4. att.), ar kuru M. Počobuts noteicis Viļņas ģeogrāfisko platumu, pasāžinstrumenti (5. att.) un Dž. Ramsdena lielais kvadrants (6. att.). Kvadrants atradās īpaši šim nolūkam celtā piebūvē, ko nosauca par Jauno observatoriju. Visus četrus tās stāvus šķērso no Brēmenes atvestu smilšakmens bloku siena. Tās augšdaļā piestiprināts Ramsdena kvadrants, kura rādiuss ir astoņas angļu pēdas. Meistars izgatavojis tikai trīs tik lielus instrumentus: Parīzes, Milānas un Viļņas observatorijai. Pirms nosūtīšanas tā kvalitāti pārbaudījis pats Griničas observatorijas direktors N. Maskeleins. Stabīlā montāža un ahromatiskais objektīvs deva iespēju izdarīt mērījumus ar precizitāti līdz 1,5 sekundēm. Ar šo instrumentu M. Počobuts 1773. gadā noteica koordinātas nelielai zvaigžņu grupai Čūsksēša zvaigznāja tuvumā. Zvaigžņu kartēs tika atzīmēts Poņatovska Vērsis — Vitellus Ponia-tovskii (par godu valdnieka Staņislava Poņatovska ģerbonim, jo observatorija izmantoja



4. att. Kanivē sekstants, ar kuru noteica Viļņas ģeogrāfisko platumu. Rādiuss 196 cm, kājas augstums 150 cm, teleskopa garums 208 cm, objektīva diametrs 4 cm. Parīze, 1756. g.



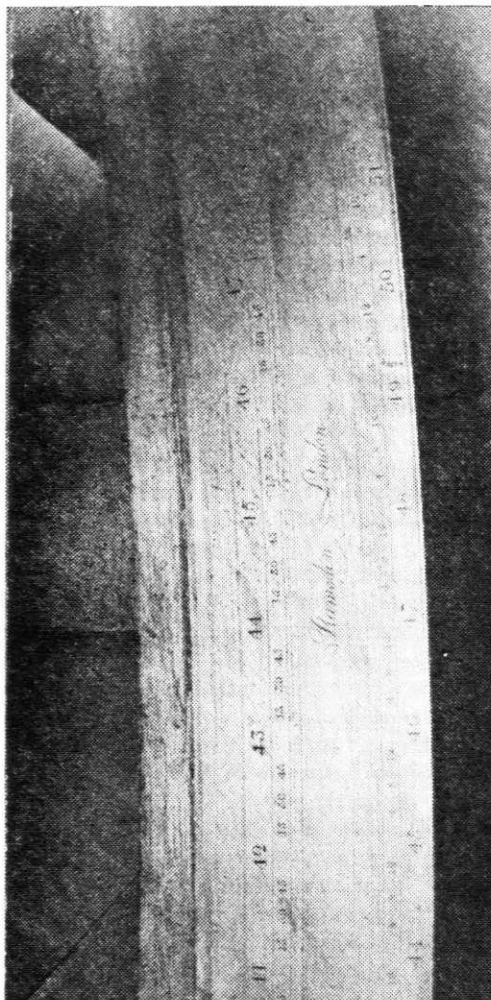
5. att. Dž. Ramsdena pasāžinstrumenti. Stobra garums 175 cm, objektīva diametrs 11 cm. Londona, 1765. g.



6. att. Viļņas observatorijas lielais kvadrants. Rādiuss 263 cm, teleskopa garums 270 cm, diametrs 9 cm. Dž. Ramsdens, Londona, 1777. g. *Pa labi* — kvadranta iedaļas.

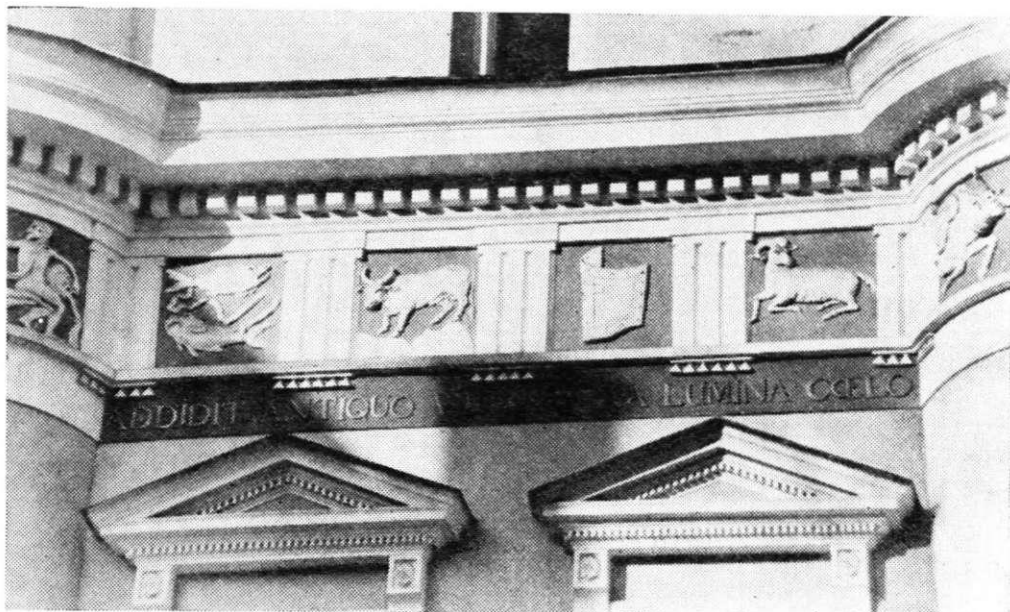
Poņatovska aizbildnību un finansiālo palīdzību). Sā zvaigznāja simboliskais attēls atrodams arī observatorijas piebūves frīzi rotājošo zodiaka zīmju vidū (7. att.). Turpat blakus redzam cita zvaigznāja attēlu, kas tāpat saistīts ar Lietuvas vēsturi. Tas ir Vairogs, kuru pie debesīm «piekāris» Gdaņskas astronoms J. Hevēlijs par godu valdniekam Janam Sobeskim. Valdnieks, panākdams uzvaru 1683. gada kaujā pie Vīnes, bija izglābis Eiropu no turku iebrukuma. Viņam tiek piedēvēts vēl šāds nopelns: turku vezumos, ko ieguva uzvarētāji, bijis daudz maisu kafijas, un kopš tā laika it īpaši zinātnieki un mākslinieki iecienījuši šo brīnišķo dzērienu.

