

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



*Jk rītiņa Saule lēca
Sarkanāi kociņā;
Jauni puiši veci lapa
Tō kociņu meklēdami.*

Tautasdziesmas astronomiskā izcelsme ● Jaunas atziņas kvazāru pētniecībā ● Par sengrieķu filozofa Heraklita uzskatiem ● Atmosfēras emisijā atbalsojas kosmiskie starti ● Sievietes kosmosā ● Astronomijas un fizikas olimpiādes skolēniem ● Pētām automodeļus

1985
PAVASARIS



Lapsiņas zvaigznāja nova (norādīta ar bultu) pēc uzņēmuma, kuru 1984. gada 24./25. augusta naktī ar Riekstukalna Šmita teleskopu ieguvis I. Jurģītis (sk. rakstu «Nova Lapsiņas zvaigznājā»).

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1985. GADA PAVASARIS 107

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKU
RAKSTU KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

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

Numuru sastādījis **A. Buiķis**

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



RIGA «ZINĀTNE» 1985

SATURS

K. Barona jubilejai

J. Klētnieks. Tautasdziesmas astronomiskā izcelsme 2

Zinātnes ritums

Z. Alksne, A. Alksnis. Oglekļa zvaigznes Galaktikā un citās zvaigžņu sistēmās 12
A. Balklavs. Kas jauns kvazāru pētniecībā? 17

Zeme un tai tuvais kosmos

A. Grabinskis. Zemes mākslīgie pavadoņi un elektrosakari (*nobeigums*) 27

Jaunumi

A. Alksnis. Nova Lapsiņas zvaigznājā 34
N. Cimahoviča. Saules rentgenstaru 160 minūšu pulsācijas 35
N. Cimahoviča. Atmosfēras emisijā atbalsojas kosmiskie starti 35

Kosmosa apgūšana

Beigusies trešā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (pēc TASS ziņojumiem) 37
E. Mūkins. Mūsdienu kosmiskie teleskopi. 2 38
E. Mūkins. Sievietes apgūst kosmosu 44

Skolā

G. Svabadnieks. Kārtējā skolēnu astronomijas olimpiāde 49
L. Šmits. Republikas devītā atklātā fizikas olimpiāde 52
T. Romanovskis, U. Millers. Pētām automodeļus 58

Atskatoties pagātnē

M. Kūle. Kosmos un uguns (par sengrieķu filozofa Heraklita uzskatiem) 61

Leonora Roze. Zvaigžnotā debess 1985. gada pavasarī 67



TAUTASDZIESMAS ASTRONOMISKĀ IZCELSME

JĀNIS
KĻĒTNIEKS

Viena no sarežģītākajām problēmām latviešu folkloristikā ir tautasdziesmu izcelsmes hronoloģijas noteikšana. Jau vairāku paaudžu folkloras pētnieki aizvien ir meklējuši dažādus hronoloģiskos pieturas punktus, lai varētu noteikt tautasdziesmu vecumu. Daļai vēsturiskā laika (13.—18. gs.) tautasdziesmu vecums ir jau apzināts, bet senākās cilmes tautasdziesmām tēlu un motīvu izcelsmes hronoloģija ir vēl neskaidra.

Nozīmīgu virzienu aizvēsturiskā laika tautasdziesmu vecuma noteikšanai iezīmē pētījumi par tautasdziesmu astronomisko cilmi un tajās minēto astronomisko notikumu hronoloģiju.

Jau pirmie latviešu tautasdziesmu pētnieki nojauta, bieži vien intuitīvi, ka daļa dziesmu nāk no tālas pagātnes, no pirmskristietības laika. Dundagas mācītājs Johans Višmanis (miris ap 1705. g.) savā latviešu dziesmu draugiem sarakstītajā poētikas darbā «Der Unteutsche Opitz»¹ (Nevācu Opics), ko viņš tā nosaucis par godu vācu poētikas izveidotāja Martīna Opica (1597—1639) simts gadu piemiņai, latviešu tautasdziesmām senu izcelsmi piedēvēja to trohaiskajā pantmēra dēļ. Pēc Višmaņa domām, tas gan liecinot par dziesmu poētisko bezgaršību, no kuras mācītam dziesminiekam jāvairoties.

Latviešu laicīgās literatūras pamatlicējs Gothards Frīdrihs Stenders (1714—1796) savā valodnieciskajā darbā «Lettische Grammatik»²

¹ Pilns virsraksts — Der Unteutsche Opitz. Kurtze Anleitung zur Lettischen Dicht-Kunst. Wohlmeinend abgefasset von Johann Wischmann, Pastoren zu Dondangen. Riga. Bey G. M. Nöller. Anno 1697.

² Stender G. F. Lettische Grammatik. Zweyte Auflage. Mitau, J. Fr. Steffenhagen, 1783.

(Latviešu gramatika) latviešu tautasdziesmas gan pielīdzina rupjajām senvācu bardu (dziesminieku) dziesmām, tomēr tas netraucē viņam tautasdziesmas uzlūkot par latviešu dzejas sākumu. Stendera uztverē episkās (mitoloģiskās) dziesmiņas liecinot, ka tās esot ļoti vecas, jo tajās varot rast pēdas no pagānu laikiem. Stenders pagānisma pēdas ierauga mitoloģisko tautasdziesmu poētiskajos tekstos, kur minēti gan Dieva dēli, Dieva zirgi, Saules meitas, gan arī Jūras un Vēja māte un vēl citi seno dievību tēli. Visnotaļ apdvests savos darbos ar kristīgās ticības garu, Stenders latviešu tautasdziesmas pilnībā neizprata un tāpēc arī neatzina. Kā apgaismības gadsimta pārstāvis Stenders par savu uzdevumu uzskatīja noliegt vecos māņus un izglītāt latviešu zemniekus ar «pareizām un derīgām» pamācībām. Tas vairs nebija tik noliedzoši, kā gadsimtu agrāk savā sprediķu grāmatā rakstīja pirmās Livonijas augstskolas — Tērbatas Akadēmijas teoloģijas profesors Georgs Mancelis (1593—1654): «Nebūs jums Sauli, Mēnesi un zvaigznes pielūgt un priekš tiem ceļos mesties, ne šādu un tādu koku, ne

akmeni, ne kādu tārpu, ne ķiploku kā jūsu tēvu tēvi, pagāni būdami, tādus niekus un radītās lietas pielūguši.»³

Tāpat kā G. F. Stenders, latviešu tautasdziesmas un to kultūrvēsturisko nozīmi vēl neprata novērtēt daudzi citi 18. gs. otrās puses progresīvie vācu tautības literāti un zinātnieki. Augusts Vilhelms Hüpels (1737—1819), Vidzemes mācītājs, vēsturnieks un literāts, kas daudz darīja, lai izgaismotu latviešu un igauņu vēsturi, saimniecisko dzīvi un vietējo ļaužu paražas,⁴ latviešu tautasdziesmas atzina par «nožēlojamām un bērnišķīgām»⁵.

Pirmais, kas izprata latviešu tautasdziesmu kultūrvēsturisko vērtību, bija Johans Gotfrīds Herders (1744—1803), vācu humanists, filozofs un rakstnieks, kurš neilgu laiku strādāja Rīgā par Domscolas skolotāju (1764—1769). J. G. Herderu tagad pamatoti uzskata par latviešu tautasdziesmu vākšanas aizsācēju un folkloristikas dibinātāju,⁶ jo viņa centienu rezultātā neliela grupa latviešu tautasdziesmu tika iekļautas vispārējā tautasdziesmu antoloģijā.⁷ Sis Herdera darbs Eiropas izglītoto sabiedrību pirmoreiz iepazīstināja ar latviešu tautasdziesmu poētisko daiļumu, to sociālo saturu un nozīmi tautas dzīvē.

Herdera nozīmīgais latviešu tautasdziesmu vērtējums aktivizēja daudzus vācu tautības kultūras darbiniekus pievērst uzmanību latviešu tautasdziesmām, vākt un publicēt tās: Gustavs Bergmanis (1749—1814), Āraišu, Mazsalacas un Rūjienas mācītājs, valodnieks, 1807.—1808. g. izdeva divus pirmos latviešu tautasdziesmu krājumus; Erenfests Katerfelds (1797—1876), Priekules un Durbes mācītājs, latviešu tautiskās atmodas laika idejiskā vadītāja Ata

³ Mancelius G. Lang-gewünschte Lettische Postill. Rīga, G. Schroeder, 1654.

⁴ Sk. Klētnieks J. Vidzemes ģeogrāfiskā izpēte XVIII gadsimtā. — Astronomiskais kalendārs 1984, 162.—166. lpp.

⁵ Hupel A. W. Topographische Nachrichten von Lief- und Ehstland. Rīga, 1777, Bd. 2, S. 133.

⁶ Strods H. J. G. Herders un latviešu tautasdziesma. — Karogs, 1983, № 6, 147.—152. lpp.

⁷ Herder J. G. Volkslieder. Hrsg. T. Falk. Leipzig, 1779, Bd. 2, S. 182, 183.

Kronvalda audzītēvs, Latviešu draugu biedrības rakstu krājumā rakstīja par latviešu tautasdziesmām; Bitners Georgs (1805—1883), Kabiles mācītājs, 1844. g. izdeva «Latviešu ļaužu dziesmas un ziņģes», kur iekļautas 2854 tautasdziesmas; Kārlis Krišjānis Ulmanis (1793—1871), teologs, Tērbatas universitātes profesors un rektors, sarakstīja pirmo astronomijas mācību grāmatu latviešu valodā «Kādas ziņas par to, ko pie debess redzam» (1837), kurai bija pievienota zvaigžņu karte — «debess rullis».⁸ K. Ulmanis, tāpat arī A. Bilenšteins un vēl daudzi citi, rakstīja par latviešu tautasdziesmām, intuitīvi izceļot to seno izcelsmi.⁹

Uzskatam, ka daļa tautasdziesmu nāk no tālas pagātnes, pievienojās arī pirmie latviešu tautasdziesmu vācēji un kārtotāji — Jānis Sproģis (1835—1916), Fricis Brīvzemnieks (1846—1907) un Krišjānis Barons (1835—1923).

Krišjānis Barons «Latvju dainu» ievadā rakstīja: «Mūsu tautasdziesmas ir pa lielākaļai daļai mantojums no sirmās neminamas senatnes. Muti no mutes, no auguma uz augumu pāriedamas, tās uzglabājušās tautas atmiņā līdz mūsu dienām.»¹⁰ Pie senākās cilmes tautasdziesmām K. Barons pieskaitīja mitoloģiskās dziesmas ar dažādiem astronomiskiem tēliem, svētku, sviņamo dienu un ieražu dziesmas. Kārtojot Barons tās izdalīja atsevišķi no plašā un daudzveidīgā tautasdziesmu klāsta, lai «pasniegtu pētniekiem dažādā ziņā svarīgus, drošus materiālus»¹¹.

Latviešu tautasdziesmu hronoloģijas pētījumi plašāk tika izvērtēti pēc Krišjāņa Barona «Latvju dainu» publicēšanas. Latviešu mitoloģijas pētnieks P. Smits, analizējot tautasdziesmās atspoguļotos laikmetus, atzina, ka visplašāk pārstāvēts 13.—16. gs., laikposms, kad latviešu senkultūra ne tikvien nāca saskarē ar

⁸ Rabinovičs I. Pirmā astronomijas mācību grāmata latviešu valodā. — Zvaigžņotā debess, 1959. gada ziema, 44.—47. lpp.

⁹ Bičolis J. Latviešu tautas dziesmu hronoloģijas problēma. R., Ramave, 1936, 171.—212. lpp.

¹⁰ Barons K., Visendorfs H. Latvju dainas. Jelgava, 1894, 1. sēj., III lpp.

¹¹ Turpat, XII lpp.

vācu iekarotāju ideoloģiju, bet arī pārmainījās ar varu uzspiestās kristietības iespaidā. P. Smits gan nenoliedza, ka dažā tautasdziesma varētu būt senāka par minēto laikmetu.¹²

Tautasdziesmu astronomisko tēlu — Saules, Mēness, Ausekļa, Saules meitu, Dieva dēlu u. c. — pētījumi mitoloģiskajā skatījumā noveda pie šo tēlu simbolistiskas izpratnes un to ļoti senas izcelsmes, ko ne ar pašiem mītiem, ne ar arheoloģiskajiem atradumiem nevarēja hronologizēt. Spilgti tas izpaudās t. s. mitoloģiskā animisma piekritēju darbos. Pēc viņu uzskata, katram tautasdziesmu astronomiskajam tēlam ir savs gars, dvēsele (*lat. anima* — dvēsele) un šo tēlu kosmiskajām norisēm ir reliģisks raksturs. Balstoties uz šādiem pieņēmumiem, mitoloģiskā animisma redzamākie pārstāvji — M. Bruņenieks, E. Brastiņš, E. Zicāns u. c. — izveidoja apoloģētisku seno latviešu reliģisko sistēmu.