19. gadsimta sākumā precīzajās zinātnēs plaši ievieš eksperimentālo metodi. Sevišķi strauji progresēja mērījumu tehnika. Observatorijā uzkrātajiem instrumentiem M. Počobuta pēcnācēja Jana Šnadecka (1756—1830) vadības laikā tādēļ bija divējāds liktenis. Vieni drīz kļuva tikai par vēstures lieciniekiem, bet citus, piemēram, Ramsdena pasāžinstrumentu, vēl ilgu laiku izmantoja novērošanai. Pie labākajiem Eiropas meistariem tika iegādāti jauni instrumenti: E. Troutona (Londona) izgatavotais Haleja konstrukcijas sekstants, Dolonda teleskopa paralaktiskā montāža, vācu meistar G. Reichenbaha un T. Ertela vertikālriņķis. Pēdējo no 1826. gada līdz 1833. ga-



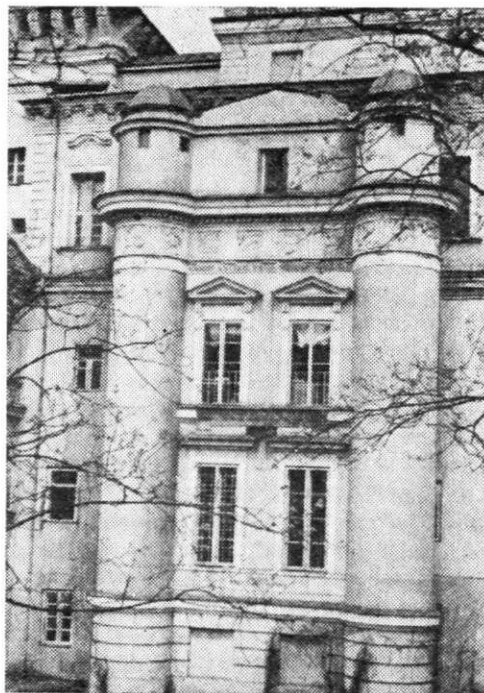
dam izmantoja K. Tennera ģeodēziskā ekspedīcija. Muzejā šo instrumentu būvniecības attīstības etapu atspoguļo tikai Vīnes meistara S. Plesla teleskops (sk. krāsu ielikumu). Kā zināms, meistars pilnveidoja ahromatisko objektīvu, atdalot savācējlecu no izkliedētājlecas; tādējādi tika vienkāršota arī tā izgatavošana.

M. Počobuta un J. Šnadecka laikā galvenie observatorijas darba virzieni koncentrējās ap mazo planētu un aptumsumu novērošanu, komētu pētīšanu, ģeogrāfisko koordinātu noteik-

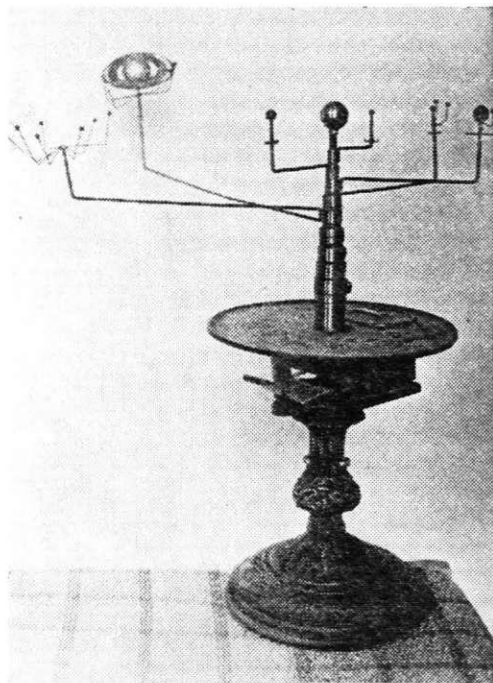


šanu ar astronomiskām metodēm. Lai darbs veiktos, liela nozīme bija pareizām teorētiskām debess mehānikas koncepcijām. Izrādās, ka, neraugoties uz oficiālo baznīcas aizliegumu, Viļņas universitātē turpināja iepazīstināt studentus ar Kopernika mācību. N. Kopernika uzskatus par Saules sistēmu 18. gadsimtā šeit apguva «diskusijas» veidā. M. Počobuta laikā observatorijas inventārā bija iekārta, kas attēlo planētu kustību ap Sauli. Šis senais telūrijs līdz mūsdienām nav saglabājies. Vēlāk tika iegādāts cits, un tas pašlaik eksponēts muzejā (8. att.). Vispār Viļņas astronomiem bija lieli nopelni cīņā par heliocentriskās sistēmas atzīšanu. 1802. gadā tika izdota J. Šņadecka grāmata, kurā pirmo reizi atklāti un pilnīgi novērtēti Kopernika darbu nozīme.

Pēc J. Šņadecka observatoriju vadīja viņa audzēknis Petrs Slavinskis (1795—1881). Viņš pārbūvēja vienu no observatorijas torņiem, to



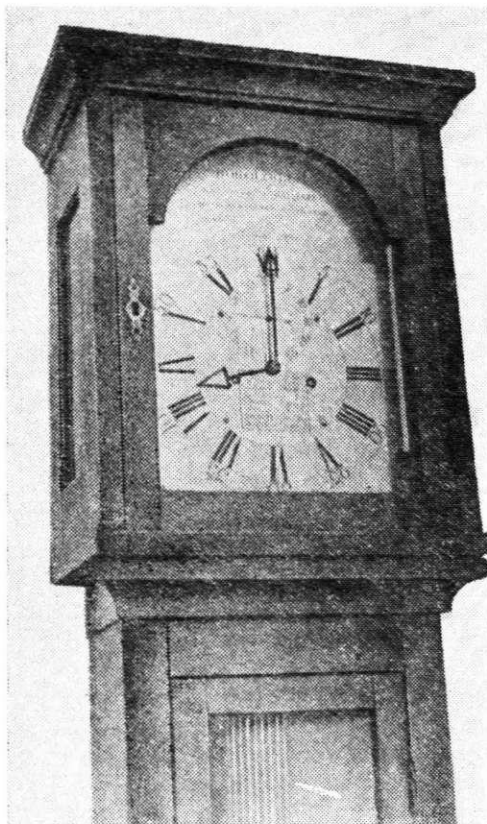
7. att. Jaunā observatorija, celta 1782.—1788. g. Arhitekts A. Knakfūss. Augšā — zvaigznāju simboli.



8. att. Telūrijs, kas attēlo heliocentrisko sistēmu. Augstums 41 cm, diametrs ap 40 cm. Vācija, 19. gs.

pazeminot un pārsedzot ar kupolu, zem kura 1842. gadā novietoja G. Merca un F. Mālera firmas lielo refraktoru ar pulksteņa mehānismu. Nopirka arī Parīzes meistara R. Mailhata meridiānriņķi (sk. krāsu lielikumu).

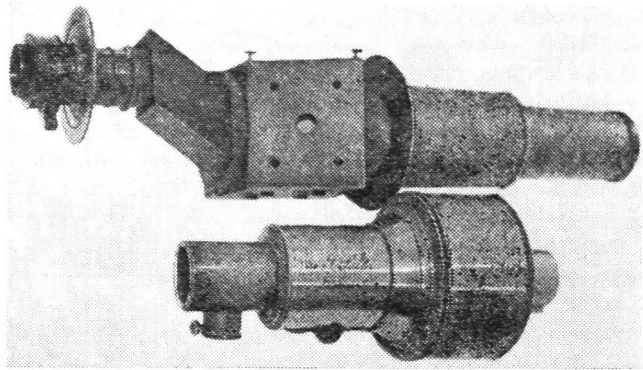
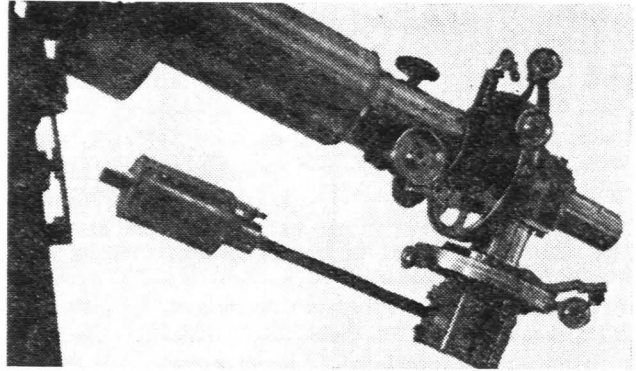
Ļoti rūpīgi universitātes observatorijai izvēlējās pulksteņus. Dažādos laikos bija iegādāti brīnišķīgi pulksteņi, gan Londonas meistaru Dž. Elikota (1756. g.), Dž. Seltona (1768. g.), V. Hārdija (1819. g.) un E. I. Denta (1849. g.) darināti, gan Parīzes meistara Ž. Lepota izgatavotais pulkstenis (1770. g.), Zēl, taču līdz mūsdienām šie precīzās mehānikas augstākā sasnieguma paraugi nav saglabājušies. Muzejā eksponēts tikai pulkstenis, ko 1828. gadā izgatavojis observatorijas mehāniķis J. Savickis. Tā ciparnīca rāda



9. att. Observatorijas mehāniķa J. Savicka izgatavotais pulkstenis. Skapja augstums 243 cm, ciparnīcas izmērs 31×42,5 cm. Viļņa, 1828. g.

starpību starp patieso un vidējo laiku (9. att.).

Kvalitatīvi jauns darba posms Viļņas observatorijā sākās līdz ar zinātnieku ierašanos te no Krievijas astronomijas centra — Pulkovas (pēc universitātes slēgšanas 1832. gadā zinātniskos kadrus Viļņā vairs negatavoja). Talantīgie astronomi G. Fuss, E. Sablers, M. Gusevs un P. Smislovs 19. gadsimta otrajā pusē aizsāka jaunus astrofizikālo pētījumu metodes. Viļņā pirmo reizi pasaulē tika noorganizēts pastāvīgs Saules dienests — ar



10. att. G. Merca spektroskops un E. Sablera teleskopa okulāra daļa. Diametrs 10 cm. Vācija, 19. gs.

fotogrāfisku metodi sistemātiski pētīja Saules plankumus. Novatoriski bija Saules virsmas spektra pētījumi, zvaigžņu fotometrija. Tika iegādāta atbilstoša aparatūra: 1864. gadā pasaulē otrais fotoheliogrāfs, 1868. gadā F. Šverda fotometrs (sk. krāsu ielikumu), 1870. gadā G. Merca spektroskops (10. att.). Pēdējie divi instrumenti ir sevišķi vērtīgi zinātnes un tehnikas vēstures pieminekļi. Piemēram, Šverda fotometrs bija izgatavots tikai četros eksemplāros. Tā konstrukcijas ideja atbilst svarīgam astronomijas instrumentu attīstības posmam, kad zinātniekus vairs neapmierināja subjektīvs novērtējums. Ar šo instrumentu pētāmās zvaigznes spožumu novērtē, salīdzinot to ar standartu. Laika inter-

vālu mērīšanai observatorijā izmantoja Gotā izgatavotu elektrisko hronogrāfu, kuru M. Gusevs bija būtiski uzlabojis.

Vērienīgi uzsāktos darbus 1876. gadā pārtrauca ugunsgrēks vecajā observatorijā. Daudzi instrumenti aizgāja bojā. Citus sadalīja dažādiem zinātniskajiem centriem, bet darbam nederīgie nokļuva muzejos; Viļņā palika tikai divpadsmit instrumenti.

Viļņas universitātes muzejā eksponētie senie astronomijas instrumenti ne tikai atspoguļo zinātnes un tehnikas attīstības ceļu un astronomijas tradīcijas Viļņā, tie liecina arī par pagātnes zinātnieku darba mīlestību un uzticību patiesībai zinātnē, rada fonu plaši izvērstajam darbam mūsdienās.

PSRS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS ASTRONOMIJAS PADOMEI — 50

JURIS
FRANCMANIS

Laikam ne ar vienu no vadošajām PSRS Zinātņu akadēmijas zinātniskajām iestādēm Latvijas astronomiem nav tik cieši sakari kā ar Astronomijas padomi. Jubilejas reizē tāpēc gribas kaut vai īsumā atskatīties uz šīs iestādes vēsturi un panākumiem.

PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padome nodibināta 1936. gadā. Tās galvenais uzdevums — koordinēt optiskās astronomijas pētījumus, kas tiek veikti PSRS un republiku zinātņu akadēmijas un PSRS Augstākās un speciālās vidējās izglītības ministrijas zinātniskajās iestādēs. Pēc Lielā Tēvijas kara Astronomijas padome izaug par ievērojamu zinātniskās pētniecības iestādi. Galvenokārt attīstās pētījumi astrofizikā. Lielu ieguldījumu šo pētījumu organizēšanā devuši pazīstami padomju astronomi akadēmiķi A. Mihailovs un V. Fesenkovs, akadēmijas korespondētā-loceklis E. Mustels, profesori A. Maseviča un B. Kukarkins.