Mitoloģiskā animisma novirziens pēdējā laikā attīstās kā reliģiskā sinkrētisma paveids¹³, kas tautasdziesmu astronomiskos tēlus uzlūko par simboliskām dievībām, kuru izcelsme sakņojas cilvēka garīgajā pasaulē. Raksturīgs reliģiskā sinkrētisma pārstāvis ir emigrācijā dzīvojošais latviešu folkloras pētnieks H. Biezais.¹⁴

Tautasdziesmu astronomisko tēlu skaidrojums mitoloģisko simbolu veidā pēc savas būtības noliedz tautasdziesmu astronomisko izcelsmi.

Dabas un dabas parādību skatījums, tāpat kā morālo un sociālo attieksmju vērtējums, latviešu tautasdziesmās nāk no reāliem vērojumiem cilvēka dzīvē, nevis no viņa mitoloģiskās pasaules uztveres apziņā. Tāpēc tautasdziesmu izcelsmes reālistiskā bāze prasa arī atbilstošu reālistisku to satura vērtējumu.

Kā viens no pirmajiem šādu reālistisku skatījumu par tautasdziesmu astronomiskajiem tē-

liem devis V. Sinaiskis.¹⁵ Lietojot salīdzinošo astronomijas izziņas metodiku, V. Sinaiskis parādīja, ka lielai daļai mitoloģisko tautasdziesmu ir astronomiska izcelsme. Vairāki mitoloģiski neskaidri tēli — Saules meitas, Dieva dēli u. c. — V. Sinaiska skatījumā rod reālu astronomisko skaidrojumu: Saules meitas, piemēram, ir planētas, no kurām viena ir Venēra, Dieva dēli ir spožās zvaigznes vai zodiaka zvaigznāji.¹⁶ V. Sinaiskis devis arī senākā latviešu kalendāra skaidrojumu.

Objektīvāku un vēl dziļāku astronomisko tēlu un kosmisko parādību izpratni sniedzis K. Straubergs. Viņa skaidrotie latviešu kosmoloģijas pamatjēdzieni, tādi kā debesu kalns, Saules ceļš, Saules koks u. c., astronomiskajā skatījumā ir reālas kosmosa uztveres ainas, kas tautasdziesmās saglabājušās «gan savas gleznainības dēļ, gan arī tāpēc, ka rītmā saturētā tautas dzeja vispārīgi var vieglāki pāriet no paaudzes uz paaudzi nemainītā veidā»¹⁷.

Tautasdziesmu hronoloģijas pētījumiem K. Straubergs gan pievērsis mazāk uzmanības, tomēr viņa secinājums, ka debesu dievu jēdziens ir jaunāks par galvenajiem kosmoloģiskajiem jēdzieniem, ir būtisks pamatojums tautasdziesmu astronomiskajai izcelsmei.¹⁸ K. Strauberga izvirzītie metodoloģiskie principi, ka jānošķir laika ziņā dažādie tautasdziesmu slāņi un ka kosmoloģiskie varianti jāatbrīvo no nevajadzīgajiem simboliem, ir aktuāli arī tagad.

K. Barona intuitīvi nojaustais un citu tālāk attīstītais uzskats par astronomisko tēlu reālu atainojumu latviešu tautasdziesmās ir viena no latviešu padomju perioda folkloristu darba vadlīnijām.

Kādā no pēdējā laikā izdotajām latviešu tautasdziesmu izlasēm par dabu folklorists K. Arājs raksta: «Mitoloģiskā viela .. tautasdziesmās visnotaļ saglabājusi savu reālistisko pamatu. Tā atspoguļo pirmatnējos astronomis-

¹² Smits P. Dažādi laikmeti tautas dziesmās. — Krāj.: Latvieši. R., 1932, 2. sēj., 7.—14. lpp.

¹³ Sinkrētisms (*gr. synkrētismos* — savienojums) — dažādu pretrunīgu, nesavienojamu uzskatu savirkņējums.

¹⁴ Biezais H. Die himmlische Götterfamilie der alten Letten. Uppsala, 1972, 593 S.

¹⁵ Sinaiskis V. Latviešu poētiskie dabas vērojumi. — Latvju tautas daiņas. R., 1928, 1. sēj., 449.—464. lpp.

¹⁶ Turpat, 459. lpp.

¹⁷ Straubergs K. Pasaules jūra. — Senatne un Māksla, 1937, № 4, 169. lpp.

¹⁸ Turpat, 171. lpp.

kos priekšstatus, senas, maģiskas izdarības, kas sakņojas vēlējumos atvieglot darbu, celt tā ražību... , mēģinājumu izskaidrot dabas un dabas parādību cilmī un likumsakarības.»¹⁹ Šis uzskats stimulējis tautasdziesmu pētniecībai pievērsties dažādu zinātņu speciālistus — astronomus, arheologus, etnogrāfus un citus.

Astronomijas vēsturnieks I. Rabinovičs sešdesmitajos gados publicēja vairākus rakstus, kuros viņš, konkretizējot dažu tautasdziesmās jau pētītu priekšstatu — Saules ceļa, Saules un Mēness kustības, Venēras redzamības u. c. — jēgu, ne vien deva tiem plašāku skaidrojumu, bet arī izvirzīja vairākas jaunas idejas.²⁰ Viņš izteica domu, ka par gadalaiku maiņu cilvēkiem senatnē vēstījuši zvaigznāji, kas atbilstošajā laikā bijuši novērojami īsi pirms Saules lēkta vai drīz pēc rieta. Hronoloģizējot tautasdziesmās minētā Sietiņa (zvaigžņu kopa Plejādes) heliakālo rietu, atklājās, ka šis zvaigznājs mūsu ēras 5. gadsimtā vēstījis par zemkopja darbu sākumu pavasarī.

Pirmatnējo astronomisko priekšstatu izcelsmes sākumu un to attīstības pirmo posmu I. Rabinovičs saskata arī rotaļās un rotaļu elementos, kas šos priekšstatus it kā modelējoši.²¹ Vairākas senās rotaļas — «Saule un Mēness» (LD, 48), «Mēness dzišana» (LD, 34), «Cik tālu Sietiņš?» (LD, 52)²² — šo uzskatu arī labi atspoguļo, vismaz attiecībā uz Mēness fāžu maiņu sinodiskajā (29,5^d) periodā.

Rotaļu elementos kā senu maģisku rituālu paliekās, tāpat arī mīklās un pasakās, neapšaubāmi, varēja saglabāties vairāku pirmatnējo astronomisko priekšstatu pēdas. Galvenais astronomiskais elements rituālajās darbībās senatnē bijis lunārā kalendāra cikla atveidojums. To pierāda senās apbedīšanas tradīcijas, ko arheologi atklājuši agro metālu laika kapu-

laukos un kapu uzkalniņos Latvijas teritorijā.²³ Arheoloģiskie atsegumi Doles Ķivutkalna kapulaukā, ko attiecina uz bronzas laikmeta vidu — aptuveni l. g. t. p. m. ē., uzrāda ap dažiem apbedījumiem lokā sakrautus 27—30 akmeņus.²⁴ Līdzīga rituālā izpaušmes atklāta arī jaunāka laika apbedījumos. Slates kapu uzkalniņā (3.—5. gs.) akmeņu krāvuma loks veidots no 29 akmeņiem.²⁵ Par lunārā kalendāra seno izcelsmi — pirms apmēram 10—12 tūkstošiem gadu — paleoastronomijas pētnieki tagad ir vienprātīgi.²⁶

Diemžēl, bagātais Latvijas arheoloģiskais materiāls kontekstā ar pirmatnējiem astronomijas elementiem vēl joprojām ir nepietiekami pētīts. Līdzīgs stāvoklis izveidojies attiecībā uz tautas ornamentiku, kas ietver sevī stilizētus dažādu astronomisko priekšstatu veidus.²⁷ Dažu raksturīgu tautas ornamentikas elementu saistībai ar astronomiskajiem priekšstatiem, kas atspoguļoti arī tautasdziesmās, vairākkārt pievērsis uzmanību pazīstamais zinātnes popularizētājs V. Grāvītis.²⁸

Pašreizējā pētījumu stadijā latviešu tautasdziesmu astronomiskie priekšstati ir jau tik tālu apzināti, ka var runāt par aizvēstures astronomijas sistēmu — seno latviešu kosmoloģiju.²⁹ Tuvākais uzdevums ir šo sistēmu hronoloģizēt un papildināt ar arheoloģijas, etnogrāfijas un vēsturiskās valodniecības pētījumiem.

Sniegtais apskats kaut īsumā parāda latviešu tautasdziesmu astronomiskās izcelsmes izpētes gaitu un sasniegto, kura pamatā ir K. Barona mūža darbs — «Latvju dainas». Tautasdziesmās

²³ Graudonis J., Loze I. Apbedīšanas tradīcijas Latvijā pirmatnējās kopienas laikā. — Arheoloģija un etnogrāfija, R., 1970, 9. sēj., 31.—59. lpp.

²⁴ Turpat, 40. lpp.

²⁵ Turpat, 43. lpp.

²⁶ Elsalsu H. Eiropas paleoastronomijas izpēte starpzinātņu skatījumā. — Zvaigžņotā debess, 1984. gada vasara, 54.—57. lpp.

²⁷ Siliņš Š. M. Alšvanga. — Latvju raksti, R., [1931], 1. sēj., 1.—56. lpp.

²⁸ Grāvītis V. Par «Saules ratiem» un «Saules zirdziņiem». — Zvaigžņotā debess, 1968. gada vasara, 50., 51. lpp.

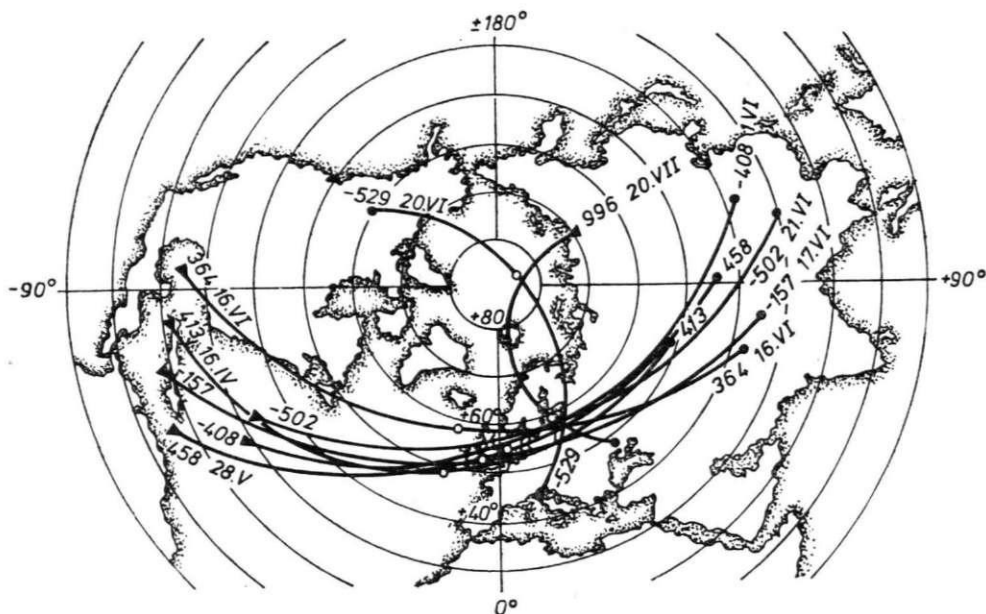
²⁹ Klētnieks J. Astronomiskie priekšstati latviešu tautasdziesmās. — Astronomiskais kalendārs 1985, 158.—176. lpp.

¹⁹ Arājs K. Saule sēja sudrabiņu. R., 1972, 6. lpp.

²⁰ Rabinovičs I. Astronomijas elementi latviešu folklorā. — Astronomiskais kalendārs 1963. R., 1962, 118.—126. lpp.

²¹ Rabinovičs I. Kas tā ir — Saules meita? — Zvaigžņotā debess, 1966. gada ziema, 36.—39. lpp.

²² Barons K., Visendorfs H. Latvju dainas, 5. sēj., 195.—242. lpp.



1. att. Pilna Saules aptumsuma joslas, kas ap 2000 gadu ilgā laika periodā (no 530. g. p.m.ē. līdz m.ē. 1200. g.) gājušas pāri Baltijai. Ar bultiņu apzīmēts aptumsuma sākums.

ir gan rasti dažu aizvēstures laikmetu raksturojumi, bet stingri hronoloģiskie pieturas punkti līdz šim nav atklāti.