Bet vispirms — neliels atskats uz Astronomijas padomes darbību pēckara gados. Saskaņā ar Starptautiskās astronomijas savienības lēmumu, 1946. gadā Astronomijas padomes ietvaros tika izveidota astronomu grupa, kura sagatavoja un 1948. gadā publicēja plaši pazīstamā «Maiņzvaigžņu vispārējā kataloga» pirmo izdevumu. Kosmiskās ēras sākumā Astronomijas padome organizēja ZMP vizuālo un fotogrāfisko novērojumu staciju tīklu; šāda stacija darbojas vēl tagad Latvijas Valsts universitātē. Viena no lielākajām stacijām netālu no Maskavas (Zvenigorodā) gatavoja novērotājus citu staciju vajadzībām, kā arī izstrādāja novērojumu metodiku un jaunu aparātūru. 1975. gadā Astronomijas padome Krimā izveidoja eksperimentālo ZMP laseru novērojumu staciju. Attiecīga aparātūra tagad ir uzstādīta daudzas citas stacijās. Lielas iespējas veikt zinātnisko darbu paverās 1971. gadā, kad Zvenigorodā tika noorganizēts skaitļošanas centrs, uz kura bāzes 1980. gadā nodibināja Padomju astronomisko datu centru, kura uzdevums — astronomiskās

informācijas vākšana un uzglabāšana (galvenokārt tas attiecas uz novērojumu datiem).

Tagad — nedaudz sīkāk par atsevišķiem pētījumu virzieniem.

Sešdesmito gadu sākumā prof. A. Masevičas vadībā tika izveidota zvaigžņu fizikas un evolūcijas pētījumu darba grupa. Galvenie pētījumu virzieni — masīvo zvaigžņu un dubultzvaigžņu evolūcijas teorija, termonukleārie sprādzieni uz deģenerēto punduru un neitronu zvaigžņu virsmām akrecijas rezultātā, pulsējošo zvaigžņu fizika, dubultzvaigžņu statistika, dažādu masu zvaigžņu evolūcijas agrīnās stadijas. Tika izstrādāts masīvo dubultzvaigžņu evolūcijas scenārijs, sākot ar stadiju, kad abas zvaigznes atrodas uz galvenās secības, un beidzot ar neitronu zvaigžņu rašanos. Darba grupas locekļi izstrādā teoriju par zvaigžņu rašanos no gāzu un putekļu mākoņiem, pēta šādu mākoņu fizikālās īpašības. Šie darbi gūst atzinību visā pasaulē, un Astronomijas padome ir izvirzīta par vadošo iestādi sociālistisko valstu zinātņu akadēmiju daudzpusīgajā sadarbībā zvaigžņu fizikas un evolūcijas pētījumos. Zvaigžņu spektroskopijas grupā tiek pētītas magnētisko zvaigžņu atmosfēru fizikālās īpašības. PSRS ZA korespondētālocekļa E. Mustela vadībā veikti novu un pārnovu apvalku fizikālo parametru un ķīmiskā sastāva pētījumi. Sākot ar 1966. gadu, kopā ar PSRS Hidrometeoroloģijas pārvaldi tiek pētīti Saules-Zemes sakari.

Astronomijas padome realizē plašu starptautisko sadarbību kosmiskajā ģeodēzijā un ģeofizikā. Daudzās Eiropas, Āzijas, Āfrikas un Amerikas valstīs atrodas ZMP novērojumu stacijas, kuru darbu koordinē Astronomijas padome (18 fotogrāfiskās un 11 laseru stacijas). 1961. gadā Astronomijas padome kopā

ar PSRS ZA Galveno astronomijas observatoriju Pulkovā organizēja pasaulē pirmo eksperimentu pavadoņu ģeodēzijā. Zemes mākslīgo pavadoņu novērojumi dod arī iespēju pētīt atmosfēras augšējos slāņus, Zemes gravitācijas lauku, polu svārstības. Pēdējos gados atīstās ZMP novērojumu lāzeru tehnika. Tiek ekspluatēti Astronomijas padomē kopā ar sociālistisko valstu zinātniekiem izstrādāti lāzeru tālmēri, kas dod iespēju noteikt pavadoņa stāvokli ar precīzītāti līdz 0,1—1 metram.

Kopš 1980. gada Astronomijas padomē darbojas Padomju astronomisko datu centrs, kas ir Starptautiskā Strasbūras zvaigžņu datu centra filiāle. Pašlaik centra fondā atrodas ap 300 astronomisko katalogu, kas ierakstīti magnētiskajās lentēs; to vidū ir arī LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas oglekļa zvaigžņu katalogs. Centrs apkalpo PSRS un citu sociālistisko valstu astronomijas iestādes.

Lieli nopelni Astronomijas padomei ir kadru sagatavošanā. Arī vairāki mūsu republikas astronomi mācījušies tur aspirantūrā un sekmiģi aizstāvējuši kandidāta disertācijas. Ciešie abu mūsu republikas observatoriju sakari ar Astronomijas padomi atspoguļojas daudzos kopējos darbos. Piemēram, reizi gadā LPSR ZA Radioastrofizikas observatorija kopā ar Astronomijas padomi izdod zinātnisku rakstu krājumu «Научные информации» par tēmu «Zvaigžņu un zvaigžņu agregātu evolūcija».

Turpinādama veikt lielu koordinācijas darbu visas valsts mērogā, Astronomijas padome savas pastāvēšanas laikā izveidojusies par modernu zinātnisko centru ar augsti kvalificētiem kadriem, kas pēta visaktuālākās astronomijas problēmas. Tāpēc ir pamats pārliecībai, ka nākotnē gaidāmi vēl daudzi nozīmīgi panākumi.



HALEJA KOMĒTAS FOTOGRAFĒŠANA BALDONĒ

1986. gada 6.—14. martā pieci kosmiskie aparāti («Vega-1», «Vega-2», «Giotto», «Sui-sei» un «Sakigake») dažādos attālumos tikās ar Haleja komētu. Šo kosmisko automātu aizvadišanā līdz mērķim liela nozīme bija Haleja komētas novērošanas starptautiskās organizācijas «International Halley Watch» (IHW) astrometrijas tīklam.

To 127 pasaules observatoriju vidū, kurās novēroja Haleja komētu, noteica tās koordinātas un nosūtīja datus uz IHW astrometrijas tīkla vadības centru, ir arī mūsu republikas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorija Baldonē.

Baldones Riekstukalnā Haleja komētu fotografēja ar Smita teleskopu. Komētas atrašanās apgabals tika fotografēts jau 1984. gada decembrī, bet pirmo uzņēmumu, kurā skaidri redzama un mērāma komēta, ieguva I. Eglītis 1985. gada 27./28. augusta naktī. Līdz 1986. gada 20./21. janvārim komētas koordinātu noteikšanai 32 naktīs bija iegūti 78 uzņēmumi. No tiem 70 izrādījās piemēroti mērīšanai.

Mums tipisko laika apstākļu dēļ komētu izdevās nofotografēt augustā tikai vienā naktī, septembrī — astoņās, oktobrī — sešās, novembrī — deviņās un decembrī — astoņās naktīs, lai gan katru nakti dežurēja kāds no Radioastrofizikas observatorijas Astrofizikas daļas darbiniekiem, kuri novēro ar Smita teleskopu: I. Eglītis, I. Jurgītis, I. Platais, I. Pundure, A. Rudzinskis un A. Alksnis.

Fotografēšanai izmantoto speciālo astronomisko ORWO fotoplašu apstrādi izdārīja I. Jurgītis un Z. Jumiķe. Astrometriskos uzņē-

mumus ar koordinātu mērāmo iekārtu «Asco-record» mērija V. Ozoliņa, bet mērījumu rezultātu matemātisko apstrādi veica I. Platais un E. Grasbergs. Dati operatīvi tika nosūtīti uz astrometrijas tīkla reģionālo centru Kijevā.

Haleja komētas novērošana pēc tās iziešanas caur perihēliju Baldones observatorijā atsākās 2. maija vakarā, kad komēta atradās zemū pie horizonta debess dienvidrietumu pusē. Maijā tika iegūti novērojumi 11 naktīs.

Astrometriskajiem uzņēmumiem izvēlas tik īsu ekspozīciju, lai būtu skaidri saskatāms tikai komētas kodols. Tāpēc šādos uzņēmumos komētu redz kā nedaudz izplūdušu zvaigznīti, kurai apkārt neliels miglains oreols.

Daudz labāk Haleja komēta redzama citos uzņēmumos, kuri ar šo pašu teleskopu iegūti atbilstoši citai IHW programmai, proti, liela mēroga parādību pētīšanai. Daži no tiem ievietoti «Zvaigžņotās Debess» šā numura vāku 2. lappusē. Pirmais, kas gan ir astrometriskais uzņēmums, iegūts 1985. gada 27./28. augustā, un komēta tajā saskatāma kā vāja zvaigznīte. 25./26. oktobrī (2) komēta redzama kā sfēriskais veidojums (koma). 15./16. novembrī (3) komētai parādījusies šaura, īsa astīte, kas varbūt ir islaicīgs izvirdums, jo pēc dažām dienām astīte vairs nav saskatāma. 8./9. decembrī (*lielais attēls*) jau redzama vairākus grādus gara aste. 1986. gada 5./6. maija uzņēmums (4) liecina, ka komētā, kamēr tā atradās debess dienvidu puslodē, kļuvusi samērā vāja.

1986. gada rudenī Haleja komēta jau bija kļuvusi pavisam vāja.

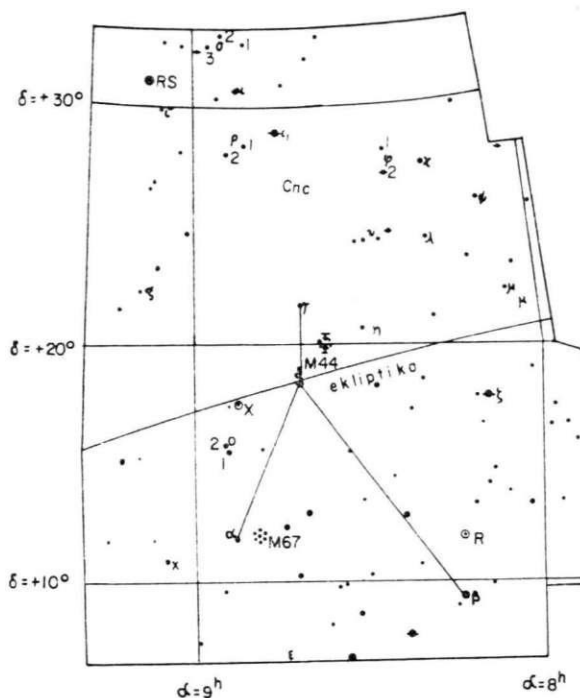
A. Alksnis

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS 1986./87. GADA ZIEMĀ

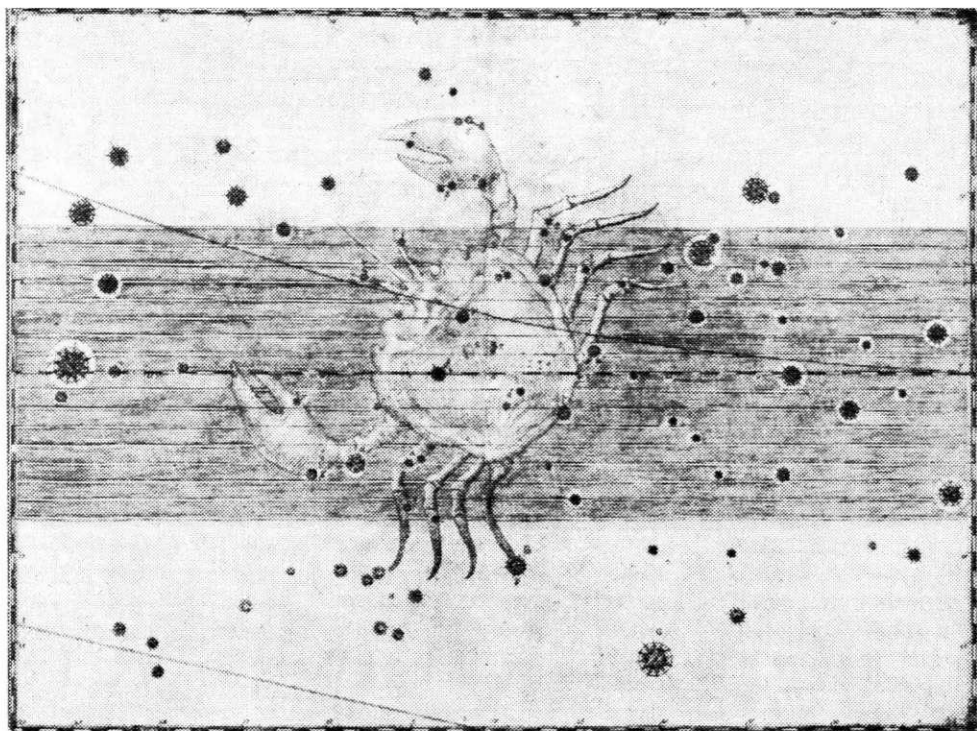
Ziema sākas 22. decembrī $7^h02^m,1$ pēc Maskavas dekrēta laika, kad Saules ekliptiskais garums ir 270° un tā ieiet Mežāža zīmē. Ziema beidzas 21. martā $6^h52^m,0$, kad Saules garums ir 0° un tā ieiet Auna zīmē.

Šoreiz iepazīstināsim lasītājus ar zodiaka zvaigznāju Vēzi (lat. Cancer, saīs. — Cnc), kas ziemā ļoti novērojams (1. att.). Ziemas sākumā tas lec pāris stundas pēc Saules rietā. Ziemas beigās, Saulei rietot, tas jau ir krietni pakāpies un atrodas dienvidaustrumos.