Tautasdziesmas, kā to jau norādīja K. Barons³⁰, nesatur episko informāciju. Taču tautasdziesmu poētiskā četrinde pēc savas morfoloģiskās uzbūves ir patstāvīgas informācijas nesēja. Cettrindes kompozicionālajā struktūrā pirmā divrinda parasti ir jautājums vai poētisks dabas ainas tēlojums, bet otrā divrinda ir atbilde uz jautājumu vai arī izteiktajai dabas ainai pretstatīts cilvēka dzīves vērojums.³¹

Zinot šo tautasdziesmu morfoloģisko īpatnību, aiz poētiskā dabas ainas tēlojuma jāmeklē reālas dabas parādības atspoguļojums. Ar tautas poēziju saglabātajai senajai informācijai var būt arī episks raksturs, ja vien to iespējams hronoloģizēt.

Attiecībā uz tautasdziesmu astronomisko iz-

celsmi episkais raksturs meklējams tieši tajās tautasdziesmās, kurās atainota kāda reti novērojama kosmiskā parādība — Saules aptumsums, spožas komētas parādīšanās, planētu konjunkcija, pārnovas uzliesmošana, liela meteora krišana un tamlīdzīgas. Šādas parādības astronomijā ir precīzi hronoloģizējamas.

Bet vai tādus astronomiskos notikumus mūsu tautasdziesmas atspoguļo? — Daži no tiem dainās tiešām ir atrodami.

Vispirms par Saules aptumsumu. Ir zināmas divas tautasdziesmas, kas vēsta par šādu notikumu:

Spīguļo, Saulīte,
Spīguļo, spīguļo!
Met melnu kreklu zemē,
Velc baltu mugurā!

LD 34028, 1

Velc, Saulīte, baltu kreklu,
Met melno jūriņā;
Saules meitas izvelēs
Ar sudraba vāļītēm.

LD 34028, 2v.

³⁰ Barons K., Visendorfs H. Latvju dainas, 1. sēj., XXI lpp.

³¹ Ozols A. Latviešu tautasdziesmu valoda. R., 1961, 39. lpp.

minētais Saules aptumsums notika 1207. gada 28. februārī, un tas bija gredzenveida aptumsums, kura maksimālā josla gāja pāri Kurzemes ziemeļdaļai un Igaunijas vidienē. Šis aptumsums, kā raksta hronists, ilga «lielāko daļu dienas»³⁴.

Tautasdziesmu sniegtā informācija par Saules aptumsumiem gan parāda senus astronomiskus notikumus, bet hronologizēt tos nav iespējams.

Aplūkosim, kā tas ir attiecībā uz komētām. Vairākās tautasdziesmās stāstīts, ka Dievs met Saulei vai arī Saule met Mēnesim ar sudraba akmentiņu.

Saul' ar Dievu ienaidā
Pusdienā, pusnaktī:
Dieviņš meta Saulītei
Ar sudraba akmentiņu.

LD 33906

Trīs dieniņas, trīs naksniņas
Dievs ar Sauli ienaidā:
Saule laida Mēnešam
Ar sudraba akmentiņu.

LD 34016

No daudzajām pie debesīm vērojamām astronomiskajām parādībām šāds sudraba akmentiņš gan laikam var būt tikai spoža komēta. Spožas zvaigznes un planētas senie latvieši jau prata savstarpēji atšķirt.³⁵ Iemesls, kāpēc sudraba akmens tiek mests, ir Dieva un Saules ienaidis. Kāds ir ienaida cēlonis un kad šis ienaidis radies, to minētās tautasdziesmas tuvāk nepaskaidro. No šīm četrindēm atkal varam konstatēt tikai astronomiskās parādības novērošanas faktu, bet ne laiku.

Ir tautasdziesmas, kurās teikts, ka Saule kuļ Mēnesi ar sudraba čakārniņu (LD 33925—33928; Ltdz 10425—10429).

Saule laida Mēnešam
Ar sidraba čakārniņi,
Kam tas gaiši nespīdēja
Tumšajā naksniņā.

LD 33928

³⁴ Indriķa Livonijas hronika, 53. lpp.
³⁵ Kļētnieks J. Astronomiskie priekšstati ..., 168. lpp.

Saule kūla Mēnestiņu
Ar sudraba čakārniņu;
Dieva dēli lūkojasi
Caur rozišu lapiņām.

LD 33926 v.

Saule kūla Mēnestiņu
Ar sudraba čakārniņi.
— Ai, Saulīte, nekuļ mani,
Tev dieniņa, man naksniņa.

LD 33925

Saule kūla Mēnesniču
Ar sudraba čakārniņu;
Saule sēja rožu dārzu,
Mēnesniča nosaldejā.

LD 33927

Šīs dainas nākušas no dažādiem Latvijas novadiem, gan no Ēdoles (LD 33925) un Krotes (LD 33926) Kurzēmē, gan no Tirzas (LD 33927) un Vatrānes (LD 33928) Vidzemē. Ņemot vērā vēl daudzus (gandrīz simt) variantus, var teikt, ka šīs tautasdziesmas ir bijušas visai izplatītas.

Minētajās tautasdziesmās pirmā divrinde izsaka reālu pie debesīm novērojamu astronomisko parādību. Sudraba čakārniņis, ar ko Saule kuļ Mēnesi, var būt tikai spožas komētas aste, kas, vēdekļa veidā izpletusies, skar Mēnesi.

Lai tautasdziesmās minētā astronomiskā situācija varētu veidoties, komētai ir jābūt pienākušai pietiekami tuvu Saulei, kad no komētas kodola izplūstošās gāzes un putekļi sāk fluorescēt mirdzēt. Komētai, protams, ir jāatrodas starp Sauli un Mēnesi. Tas iespējams tikai jaunā vai vecā Mēnesī līdz pirmajam vai pēc pēdējā ceturkšņa.

Iemesls, kāpēc Saule kuļ Mēnestiņu, tautasdziesmās ir dažādi variēti: Mēness naktī nav gaiši spīdējis (LD 33928), vai arī mēnesniča nosaldējusi Saules sēto rožu dārzu (LD 33927). Tās ir krāšņas poētiskas dabas ainas. Mēnestiņš pat mīļi saka Saulītei, lai šo nekuļot, jo viņai taču piederot diena, bet šim esot nakts (LD 33925).

Taču skaistās dabas ainas slēpj sevī vērtīgu hronoloģisko informāciju. Mēness tiek kults gadalaikā, kad Saule sējusi rožu dārzu, resp., ziedu laikā. Mūsu klimatiskajos apstākļos krāšņākais ziedu laiks ir maija beigās un jūnijā

Komētu parādīšanās laikposmā no 240. g.p.m.ē. līdz m.ē. 1456. g. un to orbītu elementi

Gads	Nosaukums	Novērošanas laiks	Novērojumu skaits	Perihēlija pāriešanas laiks	Perihēlija attālums, a. v.	Orbītas ekscentric.	Orbītas slīpums, grādi	Periods, gadi
240 p.m.ē.	Haleja	V—VI	161*	25. maijs**	0,59	0,97	163	76,7
m. ē. 218	„	IV—V	161	17. maijs	0,58	0,97	163	77,4
295	„	V	161	20. aprīlis	0,58	0,97	163	79,1
451	„	V—VII	161	28. jūnijs	0,57	0,97	163	79,3
574	—	4. IV—23. V	3	25. marts	0,73	1,0	54	—
760	Haleja	V—VII	161	20. maijs	0,58	0,97	163	77,0
770	—	26. V—9. VII	4	5. jūnijs	0,58	1,0	117	—
905	—	18. V—12. VI	4	26. aprīlis	0,20	1,0	140	—
912	Haleja	V—VII	161	18. jūlijs	0,58	0,97	163	77,4
1110	—	29. V—11. VI	3	18. maijs	0,83	1,0	136	—
1145	Haleja	IV—VI	161	18. aprīlis	0,58	0,97	163	79,0
1456	„	26. V—8. VII	161	9. jūnijs	0,58	0,97	163	77,1

* Haleja komētas orbīta aprēķināta, ņemot 161 novērojumu, kas iegūti 1607.—1910. g.

** Pēc Jūlija kalendāra; diena sākas pusnaktī.

līdz vasaras saulgriežiem, 21., 22. jūnijam. Šajā laikā zied pļavas, zaļo tīrumi, zied puķes dārzeņos — Saule sēj rožu dārzeņus. Rožu dārzeņus tautasdziesmās tiek minēti ļoti bieži. Starp citu, botāniķi uzskata, ka tautasdziesmās minētās rozēs ir kaula jeb kāršu rozēs, nevis tagad izplatītās ziemcietīgās krūmu rozēs.³⁶

Astronomiskā notikuma laika noteikšanai svarīga ir arī norāde, ka Saule kūlusi Mēnesītiņu par to, ka tas nav spoži spīdējis (LD 33928). Tātad tas noticis jaunā vai vecā, bet nekādā ziņā ne pilnā Mēnesī.

Tautasdziesmas sniedz pietiekami plašu astronomisko informāciju, lai varētu mēģināt identificēt kādu noteiktu komētu, kura būtu veidojusi minēto astronomisko situāciju. Bet vai tas vispār ir iespējams, jo zināmo komētu skaits tagad pārsniedz 1700? — Apmēram divām trešdaļām no tām ir jau aprēķinātas kustību orbītas, un astronomi var prognozēt šo komētu parādīšanos.

Tautasdziesmās minētās komētas identificē-

šanu atvieglo norāde, ka tā parādījusies maija beigās, jūnijā. Tas stipri vien sašaurina meklējumu apjomu. Šajā gadalaikā, kad naktis kļūst īsas un debesis ir samērā gaišas, senatnē novērots maz komētu. Divtūkstoš gadu ilgā laikposmā, no 500. g. p. m. ē. līdz m. ē. 1500. g., uz tautasdziesmās minēto gadalaiku attiecas 12 spožas komētas un astoņas no tām ir periodiski novērojamā Haleja komēta (sk. tabulu).³⁷

Ziņas par senākiem komētu novērojumiem nāk no ķīniešu hronikām, galvenokārt no Ma Tvan Lina enciklopēdiskā darba, kuru eiropieši iepazīna tikai pagājušā gadsimtā.³⁸ Daļai no tabulā minētajām komētām — 574, 770, 905 un 1110 g. — pietiekami precīzi orbītu elementi nebija zināmi līdz pat 1979. g., kad tos izskaitēja japāņu astronoms Hasegava.

Haleja komētas orbitālā kustība pēdējā laikā ir labi izpētīta. Amerikāņu astronomi D. K. Jo-

³⁷ Marsden B. G. Catalogue of cometary orbits. — Minor Planet Center, 1982, p. 8., 9.

³⁶ Zāmelis A. Augi latvju dainās. — Latvju tautas dainas. R., 1928, 1. sēj., 96. lpp.

³⁸ Williams J. Observations of comets, from B. C. 611 to A. D. 1640. London, 1871, p. 134.

tai izveidojās aste. Komēta spīdēja jau tik spoži kā viena no visspožākajām zvaigznēm pie debess — Kapella Vedēja zvaigznājā (~0^m). Maija vidū, kad komēta bija gandrīz vistuvāk Saulei — ap 0,6 a. v. attālumā —, komētas spožums vēl pieauga (~ -1,5^m) un 30—40° garā aste, sadalījies vairākās joslās, bija izpletusies ka vēdeklis gar ekliptiku. Virzoties no austrumiem uz rietumiem, komētai aizvien vairāk tuvojās Mēness, kas uzlēca pusnakti un bija redzams pie debess līdz pusdienas laikam. Mēness bija pēdējā ceturkšņa fāzē. 16. maijā Mēness iegāja debess apgabalā, kur bija izpletusies komētas aste. 17. maijā apmēram divas stundas pirms Saules lēkta uzlecošais Mēness jau bija redzams komētas astes zonā — Saule kūla Mēnesi ar sudraba čakarīti. Acīmredzot, kā tas raksturīgs maijam, bija uznācis auksts laiks, kas 17. maija ritā izraisīja stipru salnu, no kuras nosala ziedi — Saules sētais rožu dārzs.

Tā kā minētā astronomiskā situācija raksturota kalendāra laikā uz 1950. g. ekliptikas epochu, tad iznāk, ka 17. maijā 240. g. p. m. ē. Saule jau tuvojās vasaras saulgriežu punktam un izgāja caur to 22. maijā. Tādējādi kļūst saprotamāka fenoloģiskā gadalaika situācija — ziedu laiks pirms vasaras saulgriežiem.

240. gadā p. m. ē. komētu noverojuši arī ķīniešu astronomi. Ma Tyan Lina hronikā minēts: «Imperatora Ci Hvanga valdīšanas 7. gadā parādījās (debess) austrumpusē komēta. Vēlāk tā bija redzama uz ziemeļiem. 5. mēnesī 16 dienas to varēja redzēt rietumpusē.»⁴⁰ Ķīnas imperatora Ci Hvanga 7. valdīšanas gads ir 240. gads p. m. ē.; 5. mēnesis ir maijs.

Lai gan ķīniešu hronika min precīzu komētas parādīšanās gadu un mēnesi, latviešu tautasdziesma (LD 33927) astronomiskajā ziņā sniedz precīzāku notikuma atspoguļojumu. Latviešu tautasdziesma nes sevī astronomisko informāciju par vienu no senākajiem komētas novērojumiem astronomijas vēsturē.

Kā jau tika teikts, izcelsmes hronoloģiju varbūt var noskaidrot arī tam tautasdziesmām,

kurās minētas planētu konjunkcijas, pārnovu uzliesmošana, meteorīta nokrišana.

Vairākas tautasdziesmas sniedz astronomisku informāciju par divu un trīs planētu konjunkciju jeb to grupēšanos debess apgabalā tuvu Saulei:

Div' svecītes jūrā dega
Sudrabiņa lukturos;
Tās dedzina Dieva dēli,
Saules meitu gaidīdami.

LD 33776

Div' svecītes jūrā dega,
Div' sudraba lukturiši;
Saules meita klat sēdēja,
Vainadziņu pušķodama.

LD 33775, 3v.

Mitoloģiskajās tautasdziesmās Zemei ārējās planētas Mars, Jupiters un Saturns tiek saukti par Dieva dēļiem, dažreiz atšķirot tos savā starpā tikai ar epitētiem. Piemēram, viens no Dieva dēļiem valkā sārta mētelīti — Marss, cits izskatās kā vaska dzirnutiņas — Jupiters. Iekšējās planētas Venēra un Merkurs ir Saules meitas. Izņēmums ir Auseklis — rīta pusē redzamais Venēras stāvoklis.

Pirmā no minētajām tautasdziesmām (LD 33776) attēlo divu planētu — divu Dieva dēļu sagrupēšanos, gaidot paradāmiem arī Venēru. Turpretī otrajā tautasdziesmā (LD 33775, 3v.) ir jau sapulcējušās trīs planētas, izveidojies planētu trio. Trīs planētu sapulcēšanās dažkārt vērojama samērā bieži; piemēram, Venēra, Marss un Jupiters tā sapulcējas ik pēc 14 gadiem. Turpretī Venēra, Jupiters un Saturns no Zemes vienā virzienā redzami retāk — ik pēc 215 gadiem. Pēc minētajām tautasdziesmām nav nosakams, kuras no ārējām planētām «jūrā deg» kā divas svecītes sudraba lukturos. Četru planētu sapulcēšanās tautasdziesmās nav minēta. Kā zināms, nesēn, 1982. gada pavasarī, bija novērojams septiņu planētu grupējums. Planētu trio — Venēra, Marss un Jupiters būs atkal ieraugāms 1991. gada jūnijā.

Attiecībā uz pārnovas uzliesmošanu vai liela meteora krišanu tautasdziesmas sniedz mums ļoti skopu informāciju.

⁴⁰ Williams J. Observations ... , p. 2.



OGLEKĻA ZVAIGZNES GALAKTIKĀ UN CITĀS ZVAIGŽŅU SISTĒMĀS

Zenta Alksne,
Andrejs Alksnis

Oglekļa zvaigznes izveidojušās ilgas attīstības gaitā zvaigžņu iekšienē esošo ķīmisko elementu pārvēršanās rezultātā. Oglekļa zvaigžņu relatīvais skaits sarkano milžu vidū ir atšķirīgs gan dažādos mūsu Galaktikas rajonos, gan Magelāna Mākoņos, gan mums tuvākajās pundurgalaktikās. Visbiežāk sarkanie milži sastopami oglekļa zvaigžņu veidā tajās zvaigžņu sistēmās, kuru ķīmiskajā sastāvā smagāko elementu attiecība pret ūdeņradi ir vismazākā.

Oglekļa zvaigznes kā īpaša spektra tipa zvaigznes pirmo reizi izdalīja itāļu astronoms Andželo Seki 1868. gadā. Mūsu gadsimta pirmajā pusē tās daudz pētīja, bet pieaugošais novērojumu materiāls radīja arvien jaunus un jaunus jautājumus par to, kas tad īsti ir šīs zvaigznes. Neizprotamo īpašību dēļ pirms gadiem trīsdesmit V. Baidelmens trāpīgi nosauca oglekļa zvaigznes par astronomisku mīklu. Tā vēl šobrīd nav pilnībā atminēta, tomēr zināms priekšstats par šo debess ķermeņu vietu vispārējā zvaigžņu evolūcijas secībā ir iegūts.

Saskaņā ar mūsdienu evolūcijas teoriju, oglekļa zvaigznes ir debess objekti, kas savā attīstībā izgājuši daudzas stadijas. Tās ir lielas, samērā aukstas patiesi spožas zvaigznes. Kad pirms miljardiem gadu «piedzima» zvaigznes, no kurām laika gaitā līdz mūsu dienām izveidojušās oglekļa zvaigznes, tām bija dažāda tā sauktā sākotnējā masa — robežās no 0,7 līdz 10 Saules masām. Teorētiski izstrādāts diezgan ticams, t. i., novērojumu datus apmierinošs, scenārijs masīvāko un starjaudīgāko oglekļa zvaigžņu tapšanai. Runa ir par zvaigznēm, kuras savā attīstībā sasniegušas Hercšprunga—

Rasela diagrammā sarkano milžu apgabalu, izmetušas cilpu atpakaļ galvenās secības virzienā un atkal asimptotiski tuvojas sarkano milžu zaram. Jebkurai asimptotiskās milžu secības zvaigznei ir slāņaina struktūra: centrā atrodas skābekļa un oglekļa kodols, to aptver hēlija apvalks un konvektīvs ūdeņraža apvalks. Pēc noteiktiem laika sprīžiem notiek relatīvi īsi termiski uzliesmojumi, kurus rada hēlija pārvēršanās ogleklī. Atbrīvotā enerģija hēlija slāni uz neilgu laiku padara konvektīvu, un tikko radies ogleklis sajaucas ar hēliju. Kad uzliesmojumu intensitāte pieaug, īslaicīgi konvektīvais hēlija slānis var sajaukties ar ārējo konvektīvo ūdeņraža apvalku. Tā ogleklim rodas iespēja pacelties virspusē un bagātināt oglekļa saturu zvaigznes ārējos slāņos.

Domājams, ka visām asimptotiskā milžu zara zvaigznēm sākumā oglekļa un skābekļa attiecība ārējā apvalkā ir mazāka par vienu ($C/O < 1$). Šīs zvaigznes pazīstam kā M spektra klases zvaigznes. Ja aprakstītā procesa rezultātā minētā attiecība kļūst kaut nedaudz lielāka par vienu ($C/O > 1$), tad rodas oglekļa jeb C spektra klases zvaigzne. Acīmredzot ļoti retos gadījumos

attiecība kļūst pavisam tuva vienam ($C/O=1$), jo S spektra klases zvaigžņu, kuru ārējos slāņos tāda attiecība konstatēta, ir daudz mazāk nekā oglekļa zvaigžņu. Jādoma, ka ne katra asimptotiskā zara zvaigzne ar laiku kļūst par S vai C spektra klases zvaigzni. Kā turpmāk redzēsim, pētnieki pašlaik mēģina noskaidrot, kādi apstākļi veicina samērā masīvu un starjaudīgu oglekļa zvaigžņu rašanos. Par karstāko, mazāk masīvo un patiesi vājāko oglekļa zvaigžņu rašanos teorētiskie spriedumi vēl atrodas veidošanās stadijā, un tos pagaidām neaplūkosit.

Kā ārēji izpaužas oglekļa zvaigžņu atšķirības no citām zvaigznēm? C spektra klases zvaigžņu atmosfēru ķīmiskā sastāva īpatnības atspoguļojas to optiskajā spektrā novērojamo detaļu savdabībā. Šo zvaigžņu atmosfērās viss skābeklis ir saistīts CO molekulās, bet atlikušais ogleklis veido dažādus divu un vairāku atomu savienojumus (C_2 , C_3 , CN, CH, CH_2 , HCN, SiC_2 ...). Šīs molekulas rada raksturīgas absorbcijas joslas spektros. M spektra klases zvaigžņu atmosfērās, tieši otrādi, viss ogleklis ir saistīts CO molekulās, bet skābekļa pārpalikums veido savienojumus ar ūdeņradi (H_2O , OH...) un metāliem (TiO, LaO, VO...). Tāpēc to spektros redzamas pavisam citas absorbcijas joslas.

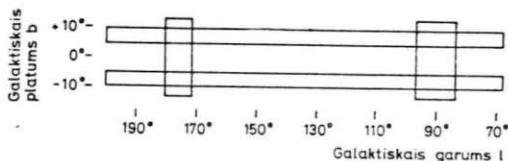
Tādat izdalīt oglekļa zvaigznes visu pārējo zvaigžņu vidū palīdz intensīvu, tikai šīm zvaigznēm raksturīgu absorbcijas joslu klātbūtne to spektros. Spektra zilajā un zaļajā daļā īpaši piemērotas ir C_2 molekulu tā sauktās Svana sistēmas joslas pie viļņu garumiem λ 4737, 5165 un 5636 Å, bet tuvajā infrasarkanā spektra daļā — CN molekulu sarkanās sistēmas joslas pie λ 7945, 8125 un 8320 Å. Pēc šīm tipiskajām spektru detaļām var atrast ne vien spožas, tuvas, bet arī vājas un pat ļoti vājas (tāfad tālas un ļoti tālas) oglekļa zvaigznes. Tas ierosinājis astronomus meklēt oglekļa zvaigznes dažādās galaktikās, lai iegūtu statistiskus datus, kas palīdzētu izprast šo zvaigžņu dabu.

Oglekļa zvaigžņu meklēšanai mūsu Galaktikā izmanto galvenokārt Šmita sistēmas teleskopus, kuru optikas priekšā novieto maza leņķa ($2-6^\circ$) prizmas. Šmita teleskops vienā uzņēmumā var ietvert vairākus desmitus kvadrātgrādu lielu laukumu, kurā t. s. objektīva prizma rada Tsus zemas dispersijas spektros pat vairākiem

tūkstošiem zvaigžņu. Uzņēmumus iegūst, lietojot tādas fotoemulsijas, kuru spektrālā jutība atbilst raksturīgajām oglekļa zvaigžņu spektra detaļām. Oglekļa molekulu (C_2) absorbcijas joslas, piemēram, var labi saskatīt attēlos, kas iegūti uz Kazanā astronomiskajām filmām A 600, bet ciāna (CN) joslas vislabāk atrodamas, lietojot Kodaka firmas spektroskopiskās plates IN un IVN.

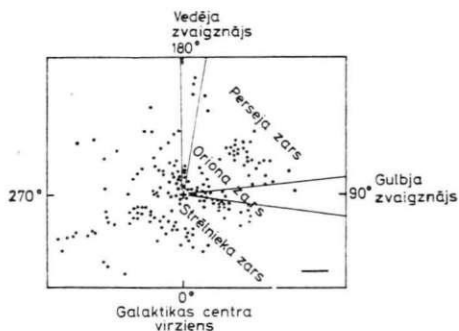
Spektru uzņēmumus parasti iegūst, fotografējot caur krāsainiem filtriem. Tie laiž cauri tikai vajadzīgo viļņu garuma intervālu, tādējādi saīsinot zvaigžņu spektru attēlu garumu un samazinot attēlu savstarpējas pārklāšanās iespēju. Bez tam filtri aiztur daļu traucējošā debess starojuma, un rodas iespēja pagarināt ekspozīciju. Tomēr, pārmērīgi saīsinot spektra attēlu, var zaudēt arī derīgu informāciju. Tāpēc atbilstoši pētījuma mērķim izvēlas, vai nu uzņemt pavisam īsu viļņu garumu intervālu, kurā ir viena tipiska spektra detaļa, un ar maksimālu ekspozīciju atklāt sevišķi vājas oglekļa zvaigznes, vai arī spožākām zvaigznēm uzņemt garāku spektra intervālu ar vairākām raksturīgām detaļām un izzināt jaunatklāto oglekļa zvaigžņu individuālās īpatnības.