Šajā zvaigznājā nav spožu zvaigžņu. Interesanta ir α Cnc, mainzvaigzne, kuras summārais zvaigžņlielums ir $4^m,27$. Tai ir divi nosaukumi: Akubenss un Sertans. α Cnc ir fizikāla dubultzvaigzne, komponentu zvaigžņlielumi $4^m,27$ un $11^m,0$. Taču β Cnc ir spožāka — tās zvaigžņlielums ir $3^m,76$. Vēža γ jeb Asellus Borealis ir vājāka ($m=4,73$), taču interesantāka, jo ir spektroskopiska dubultzvaigzne. Vēža zvaigznāja δ , Asellus Australis, ir optiska dubultzvaigzne, kuras summāro zvaigžņlielumu prak-



1. att. Vēža zvaigznājs ar spožāko zvaigžņu veidoto raksturīgo figūru un spožākajiem objektiem.



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

tiski nosaka spožākais komponents ($m=4,17$); otrs komponents ($m=13,0$) atrodas $38'',8$ attālumā no tā. Zvaigznājā ir daudz dubultzvaigžņu. Visinteresantākā ir $\zeta^{1,2}$, diezgan spoža zvaigzne ($m=4,71$). Tā sastāv no diviem komponentiem — ζ^1 un ζ^2 , kas atrodas $5'',9$ attālumā viens no otra. Komponentu zvaigžņlielumi ir $5^m,10$ un $6^m,02$. Savukārt ζ^1 Cnc sastāv no diviem komponentiem, kuru zvaigžņlielums $5^m,7$ un $6^m,0$. ζ^2 tāpat ir dubultzvaigzne; tās komponentu zvaigžņlielums $6^m,26$ un $7^m,8$. Fizikālas dubultzvaigznes ir arī φ^2 Cnc un ι Cnc. ξ Cnc ir spektrāla dubultzvaigzne. Zvaigznājā ir vēl daudz citu dubultzvaigžņu.

Vēža zvaigznājā ir arī daudz maiņzvaigžņu. Tā, piemēram, R Cnc ir mirīda — Valzivs Miras tipa maiņzvaigzne, kurai ar periodu $361^d,60$ mainās zvaigžņlielums no $6^m,07$ līdz $11^m,8$.

κ Cnc, domājams, ir α^2 CVn tipa maiņzvaigzne, kuras zvaigžņlielums no $5^m,22$ līdz $5^m,27$ mainās ar periodu $5^d,0035$. RS Cnc ir μ Cep tipa maiņzvaigzne. Tās zvaigžņlielums mainās no $6^m,2$ līdz $7^m,7$ ar periodu 120^d .

Zvaigznājā novērojama vaļējā zvaigžņu kopa NGC 2632 jeb M44, kuras summārais redzamais zvaigžņlielums ir $3^m,7$, redzamais diametrs $95'$ un kurā ietilpst apmēram 75 zvaigznes. Šī kopa interesanta ar to, ka tajā atrodas ϵ Cnc jeb Praesepe ($m=6,32$). Vaļējā zvaigžņu kopa NGC 2682 jeb M67 ir diezgan blīva un bagāta kopa, jo kopas redzamais diametrs ir $15'$ un zvaigžņu skaits tajā — 65. Tās summārais redzamais zvaigžņlielums ir $6^m,1$.

Zvaigznājā novērojami arī ārpusgalaktiskie miglāji.

PLANĒTAS

Merkurs, ziemei sākoties, atrodas Čūsksneša zvaigznājā. Decembra pēdējās dienās tas ieiet Strēlnieka zvaigznājā, bet janvāra otrās dekādes beigās jau atrodas Mežāzī. Sākoties februārim, tas ieiet Ūdensvīra zvaigznājā, aiziet gandrīz līdz zvaigznāja robežai un pēc stāvēšanas (18. februārī) sāk atpakaļgaitu. Atpakaļceļā Merkurs tuvojas Mežāža un Ūdensvīra zvaigznāju robežai un atkal pēc stāvēšanas (12. martā) atsāk gaitu rektascensiju pieauguma secībā pa Ūdensvīra zvaigznāju, kurā arī sagaida pavasara sākumu. 12. februārī Merkurs atrodas vislielākajā austrumu elongācijā, tāpēc ap šo laiku to var mēģināt saskatīt rietošās Saules staros. Tā kā vislielākajā rietumu elongācijā tas atrodas ap ziemas un pavasara miju (26. martā), tad šajās dienās to var mēģināt saskatīt lecošās Saules staros. Pārējā laikā Merkurs nav redzams.

Venēra, ziemei sākoties, atrodas Svaru zvaigznājā. Janvāra pirmās dekādes beigās tā ieiet Skorpiona zvaigznājā un otrajā dekādē pāriet Čūsksneša zvaigznājā. Sākoties februārim, Venēra ieiet Strēlnieka zvaigznājā, kur atrodas visu mēnesi. Marta sākumā tā ieiet Mežāzī, pa kuru pārvietojas līdz pat ziemas beigām. Visu ziemu Venēra ir rīta spīdeklis, t. i., lec pirms Saules lēkta. Vislielākajā rietumu elongācijā tā ir 15. janvārī, taču ap šo laiku atrodas viszemāk un tāpēc praktiski nav redzama. Ziemas beigās redzamība atkal uzlabojas.

Marss, ziemei sākoties, atrodas Ūdensvīra zvaigznājā. Ap gadu miju tas ieiet Zivju zvaigznājā, bet februāra otrajā dekādē — Auna zvaigznājā, pa kuru līdz ziemas beigām nonāk tuvu Vērša zvaigznāja robežai. Visu ziemu Marss ir vakara spīdeklis, ziemas sākumā redzams, Saulei rietot, debess dienvidu daļā, bet, Saules un Marsa attālumam samazinoties, ziemas beigās Marss ap saulrietu atrodas dienvidrietumos. Visu ziemu Marss kāpj arvien augstāk pie debesīm, tāpēc tā redzamība arvien uzlabojas.

Jupiters visu ziemu atrodas Ūdensvīra un Zivju zvaigznāju robežas tuvumā. Ziemei sākoties, tas ir Ūdensvīra zvaigznājā, bet jau ap gadu miju ieiet Zivju zvaigznājā un tur paliek

līdz ziemas beigām. Ziemei sākoties, abas spožās planētas — Marss un Jupiters — atrodas ļoti tuvu, jo 19. decembrī tās atradušās vistuvāk — tikai pusgrāda attālumā viena no otras. Jupiters ir vakara spīdeklis un ziemas sākumā labi redzams pēc Saules rieta. Saules un Jupitera attālumam samazinoties, tas ziemas otrā pusē pazūd Saules staros.

Saturns visu ziemu atrodas Čūsksneša zvaigznājā. Tas ir rīta spīdeklis, bet ziemas sākumā atrodas pārāk tuvu Saulei, lai to varētu saskatīt. Saturna un Saules attālumam palielinoties, tas lec arvien agrāk, taču atrodas pārāk zemu pie horizonta, tāpēc praktiski nav redzams.