Mūsu Galaktikas oglekļa zvaigznes pirmie sistemātiski sāka meklēt Dž. Nasaus un V. Blanco Vornera un Sveizija observatorijā (ASV) ar 61 cm Šmita teleskopu. Viņi piecdesmitajos gados pētīja Piena Ceļa ziemeļu daļu $\pm 6^\circ$ platā joslā ap Galaktikas ekvatoru. Šo astronomu sastādītajā sarakstā ietilpst vairāk nekā 700 zvaigžņu, kuru robežlielums vizuālajos staros ir ap 14—15 magnitūdu. Vēlāk parādījās ziņojumi par vājāku oglekļa zvaigžņu meklējumiem atsevišķos nelielos ziemeļu debess laukumos. Visdziļāk Galaktikas telpā iesniedzas dienvidu Piena Ceļa apskate, kuru veica B. Vesterlunds ar Austrālijā, Stromlo kalnā uzstādīto Upsalas (Zviedrija) observatorijas 50 cm Šmita teleskopu. Viņš gan izpētījis tikai $\pm 2^\circ$ platu joslu gar Galaktikas ekvatoru, bet atklājis vairāk nekā tūkstoš oglekļa zvaigžņu, jo šoreiz robežlielums sasniedza 16,5 magnitūdas. Amerikāņu astronomi Stīvensons 1973. gadā visus datus par mūsu Galaktikā tobrīd zināmajām 3219 oglekļa zvaigznēm apkopoja vispārējā auksto oglekļa zvaigžņu katalogā.



1. att. Debess apgabali, kuros ar Riekstukalna Šmita teleskopu sistemātiski meklētas jaunas, vēl neregistrētas oglekļa zvaigznes.

Pēc šā kataloga iznākšanas jūtamu papildinājumu oglekļa zvaigžņu meklējumiem ziemeļu debesīs devuši Latvijas PSR Zinātnu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas (RO) astronomi ar 80 cm Šmita teleskopu. Lietojot minētās A 600 filmas, Astrofizikas daļas darbinieki meklējuši oglekļa zvaigznes divās Galaktikas ekvatoram paralēlās joslās ar centrālo galaktisko platumu $\pm 7^\circ$ (1. att.). Tādā kārtā tagad ir sistemātiski apskatīts viss ziemeļu Piena Ceļš līdz pat galaktiskajam platumam $\pm 9,5$ grādi. Bez tam Riekstukalnā veiktas arī jaunas sistemātiskas apskates perpendikulāri Galaktikas ekvatoram divos Piena Ceļa apgabalos: Vedēja zvaigznājā — Galaktikas anticentra virzienā un Gulbja zvaigznājā gar vietējā Galaktikas spirāļu zara asi (2. att.).



2. att. Galaktikas spirāļu zari Saules (krustiņš) apkārtnē pēc optiskiem datiem. RO Astrofizikas daļā oglekļa zvaigznes meklē un pēta divos interesantos Galaktikas virzienos — šķērsām Oriona jeb Vietējam zaram (180° virziens) un gar Oriona zaru (90° virziens).

Radioastrofizikas observatorijā atklātās oglekļa zvaigznes, par kurām vispirms tika sniegti ziņojumi zinātniskajās publikācijās, 1981. gadā apvienoja kopējā katalogā ar numerāciju no BC1 līdz BC217, kur burts B apzīmē Baldoni, bet C ir oglekļa ķīmiskais simbols. Šo zvaigžņu vizuālais robežlielums ir ap 15 magnitūdu. Katalogs ierakstīts magnētiskajā lentē un ar PSRS Zinātnu akadēmijas Astronomijas padomes Astronomijas datu centra starpniecību nodots Starptautiskajam zvaigžņu datu centram Strasbūrā, Francijā. Jaunu, vājāku oglekļa zvaigžņu meklējumi ar Riekstukalna Šmita teleskopu turpinās, izmantojot infrasarkanās fotoemulsijas. Mūsu RO atklāto oglekļa zvaigžņu saraksts tagad sniedzas līdz numuram BC255. Protams, šo debess objektu meklēšana RO ir nevis pašmērķis, bet tikai etaps oglekļa zvaigžņu pētīšanā, kas pašlaik ir galvenais Astrofizikas daļas uzdevums.

Otrs oglekļa zvaigžņu meklēšanas centrs mūsu valstī ir Gruzijas PSR ZA Abastumani Astrofizikas observatorija. Tur sešdesmitajos gados oglekļa zvaigžņu meklēšanu apguva M. Dolidze un atklāja dažus desmitus jaunu zvaigžņu. Kopš 1979. gada šai virzienā veiksmīgi strādā O. Kurtanidze kopā ar citiem līdzstrādniekiem.

Vairākās ārzemju observatorijās oglekļa zvaigznes tiek meklētas atsevišķos interesantos apgabalos, piemēram, Galaktikas polu apkārtnē.

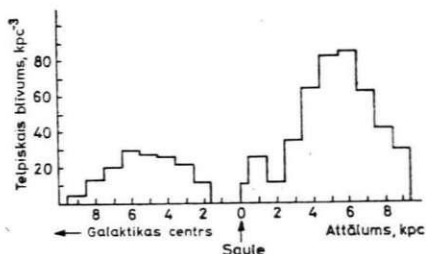
Atrodoties savas Galaktikas iekšpusē, nav viegli izziņāt tās uzbūvi un noteikt dažādu zvaigžņu telpiskā sadalījuma īpatnības (galvenais traucēklis — gaismas absorbcija starpzvaigžņu telpā). Tomēr dažas svarīgas atziņas par oglekļa zvaigžņu sadalījumu ir iegūtas. Piena Ceļa apskates parādīja, ka, lūkojoties no Saules, šo zvaigžņu daudz vairāk ir virzienā uz Galaktikas anticentru nekā virzienā uz centru. Lai noskaidrotu, vai tā nav tikai lokāla C klases zvaigžņu sadalījuma īpatnība Saules tuvākajā apkārtnē, Venecuēlas astronomos F. Fuenmajors veica pētījumus, kas pamatojas uz pilnīgi viendabīgiem tik vāju zvaigžņu novērojumiem, ka apskate iesniedzas gandrīz līdz Galaktikas centram vienā virzienā un līdz Galaktikas malai — otrā virzienā. Šajā nolūkā vajadzīgo debess ziemeļu un dienvidu apgabalu uzņemšanai izmantoja pilnīgi vienādus Šmita teleskopus, vienādas fotoplates un vienādu

to apstrādes metodi. Pavisam uzņēmumos saskaņotās 283 oglekļa zvaigznes, kuru telpiskais sadalījums (3. att.) skaidri rāda, ka, patiešām, Galaktikas ārējā oglekļa zvaigžņu telpiskais blīvums apmēram trīs reizes pārsniedz blīvumu Galaktikas centra tuvumā. Vēl vairāk, citu astronomu novērojumi atsevišķos nelielos un absorbcijas brīvos «logos», pa kuriem var ieskatīties līdz pat Galaktikas kodolam, liecina, ka C klases zvaigžņu tur tikpat kā nav.

Izrādās, ka C spektra klases zvaigžņu sadalījums būtiski atšķiras no M spektra klases zvaigžņu sadalījuma; pēdējo telpiskais blīvums pieaug Galaktikas centra virzienā. Saules apkārtnē uz katru C klases zvaigzni atrod ap 100 M spektra klases zvaigžņu ($C/M=0,01$), bet Galaktikas centrālajā daļā uz vienu C zvaigzni ir ap 1000 M zvaigžņu ($C/M=0,001$).

Kāds ir oglekļa zvaigžņu sadalījums citās galaktikās? Vēl nesenā pagātnē oglekļa zvaigznes bija atrastas tikai vistuvākajā kaimiņgalaktikā — Lielajā Magelāna Mākonī (LMM). Vairākus simtus spožāko un aukstāko oglekļa zvaigžņu pirmais tajā atklāja B. Vesterlunds ar jau minēto Stromlo kalna Šmita teleskopu. Viņš lietoja spektra infrasarkanā daļu, bet citi astronomi, izmantodami īsākus viļņus, vēlāk sarakstu papildināja galvenokārt ar karstākām un patiesi vājākām oglekļa zvaigznēm. Lai atrastu vēl vājākas oglekļa zvaigznes LMM, kā arī novērotu oglekļa zvaigznes Mazajā Magelāna Mākonī (MMM) un citās Lokālās sistēmas galaktikās, Šmita teleskopi izrādījās maz piemēroti. Ar tiem sasniedzamais zvaigžņu robežlielums ir par zemu un uzņēmumu mērogs — par mazu.

Septiņdesmito gadu sākumā tika izstrādāta principiāli jauna novērošanas tehnika ļoti vāju zvaigžņu atklāšanai un pētīšanai ļoti blīvos zvaigžņu laukos. Jaunās optiskās ierīces pamatā ir caurspīdīga difrakcijas režģa un prizmas kombinācija; tā nosaukta par grizmu (*angļu grating režģis+prizm prizma*). Tās trūkums ir mazais redzes lauks — grāda desmitdaļas, toties mērogs sasniedz 10–20"/mm un novērs spektru attēlu pārklāšanos. Riekstkalna Šmita teleskopu uzņēmumu mērogs ir 86"/mm, bet Stromlo kalna Šmita teleskopam — 120"/mm. Ja grizmu pievieno, piemēram, Eiropas Dienvidu observatorijas 3,6 metru teleskopam, iegūst pavisam vāju



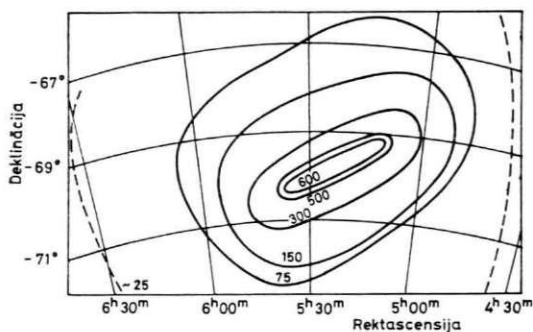
3. att. Oglekļa zvaigžņu telpiskais blīvums Galaktikas centra un anticentra virzienā no Saules.

zvaigžņu spektru attēlus. Tādējādi pavērušās iespējas meklēt oglekļa zvaigznes ne tikai Magelāna Mākonos, bet vēl septiņās tuvākajās sfēroidālajās pundurgalaktikās: Sculptor, Fornax, Leo I, Leo II, Draco, Ursa Minor un Carina.

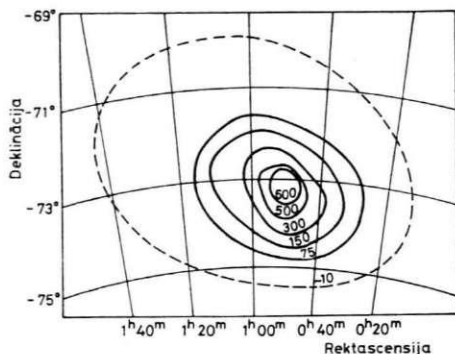
V. Blanco un M. Makartijs ar Serro Tololo Starpamerikas observatorijas 4 metru teleskopu uzņēmusi spektrus 52 mazos laukumos LMM un 37 — MMM. Kopumā viņi atrada šajās galaktikās attiecīgi 9500 un 2650 oglekļa zvaigžņu. Novelkot līnijas caur laukumiem ar vienu zvaigžņu skaitu, autori ieguva oglekļa zvaigžņu redzamā sadalījuma ainu abiem Magelāna Mākoniem (4., 5. att.). Izrādās, ka šajās galaktikās, pretēji mūsu Galaktikai, oglekļa zvaigžņu skaits krasi pieaug tieši virzienā uz centru. Arī C un M spektra klases zvaigžņu skaita attiecība ir pavisam citāda: LMM visās vietās tā ir vienāda — $C/M=2,2$, bet MMM — malās $C/M=4,7$, turpretī centrā $C/M=19,2$. Kas rada tādas atšķirības oglekļa zvaigžņu sadalījumā dažādās galaktikās?

Teorētiski aprēķini liecina, ka oglekļa zvaigžņu skaits pirmām kārtām varētu būt atkarīgs no attiecīgās zvaigžņu sistēmas vai tās daļas metāliskuma*. Lai to pārbaudītu, H. Ričers (Kanāda) un B. Vesterlunds savāca 1983. gadā zināmos datus par oglekļa zvaigžņu skaitu visās tobrīd pētītajās Lokālās sistēmas galaktikās. Viņi grafiski salīdzināja katras galaktikas me-

* Ar metāliskumu te saprotam par hēliju smagāku ķīmisko elementu saturu attiecīgajā vielā.



4. att. Oglekļa zvaigžņu redzamais sadalījums LMM. Ar līnijām savienoti apgabali, kuros ap tuveni vienāds oglekļa zvaigžņu skaits uz kvadrātgrādu.



5. att. Oglekļa zvaigžņu redzamais sadalījums MMM.

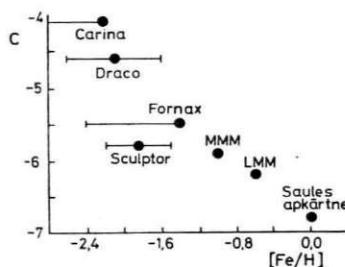
tāliskumu un oglekļa zvaigžņu skaitu tajā, dalītu ar šīs galaktikas masu (6. att.). Grūtības radīja mūsu Galaktikas iekļaušana kopainā, jo oglekļa zvaigžņu skaits Galaktikā nav zināms. Autori izlīdzējās ar Saules apkārtnes datu attiecināšanu uz visu Galaktiku. Attēlā redzamā sakarība skaidri liecina, ka vairāk oglekļa zvaigžņu ir metāliem nabagās galaktikās.

Šādu sakarību apstiprina arī novērojumi atsevišķās galaktikās. Piemēram, mūsu Galaktikā, kopumā ņemot, no centra uz malām metāliskums samazinās, bet oglekļa zvaigžņu skaits pieaug. Tomēr metāliskuma sadalījumā ir zināmas lielas lokālas fluktuācijas. Galaktikas oglekļa zvaigžņu pētnieku tuvākais uzdevums — raudzīt salīdzināt oglekļa zvaigžņu sadalījumu atšķirīga metāliskuma apgabalos. Latvijas PSR ZA RO Astrofizikas daļā šādiem pētījumiem noderīgs novērojumu materiāls uzkrājas minētajos divos interesantajos virzienos Galaktikā. Vēl kā piemēru var minēt Fornax pundurgalaktiku, kuras trīs laukumiņos (ziemeļdaļā, centrā un dienviddaļā) ir atklāta atšķirīga C/M attiecība, turklāt atbilstoša metāliskuma novērtējumam.

Kāpēc zems metāliskums veicina oglekļa zvaigžņu skaita pieaugumu? Atcerēsimies raksta sākumā izklāstīto C spektra klases zvaigžņu rašanās scenāriju, kur noteicošā loma ir ogleklim, kas pacejas zvaigznes virspusē. Patiešām, ja metālu, kuriem pieskaita arī skābekli, ir maz,

tad jāpaceļas tikai nedaudz ogleklim, lai attiecība C/O kļūtu lielāka par vienu un M spektra klases zvaigzne pārtaptu jaunā oglekļa zvaigznē.

Tomēr būtu vienkāršoti teikt, ka oglekļa zvaigžņu skaits atkarīgs vienīgi no metāliskuma. Svarīgs ir arī galaktiku vecums un zvaigžņu tapšanas likumības tajās. Oglekļa zvaigžņu pētnieki domā, ka, piemēram, abos Magelāna



6. att. Oglekļa zvaigžņu skaita atkarība no zvaigžņu sistēmas metāliskuma. C — logaritms no oglekļa zvaigžņu skaita uz masas vienību attiecīgajā galaktikā. [Fe/H] — galaktikas metāliskums (vismazākais metāliskums ir pundurgalaktikā Carina). Svītras norāda pundurgalaktiku metāliskuma iespējamās robežas.

Mākoņos pašlaik novērojamo C spektra klases zvaigžņu skaita un sadalījuma pamatā drīzāk ir zvaigžņu rašanās uzliesmojums pirms 3—5 miljardiem gadu, nevis nepārtraukts un vienmērīgs zvaigžņu veidošanās process. Tāpat ir atrasta sakarība starp oglekļa zvaigžņu daudzumu un galaktiku patieso spožumu, kā arī kopējo masu. Šo sakarību evolucionārā būtība pagaidām nav skaidra.

Minētās sakarības noteiktas, neņemot vērā atsevišķu zvaigžņu individuālās īpatnības, kaut gan jau sen ir zināms, ka Galaktikas oglekļa zvaigznes visai krasī atšķiras cita no citas pēc dažādiem parametriem: molekulu absorbcijas

joslu un atomu līniju intensitātes, oglekļa izotopu attiecības un enerģijas sadalījuma spektrā.

Nelielam skaitam oglekļa zvaigžņu šie parametri noteikti arī citās galaktikās, galvenokārt LMM. Pētījumu rezultāti liecina, ka visur atrodamas dažādu tipu oglekļa zvaigznes, bet katrā galaktikā un pat tās daļās — atšķirīgās proporcijās. Tātad, lai precizētu oglekļa zvaigžņu rašanās un attīstības likumības, šīs atšķirības jāņem vērā. Jāsāk, protams, ar pēc iespējas vairāku atsevišķu zvaigžņu pētīšanu visās pieejamās galaktikās. Šādu materiālu pašlaik vāc oglekļa zvaigžņu pētnieki, izmantojot grizmu tehniku un lielus teleskopus.

KAS JAUNS KVAZĀRU PĒTNIECĪBĀ?

**Arturs
Balklavs**

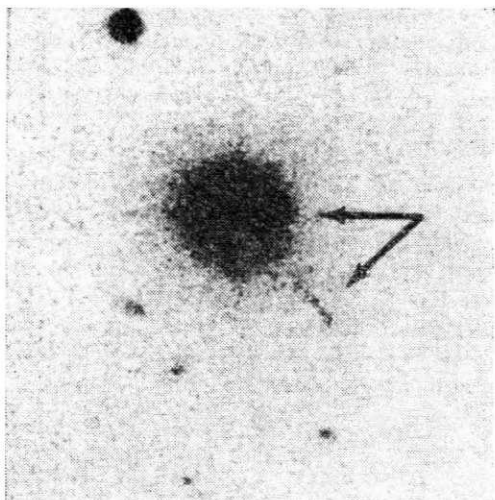
Neraugoties uz jau gandrīz gadsimta ceturksni ilgo un ļoti intensīvo kvazāru pētniecības vēsturi, tie vēl aizvien ir vieni no mīklainākajiem kosmiskajiem objektiem. To liecina arī diskusijas par kvazāru dabu, kuras vēl joprojām nav zaudējušas pirmatnējo asumu. Un tikai pašā pēdējā laikā sāk iezīmēties zināma shēma, kas ļauj sasastīt šķietami nesavienojamās novērojumu datu interpretācijas no pretrunām brīvā teorētiskā koncepcijā. Par to arī stāstīts šajā rakstā.

Kopš 1960. gada, kad atklāja divainos kosmiskās matērijas veidojumus — kvazizvaigžņveida objektus jeb, īsāk, kvazārus¹, to pētniecība joprojām ieņem vienu no centrālajām vietām mūsdienu astrofizikālo pētījumu plašajā frontē un joprojām šis fenomens izraisa karstas diskusijas gan zinātniskajos žurnālos, gan da-

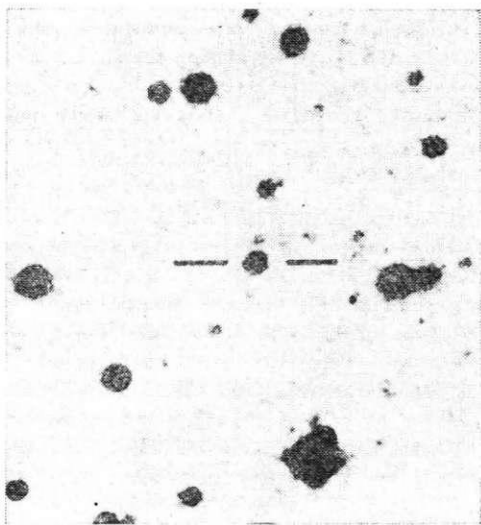
žāda mēroga astronomu forumos.² To cēlonis ir mēģinājumi izprast un izskaidrot šo objektu neparastās īpašības — mazos izmērus un ļoti lielās spektrālīniju sarkanās nobīdes vērtības optiskajos spektros, tātad milzīgās starjaudas. Novērojumi un aprēķini rāda, ka pilna starojuma jauda nepārtrauktajā spektrā daudziem kvazāriem ir 10^{47} — 10^{48} ergi/s, kas 10^3 — 10^4 reizu pārsniedz visu zvaigžņu starojumu vislielākajās un masīvākajās galaktikās, kaut gan

¹ Par kvazāru atklāšanu un pirmajām ar tiem saistītajām hipotēzēm var lasīt šādus «Zvaigžņotajā debesī» publicētus autora rakstus: «Superzvaigznes» (1964. g. rudens, 1. — 9. lpp.), «Kosmoloģija un kvazāri» (1966. g. vasara, 13.—17. lpp.), «Jauni dati par zvaigžņveida objektiem» (1968. g. rudens, 17., 18. lpp.), «Jaunākās atziņas par kvazāru dabu» (1979. g. pavasaris, 1.—10. lpp.).

² Pašlaik ir zināms ap 2000 kvazāru, bet, ņemot vērā dažu pētnieku grupu novērojumus, kas liecina, ka ikvienā kvadrātgradā debessjuma sastopami apmēram trīs kvazāri, kuri nav vājāki par $19^m,5$, kopējām pašlaik novērojamo kvazāru skaitam jābūt ap 200 000.



1. att. Viens no pirmajiem izpētītajiem kvazāriem — 3C-273. Uzņēmumu ieguvis A. Sendižs ar Palomāra kalna observatorijas (ASV) 5 metru teleskopu. Attālumu no avota centra līdz izvirduma virsotnei (attēlā apzīmēts ar bultiņām) vērtē ap 50 000 parseku. (Pēc «Sky and Telescope», 1965, vol. 29, N 3.)



2. att. Kvazārs PKS 2000-330 (attēlā norādīts ar svītriņām) ir vistālākais pašlaik zināmais kvazārs. Tā attālumu vērtē ap 12 miljardiem gaismas gadu. (Pēc «Spaceflight», 1983, vol. 25, N 2.)

šo galaktiku lineārie izmēri 10^6 — 10^7 reizu lielāki nekā to apgabalu izmēri, kur ģenerējas galvenā kvazāru starojuma daļa (sk. 1. att.).

Tiešām, ja balstāmies uz pašlaik dominējošajiem uzskatiem un pieņemam, ka sarkanā nobīde kvazāru spektros ir kosmoloģiskas izcelsmes, tas ir, ka tā saistīta ar šo objektu ļoti lielajiem attālumiem un tātad ļoti lielajiem — gaismas ātrumam tuviem — attālināšanās ātrumiem³, tad jāsecina, ka šiem ļoti kompaktajiem objektiem piemīt ārkārtīgi liela izstarošanas spēja, vismaz par kārtu lielāka nekā parasto milzu galaktiku kopējais jeb summārais starojums, jo, par spīti lielajam attālumam un tam, ka starojuma plūsma samazinās apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam, tie tomēr vēl ir samērā spoži objekti (sk. 2. att.). Citi, vājāk starojoši objekti šādā attālumā vispār nav novērojami. Aplēses rāda, ka savas dzīves jeb aktīvās fāzes laikā kvazāri izstaro ap 10^{60} ergu enerģijas. Ņemot vērā to visu, ir grūti izskaidrot, kāds mehānisms jeb fizikālais process var nodrošināt šādas izstarošanas spējas.

LOKĀLĀ HIPOTĒZE

Vēl joprojām turpinās mēģinājumi nopamatot astrofiziķu Dž. Berbidža un F. Hoila 1966. gadā izvirzītu alternatīvu hipotēzi par kvazāru dabu. Atbilstoši tai, kvazāri tiek uzskatīti par īpatnējiem vai nu ļoti masīviem, vai arī no aktīvo galaktiku kodoliem ar lielu ātrumu izmestiem kosmiskās matērijas veidojumiem, šo aktīvo galaktiku kodolu daļām. Tādā gadījumā lielajai sarkanajai nobīdei kvazāru spektros vairs nebūtu kosmoloģiska izcelsme, tātad tā neliecinātu par šo objektu milzīgo attālumu, kas izraisa

³ Lielākais pašlaik zināmais attālināšanās ātrums piemīt kvazāram PKS 2000-330. To apmēram desmit gadu ilgu novērojumu rezultātā atklājuši ASV, Anglijas un Austrālijas astronomi. Ar angļu un austrāliešu 4 m teleskopu ir izdevies iegūt šā kvazāra spektru, kurā var identificēt ūdeņraža, skābekļa, slāpekļa un oglekļa emisijas līnijas ar sarkano nobīdi 3,78. Tas nozīmē, ka objekts atrodas apmēram 12 miljardu gaismas gadu attālumā un tā attālināšanās ātrums ir ap 275 000 km/s. Sīkāk sk. Dzērvītis U. Kvazāriem jauns čempions. — Zvaigžņotā debess, 1983./84. gada ziema, 22.—24. lpp.

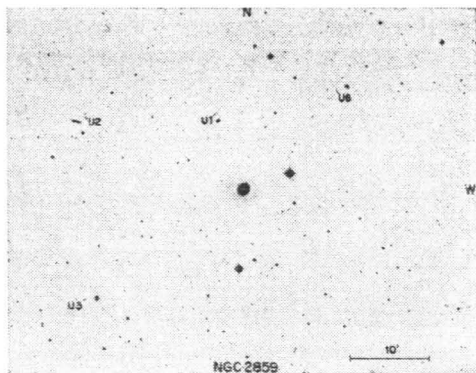
nepieciešamību pierakstīt tiem ārkārtīgi lielo starjau. Tad kvazāri, tāpat kā galaktikas, no kurām tie izmesti, būtu samērā tuvi objekti ar visai normālu starjau.