PLANĒTU KONJUNKCIJAS

Dec.	25 17 ^h ,3	Merkurs	0°,4	S	no Urāna
Janv.	24 23 ,5	Venēra	2	N	no Saturna
Janv.	31 20 ,5	Venēra	3	N	no Urāna
Febr.	11 15 ,9	Venēra	1	N	no Neptūna

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

PLANĒTU KONJUNKCIJAS AR MĒNESI

Dec.	28	4 ^h ,0	Venēra	7°	N
	29	17 ,5	Saturns	6	N
	30	6 ,1	Urāns	4	N
Janv.	4	21 ,8	Jupiters	1	N
	5	15 ,1	Marss	1	N
	26	8 ,2	Saturns	6	N
	26	10 ,4	Venēra	8	N
	26	19 ,0	Urāns	5	N
Febr.	27	12 ,8	Neptūns	6	N
	1	17 ,3	Jupiters	0,7	N
	3	13 ,9	Marss	0,3	S
	22	19 ,2	Saturns	6	N
	23	4 ,8	Urāns	5	N
	23	22 ,7	Neptūns	6	N
Marts	24	22 ,0	Venēra	7	N
	1	15 ,1	Jupiters	0,01	S
	4	13 ,6	Marss	2	S

konjunktijas brīdī Mēness un planētas rektasijas ir vienādas. Tabulā dots konjunktijas datums un moments, kā arī norādījums, kādā

virzienā no Mēness (N — uz ziemeļiem, S — uz dienvidiem) un cik tālu no tā planēta meklējama.

SPOŽĀKO PLANĒTU ZVAIGŽŅLIELUMS

	Merkurs	Venēra	Mars	Jupiters	Saturns
22. dec.	-0 ^m ,5	-4 ^m ,3	+0 ^m ,6	-1 ^m ,9	+0 ^m ,7
10. janv.	-0 ,8	-4 ,2	+0 ,9	-1 ,8	+0 ,7
1. febr.	-0 ,9	-3 ,9	+1 ,1	-1 ,7	+0 ,8
20. febr.	+1 ,1	-3 ,7	+1 ,3	-1 ,6	+0 ,7
10. marts	+1 ,3	-3 ,6	+1 ,5	-1 ,6	+0 ,7
21. marts	+0 ,7	-3 ,5	+1 ,6	-1 ,6	+0 ,7

MĒNESS FĀZES

☾ Pēdējais ceturksnis

24. dec.	12 ^h 18 ^m
23. janv.	1 46
21. febr.	11 57

☽ Jauns Mēness

31. dec.	6 ^h 11 ^m
29. janv.	16 45
28. febr.	3 52

☾ Pirmais ceturksnis

7. janv.	1 ^h 35 ^m
5. febr.	19 22
7. marts	14 59

☽ Pilns Mēness

15. janv.	5 ^h 31 ^m
13. febr.	23 59
15. marts	16 14

APTUMSUMI

Gredzenveida-pilnais Saules aptumsms 29. martā. Aptumsms redzams Dienvidamerikā, Āfrikā, Arābijas pussalā, Antarktīdā, Atlantijas un Indijas okeānā. Latvijā aptumsms nav redzams.

METEORI

Plūsmas nosaukums	Aktivitātes epoha	Meteoru skaits stundā	Maksimums	α δ		Piezīmes
				α	δ	
Ursa minorīdas	22—25 XII	līdz 2	22 XII	233°	+83°	Plūsma vāja
Kvadrantīdas	27 XII—7 I	līdz 35	3 I	230	+55	
Aurigīdas	8—12 II		9 II	75	+42	Radiants stipri izplūdis
Virginīdas	13—21 II	5	—	205	-11	
Hidrīdas	21—23 II	4	—	132	+6	Meteori strauji, radiants izplūdis
Booīdas	marts	5	10 III	220	+10	
Virginīdas	12—22 III	4	12 III	192	+12	Lēni spoži meteori un bolīdi

Leonora Roze

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

Juris LAGZDIŅŠ — fiziķis, 1977. gadā beidzis P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti. Strādā Engures vidusskolā, māca fiziku, astronomiju un informātiku. Interēšu lokā — astronomijas un informātikas metodika.



Indra MUCENIECE — Lauksaimniecības ražošanas tehniskā nodrošinājuma Tukuma rajona apvienības matemātikas programmētāja. 1986. gadā beigusi P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti. Vairākus gadus vadījusi matemātikas pulciņus, organizējusi rajona un republikas mēroga olimpiādes. Zinātniskās intereses — matemātikas metodika un algoritmiskās problēmas.

Pēteris OSTEN-ZAKENS — Libekas (VFR) observatorijas direktors, profesors. Dzimis 1909. gadā Jelgavā, kur pabeidzis arī ģimnāziju. Vēlāk studējis astronomiju Latvijas Universitātē un Berlīnē. Daudzu populārzinātnisku grāmatu autors. Lekcijas popularizē astronomiju gan VFR, gan ārzemēs, arī Padomju Savienībā. 1984. gadā kā vieslektors uzstājās Pulkovas observatorijā un P. Stučkas Latvijas Valsts universitātē.



СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. Э. Мукин. Мир далекого Урана. Э. Риекстыньш. Названия натуральных чисел на языках народов мира. Ю. Бирзвалк, Г. Котович, К. Шварц. От факельного телеграфа к волоконным линиям связи. НОВОСТИ. А. Балклавс. Возможный механизм всплывов магнитных структур Солнца. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Экспедиция на орбитальные станции «Мир» и «Салют-7» (по сообщениям ТАСС). Э. Мукин. Пилотируемые космические полеты за 25 лет. Э. Мукин. Дополнение к статье «Гибель космолана «Челленджер», помещенной в издании «Звездное небо, осень 1986 года». В ШКОЛЕ. Г. Свабадниекс. Решение задач по астрономии раздела «Введение» в средней школе. Ю. Лагздыньш. Картоотека для изучения астрономии. И. Муцениеце. Алгоритмические задачи с полимино. НЕОБЫКНОВЕННЫЕ ЯВЛЕНИЯ. Х. Года. Трубочатки молний. В КРУГУ ГИПОТЕЗ. П. Остен-Закен. Нерешенные проблемы космологии. Н. Цимахович. В центре Галактики рождаются звезды. А. Балклавс. В центре Галактики — суперзвезда или черная дыра? ОГЛЯДЫВАЯСЬ НА ПРОШЛОЕ. Л. Климка. Инструменты старой вильнюсской обсерватории. Ю. Францман. Астрономическому совету Академии наук СССР — 50 лет. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. А. Алкснис. Фотографирование кометы Галлея в Балдоне. Леонора Розе. Звездное небо зимой 1986/87 года.