Pašlaik viens no dedzīgākajiem un neatlaidīgākajiem šīs hipotēzes aizstāvjiem ir pazīstamais amerikāņu astrofizikis H. Ārps⁴ (Kalifornijas Tehnoloģiskais institūts). Viņam izdevies atrast vairākus piemērus (sk. 3. att.), kad kvazārs un galaktika vai arī dažādas galaktikas ar atšķirīgām sarkanās nobīdes vērtībām ir fizikāli saistītas; tas liecina, ka sarkanā nobīde nevar būt neapšaubāms un viennozīmīgs kosmiskā objekta attāluma indikators. Viens no tādiem piemēriem ir galaktika NGC 4319 un Markarjana galaktika (Mrk) 205 (sk. 4. att.), kas saistītas ar spīdošas vielas «tiltu». Šā «tilta» eksistenci vairāki astrofiziki apšaubīja, uzskatot to gan par attēla analizatora darbības defektu, gan arī par najašu trešā objekta projekciju starp divām minētajām galaktikām. Taču astrofizikis Dž. Salentijs (Alabamas universitāte), izdarījis rūpīgus objektu fotometriskos pētījumus, apstiprināja H. Ārpa apgalvojumu par «tilta» reālu eksistenci.⁵

Tomēr, analizējot šo no pirmā acu uzmetiena tik pievilcīgo hipotēzi sīkāk, var pārliecināties, ka arī tās aizstāvjiem jāsadurās ar vairākiem grūti pārvaramiem iebildumiem un tās pamatošana prasa visai asprātīgu un stipri vien mākslīgu konstrukciju veidošanu. Tā, piemēram, ja par

⁴ Sk., piemēram, Balklavs A. Jauns arguments pret lokālo hipotēzi. — Zvaigžņotā debess, 1970. gada rudens, 16.—18. lpp.

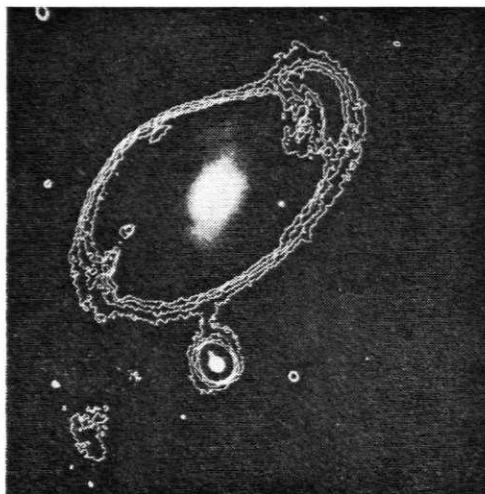
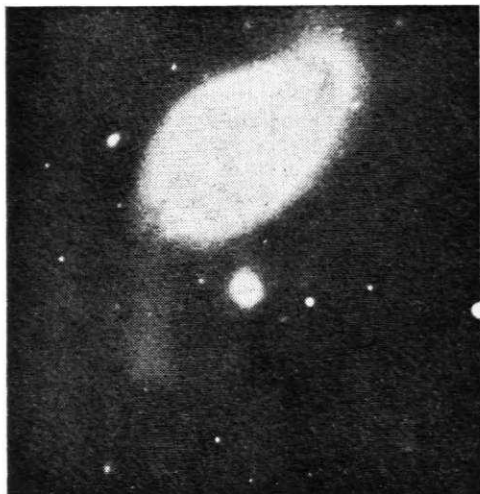
⁵ Šajā sakarībā jāatzīst, ka ir arī daudzi pilnīgi pretēji gadījumi (vairākus tādus, piemēram, konstatējis amerikāņu astrofizikis A. Stoktons, Havaju universitāte): atrasti cieši galaktiku un kvazāru pāri, kā arī galaktiku grupas un kopas, kas satur kvazāru, ar vienādām sarkanās nobīdes vērtībām. Šis fakts zināmā mērā ir tiešs un izšķirošs pierādījums tam, ka kvazāri lokalizēti kosmoloģiskos attālumos, un tā to arī uztvēra vairākus astrofizikus. Šo pārliecību vēl nostiprināja 1972. gadā dažiem tuvākajiem kvazāriem atklātā tos aptverošā zvaigžņu sastāvdaļa, kas parādīja, ka kvazāri ir sevišķā attīstības stadijā esošu galaktiku kodoli. Tomēr H. Ārpa atrastie piemēri liecina, ka jautājums par sarkanās nobīdes cēloņiem kvazāru spektros vēl nav uzskatāms par atrisinātu un prasa katru atsevišķu gadījuma rūpīgu analīzi.



3. att. Galaktikas NGC 2859 apkārtne. Šīs galaktikas (attēla centrā) tuvumā ir četri kompakti ultravioletie objekti (attēlā apzīmēti ar U1, U2, U3 un U6). NGC 2859 sarkanā nobīde z ir 0,0054 un attiecīgi $z(U1)=0,23$, $z(U2)=2,25$, $z(U3)=1,46$ un $z(U6)=0,027$. Kā rāda aprēķini, varbūtība, ka iekrās no šiem ar dažādām sarkanās nobīdes vērtībām apveltītajiem objektiem ir fona objekts, kas nejauši projicējies NGC 2859 tuvumā, ir mazāka par 0,01, bet varbūtība, ka visi četri šie objekti ir najašas projekcijas sekas, ir mazāka par 10^{-8} . Attēls iegūts ar Palomāra kalna observatorijas (ASV) Smita sistēmas teleskopu. Ekspozīcijas laiks 60 min. (*Pēc «Astrophysical Journal», 1980, vol. 240, N 2.*)

lielās sarkanās nobīdes cēloni kvazāru spektros grib uzskatīt gravitāciju, tad jāpieņem, kā 1967. gadā parādīja astrofizikī teorētikī F. Hoils un V. Faulers, ka kvazāru starojums rodas nevis to ārējos slāņos, bet dziļēs, kam jābūt gan pietiekami masīvām, lai radītu pietiekami intensīvu gravitācijas lauku un izraisītu fotonu frekvenču samazināšanos, tiem šo lauku šķērsojot, gan arī pietiekami caurspīdīgām, lai neizraisītu fotonu absorbciju. Šādu pretrunīgu apvienojumu, pēc F. Hoila un V. Faulera domām, varētu nodrošināt neitronu zvaigžņu sakopojums, kas līdz ar to uzliek zināmus visai stingri ierobežojošus un tāfad ne sevišķi patīkamus nosacījumus attiecībā uz iespējamiem kvazāru kodolu modeļiem.

Līdzīga situācija izveidojas arī tad, ja mēģina sarkano nobīdi kvazāru spektrā izskaidrot ar Doplera efektu. Kā viegli saprast, šajā gadījumā rodas jautājums, kāpēc novērojami tikai kvazāri



4. att. Galaktikas NGC 4319 un Mrk 205. Labās puses attēlā iezīmētās kontūrlīnijas uzrāda abu objektu fizisko saistību. (Pēc «Astrophysical Journal, Letters to the Editor», 1983, vol. 265, N 2.)

ar lielām sarkanās, bet nevis ar lielām zilās nobīdes vērtībām spektrā, jo šādā dabiskā izmešanas procesā nevajadzētu parādīties kādam privilēģētam, dominējošam izmešanas virzienam, tas ir, tikai projām no mums, projām no novērotāja uz Zemes. Tātad vajadzētu būt apmēram vienādam skaitam kvazāru, kas lielā ātrumā kustas gan projām no mums, gan mūsu virzienā, bet to, kā zināms, nenovēro, tas ir, nav izdevies atklāt kvazārus ar lielām zilās nobīdes vērtībām spektrā.

Bez tam, kā rāda attiecīgi aprēķini, kvazāriem ar zilo nobīdi spektrā būtu jābūt arī nedaudz spožākiem, jo to spektrā notiktu enerģijas sadalījuma izmaiņa. Tātad tos būtu vēl vieglāk atklāt nekā kvazārus ar sarkano nobīdi, un, kā atkal rāda aprēķini, tiem būtu jābūt apmēram 80 reīzu vairāk nekā kvazāriem ar sarkano nobīdi, taču reāli, kā jau teikts, vēl nav izdevies atklāt nevienu kvazāru ar spektrālīniju zilu nobīdi.⁶

⁶ Zināmu skaidrību šajā jautājumā, neapšaubāmi, radīs novērojumi ar kosmiskajiem teleskopiem ultravioletā starojuma diapazonā, jo zilās nobīdes gadījumā kosmisko objektu svarīgākajām spektrālīnijām jābūt izvietotām šajā spektra daļā.

Lai pārvarētu šo nopietno pretrunu, F. Hoils 1980. gadā izvirzīja hipotēzi, ka kvazāri visu enerģiju izstaro tikai kustības virzienam pretējā virzienā, tādēļ uz mūsu pusi lidojoši kvazāri gluži vienkārši nav ieraugāmi.

1983. gadā astrofiziķi K. Subramanjans un Dž. Narlikārs izstrādāja diezgan apmierinošu šāda kvazāra modeli (sk. 5. att.). Tā pamatā ir parastā «dubultās izplūdes» shēma, kas jau labi pazīstama sakarā ar radiogalaktiku un citu eksotisku kosmisko objektu starojuma mehānismu izskaidrošanas mēģinājumiem. Starojuma (arī lielā ātrumā izplūstošu plazmas strūklu) avots šajā gadījumā ir gāzu (faktiski, plazmas) apvalks, kas aptver masīvu veidojumu. Ja šāds objekts jeb apvalks rotē (un to, kā parasti šādos gadījumos, aptver magnētiskais lauks), tad plazma izplūst nevis radiāli uz visām pusēm, kā apstākļos, kad rotācijas un magnētiskā lauka nav, bet gan pa mazākās pretēstības ceļu rotācijas ass virzienā, un tā rodas divas pretēji vērstas šauras plazmas strūklas.

Kvazāri, ātri — pat ar relativistisku ātrumu — kustoties telpā, šķēļ starpgalaktisko vidi, kas, lai gan ir ļoti retināta, šā ātruma dēļ izraisa spēcīgu pretplūsmas efektu. Kā rāda aprēķini, pretplūsmas radītais papildu spiediens var būt

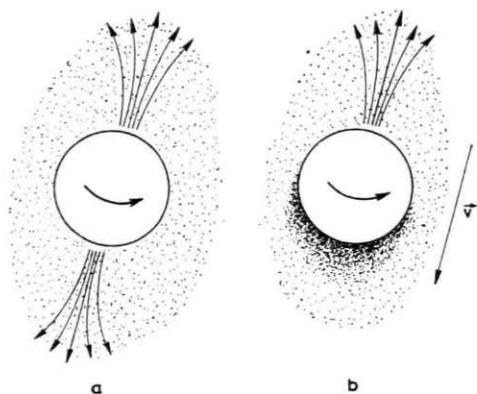
tik liels, ka viena no strūklām (tā, kas vērsta uz priekšu) tiek nospiesta un kvazārs izstaro galvenokārt atpakaļ, tas ir, pretēji savas kustības virzienam. Jāņem vērā arī tas, ka ap kvazāru esošajā gāzu mākonī ietilpstošie putekļi (apmēram 0,1% mākoņa kopējās masas) rada ievērojamu papildu absorbciju uz priekšu vērstajam starojumam un var to pat pilnīgi dzēst. Tādas kvazāri ar zilo spektrālīniju nobīdi spektrā var būt ļoti vāji, praktiski nesaskatāmi starojuma objekti. Ar šo hipotēzi saskan fakts, ka dažiem kvazāriem patiešām novēro tikai vienu plazmas strūklas izvirdumu.⁷

Taču, pēc dažu astrofiziku domām⁸, nav izslēgta varbūtība, ka kvazāru īpašību izskaidrošanai var izrādīties nepieciešamas vēl citas hipotēzes, turklāt visai ekstravagantas, tas ir, tādas, kuru pamatidejas neiekļaujas pat mūsdienu fizikas pamatprincipu noteiktajos rāmjos; tas, kā zināms, nodrošina jo plašas iespējas visnotaļ drosmīgiem un daudzveidīgiem pieņēmumiem un konstrukcijām.