CONTENTS

RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. E. Mūkins. The world of the far-away Uranus. E. Riekstiņš. The names of natural numbers in the languages of the world. J. Birzvalks, G. Kotovich, K. Svarecs. From torch telegraph to fibre glass communications. NEWS. A. Balklavs. A plausible solar magnetic structure emergence mechanism. SPACE EXPLORATION. An expedition to the «Mir» and «Salyut-7» orbital stations. E. Mūkins. Manned space flights in the last 25 years. E. Mūkins. A supplementary note on the article «The «Challenger» catastrophe» in the 1986 autumn issue of «Zvaigžņotā Debess». AT SCHOOL. G. Svabadiņeks. Solution of astronomical problems in secondary schools. Introduction. J. Lagzdīņš. Reference cards for teaching astronomy. I. Muceniece. Algorithmical problems with polymino. UNUSUAL PHENOMENA. H. Gode. Lightning tubes. HYPOTHESES. P. Osten-Sacken. Unsolved cosmological problems. N. Cimašoviča. The origin of stars in the centre of the Galaxy. A. Balklavs. A superstar or black hole in the centre of the Galaxy? FLASHBACK. L. Klimka. The instruments used at the old Vilnius observatory. J. Francmanis. The golden anniversary of the Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences. IN OUR REPUBLIC. A. Alksnis. The photographs of Halley's comet taken at Baldone. Leonora Roze. The starred sky in the winter of 1986/87.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1986/87 ГОДА

Составитель *Леонид Фрицевич Розе*

Издательство «Зинатне», Рига 1986

На латышском языке

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 1986./87. GADA ZIEMA

Sastādītājs *Leonīds Roze*.

Redaktore *Z. Kļaviņa*, Mākslinieciskā redaktore *V. Pugačova*, Tehniskās redaktore *E. Griķe*, *G. Šļepkova*, Korektore *L. Vancāne*.

Nodota salikšanai 30.07.86. Parakstīta iespiešanai 17.10.86. JT 13873. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums, 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,88 uzsk. kr. nov.; 6,48 izdevn. l. Metiens 4200 eks. Pasūt. Nr. 103023. Māksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeņa ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



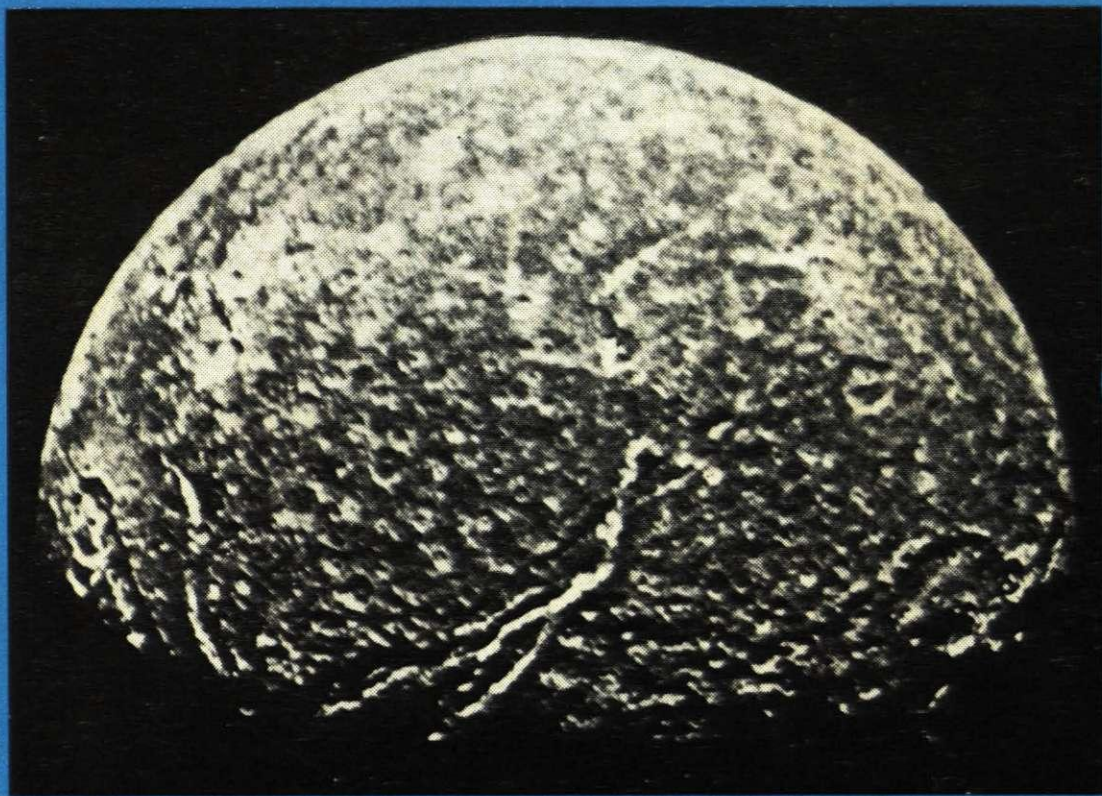
PSRS Astronomijas padomes 50 gadu jubilejas medaļa. Autors — tēlnieks Jānis Strupulis.

LU bibliotēka



220062587

● Urāna pavadonis Titānija attēlā, ko 1986. gada 24. janvārī no 370 000 km attāluma uzņēmis kosmiskais aparāts «Voyager-2» (ziemeļi — pa labi). Atbilstoši šajā kosmiskajā eksperimentā iegūto attēlu ģeometriskās apstrādes rezultātiem Titānija būtu uzskatāma par Urāna lielāko pavadoni — tās diametrs ir ap 1590 km, turpretī Oberonam — tikai ap 1550 kilometru. Taču šo vērtību starpība nav būtiski lielāka par iespējamo diametra noteikšanas kļūdu, tādēļ šāds spriedums vēl nav atzīstams par galīgu. (Sk. rakstu «Tālā Urāna pasaule».)



● Tā kā Saules apgaismojums Urāna apkaimē ir 370 reizu vājāks nekā uz Zemes, šīs tālās planētas, tās pavadoņu un gredzenu attēli jāeksponē vairākas sekundes, pat desmitiem sekunžu — tik ilgi, ka lidaparāta kustība attēlu stipri izsmērētu. Lai tā nenotiktu, tikai Jupitera un Saturna izpētei domātajā «Voyager-2» jau lidojuma laikā tika ieviests jauns orientācijas režīms (pārprogrammējot bortsistēmu vadības ESM). Proti, attēla eksponēšanas laikā kosmiskais aparāts ar ļoti īsiem raķešdzinēju impulsiem tika griezts tā, lai novērstu novērojamā objekta pārvietošanos telekamerās redzeslaukā.