Nav viegli arī atklāt un izskaidrot (faktiski, izgudrot) mehānismu, kas varētu izraisīt šādu kumulatīvu, vienā virzienā vērstu eksploziju, kuras rezultātā no galaktiku kodolēm tiktu izmesti masīvie kvazāri (to masa, kā liecina pētījumi, sasniedz vairākus desmitus un simtus miljonu Saules masu). Tas nav vieglāks uzdevums kā izskaidrot kvazāru ļoti lielo starjaudu, ja pieņem, ka šie objekti atrodas kosmoloģiskā attālumā. Tādēļ arī šai hipotēzei ir maz piekritēju, lai gan pilnīgi no zinātnisko diskusiju fokusa tā nav izzudusi, vēl jo vairāk tāpēc, ka pēdējos gados, kā jau iepriekš minēts, iegūti vairāki stipri vien pārliecinoši novērojumu dati, kas liecina, ka pastāv reālas ciešas saites starp dažiem kvazāriem un to redzamā tuvumā esošām galaktikām, kurām ir dažāda sarkanā nobīde.

⁷ Kā rāda pētījumi, šīs hipotēzes pamatotību ir iespējams pārbaudīt, nosakot kvazāra relatīvo kustību attiecībā pret starpgalaktisko vidi, ko principā var izdarīt, izmantojot radiointerferometrus ar supergarām bāzēm. Šī tehnika nemitīgi attīstās un pilnveidojas, tādēļ cerams, ka jau tuvākajā laikā tiks gūta nepieciešamā skaidrība šajā ļoti intriģējošajā jautājumā.

⁸ Sk., piemēram, «Astrophysical Journal», 1980, vol. 240, p. 401.



5. att. K. Subramanjana un Dž. Narlikāra izstrādātais kvazāra modelis: a — kvazāram vai tā apvalkam rotējot, plazmas strūklas tiek izstarotas šaurā kūlī pretējos virzienos; b — kvazāram ar lielu ātrumu kustoties starpgalaktiskajā vidē, viena no strūklām — tā, kas vērsta kustības virzienā, — starpgalaktiskajā telpā izkliedētās vielas spēcīgās pretplūsmas dēļ tiek nospiesta.

KOSMOLOĢISKĀ HIPOTĒZE

Tomēr pēdējā laikā, pamatojoties uz rūpīgu un vispusīgu kā novērojumu datu, tā teorētiskos pētījumos iegūto rezultātu analīzi, ir izdevies samērā labi sasaitīt vienkopus visus plašos materiālus par kvazāru fenomenu un iezīmēt kādu vismaz pagaidām no būtiskām pretrunām un nesaskaņām brīvu šīs parādības izpratnes shēmu. Pēc tās kvazāri nav nekas cits kā sevišķas, pastiprinātas parasto galaktiku kodolu aktivitātes stadija, kuras cēlonis ir intensīva apkārtējās vielas akrēcija uz galaktikas kodolu, domājams, masīvu melno caurumu. Kvazāri atrodas kosmoloģiskos attālumos un ir saistīti galvenokārt ar jaunām galaktikām, ar to veidošanās pirmsākumiem, kad galaktikas vai pat protogalaktikas vēl ir bagātas ar starpzaigžņu gāzes krājumiem, ko vēlāk ievērojami papļicina un iztukšo intensīvi norisošais zvaigžņu veidošanās process.

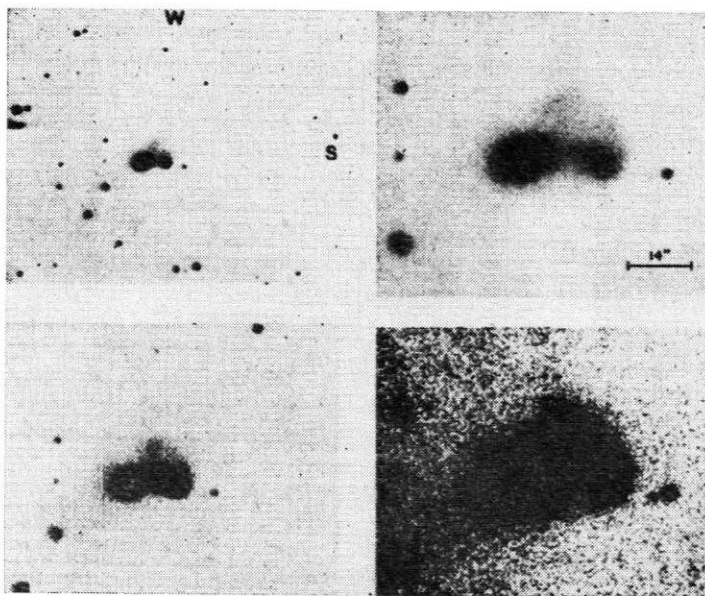
Brīvā starpzaigžņu gāze akrēcijas procesam ļauj norisināties sevišķi intensīvi un zināmu laiku, kā rāda melno caurumu ciešā tuvumā notiekošo parādību pētījumi, pilnīgi var nodro-

šināt tā milzīgā enerģijas daudzuma ģenerēšanu, kādu prasa uz šā pieņēmuma balstītā novērojumu datu interpretācija. Tādēļ arī redzam daudz kvazāru ar sarkanās nobīdes vērtībām 2—3 to spektros, kas tād ir tāli, daudzu miljardu gaismas gadu attālumā esoši, un līdz ar to jauni objekti.

Taču šāds milzīgs starojums nevar ģenerēties ilgi. Izskatot starpzvaigžņu gāzes krājumiem melnā cauruma tuvumā, akrēcijas process norisinās arvien mazāk intensīvi un izstarotās enerģijas daudzums samazinās. Kvazāri dzīst un pakāpeniski, līdz ar starpzvaigžņu gāzes kondensēšanos zvaigznēs, pārvēršas par parastām galaktikām. Turklāt jāņem vērā, ka tajos tālajos laikos Metagalaktikas izmēri bija daudz mazāki, bet galaktiku izmēri — lielāki, jo tās aptvēra plaši ūdeņraža mākoņi, kas vēl nebija cieši saistīti ar galaktikām vai protogalaktikām, tād pastāvēja daudz lielāka divu topošo galaktiku sadursmes varbūtība, resp., to sadursmes bija biežākas. Šo sadursmju, faktiski, ciešākas vai mazāk ciešas galaktiku satuvināšanās, rezultātā (tiešas jeb tā sauktās pieru sadursmes ir ļoti reta parādība) masīvākās galaktikas vai protogalaktikas «piesavinājās», resp., atrāva mazāk

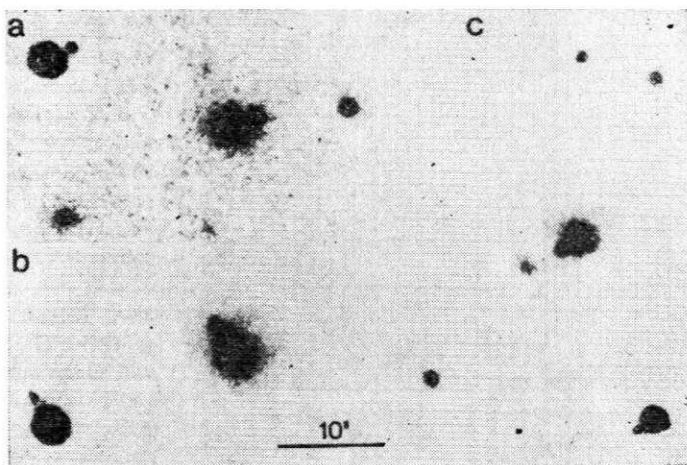
masīvajiem komponentiem, lielu daudzumu perifēro apgabalu gāzu un zvaigžņu, uz šādi «piesavinātās» masas rēķina gūstot iespēju krasi palielināt savu kodolu aktivitāti. Šis faktors, kā redzam, arī pastiprina kvazāru izveidošanās varbūtību lielos kosmoloģiskos attālumos un agrīnā Metagalaktikas attīstības periodā. Bet tas nozīmē, ka kvazārus var novērot ne tikai zināmos kosmoloģiskos attālumos, ko raksturo sarkanās nobīdes vērtības 2—3, bet arī samērā īsu laika sprīdi — 10^8 — 10^9 gadus.

Ar šo tēzi labi saskan arī vairāki astrofizikāli pētījumi. Tā, piemēram, P. Osmers ieguvis zināmus pierādījumus tam, ka vērojams diezgan izteikts tādu kvazāru deficīts, kuru sarkanās nobīdes vērtības pārsniedz 3,5; tas varētu nozīmēt, ka šajā ļoti agrīnajā Metagalaktikas attīstības etapā galaktikas vai to kodoli vēl nebija izveidojušies. Te gan jāpiebilst, ka pārāk kategoriskus spriedumus par šo jautājumu izteikt nevar, jo, pirmkārt, vēl ir ļoti nepilnīgs novērojumu materiāls par kvazāriem šādos attālumos un, otrkārt, ja sarkanās nobīdes vērtība ir vienāda ar 4 vai lielāka, kvazārus vispār būs ļoti grūti novērot, tādēļ ka to attālināšanās ātrums jau būs gandrīz vienāds ar gaismas ātrumu.



6. att. Kvazāra 0351+026 (centrā pa kreisi) un tai blakus esošās pundurgalaktikas (centrā pa labi) attēls dažādos palielinājumos. Labi redzams (augšējais attēls pa labi) gāzu mākonis, kas aptver abus mijiedarbojošos objektus. (Pēc «Astronomical Journal», 1983, vol. 87, N 12.)

7. att. Kompakti objekti blakus kvazāriem. Kvazāri atrodas attēlu centros: a — 3C-323.1, b — Mrk 205, c — PKS 2135-147. Attēlu augšā — ziemeļi. Katra attēla stūrī dots attiecīgā objekta uzņēmums ar lielāku kontrastu. Attēli iegūti ar Maunakeas observatorijas (Havaju salas, ASV) 2,2 metru teleskopu. Ekspozīcijas laiks 5—10 min. (Pēc «Astrophysical Journal», 1982, vol. 257, N 1.)



Astrofiziķi V. Sārdžents (Kalifornijas Tehnoloģiskais institūts, ASV) un A. Boksenbergs (Universitātes koledža, Anglija) ir pētījuši Laimana alfa līnijas absorbciju kvazārus aptverošajos ūdeņraža mākoņos. Šīs absorbcijas līnijas kvazāru spektros parādās vairākkārt, turklāt tām ir dažādas sarkanās nobīdes vērtības; to izskaidro ar absorbciju dažādos, atšķirīgā ātrumā kustošos ūdeņraža mākoņos. Dažreiz šo līniju ir tik daudz, ka runā pat par veselu «līniju mežu». Kā rāda V. Sārdženta un A. Boksenberga pētījumi, jo lielāka ir kvazāra spektrā novērojamā sarkanā nobīde, t. i., jo tālāk atrodas kvazārs, jo vairāk ir Laimana alfa absorbcijas līniju. Bet tas nozīmē, ka Metagalaktikas agrīnajās attīstības stadijās ūdeņraža mākoņu bijis vairāk. Šai shēmā labi iekļaujas arī fakts, ka pazīstamā, samērā tuvā kvazāra 3C-273 spektrā⁹ Laimana alfa absorbcijas līniju vispār nenovēro.

Bez tam spektrālie pētījumi liecina, ka kvazārus aptverošie ūdeņraža mākoņi sastāv gandrīz vienīgi no ūdeņraža, tas ir, smago elementu līniju spektrā nav, un, ja šie elementi tur arī atrodas, tad tikai ļoti niecīgos daudzumos. Tātad šādi ūdeņraža mākoņi ir pirmatnēji vei-

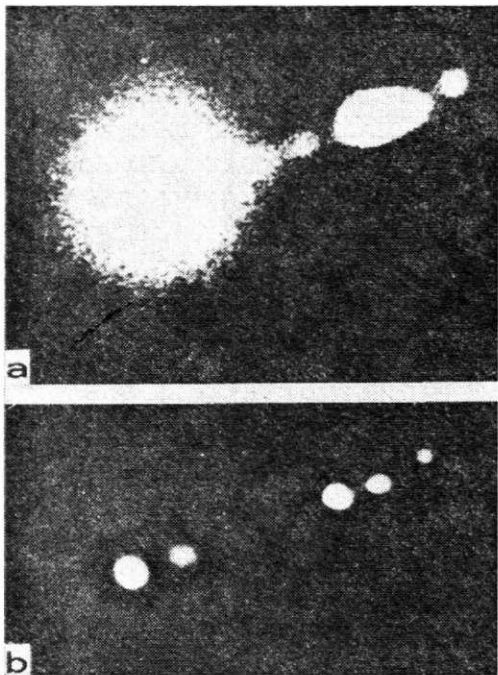
dojumi. Tie telpā sadalīti vienmērīgi, bet nav novērojami apgabalos, kur izveidojušās galaktikas.

Vēlāk, resp., mazākos kosmoloģiskos attālumos, gan izsīkstot starpzvaigžņu gāzes krājumiem, gan tādēļ, ka palielinās Metagalaktikas izmēri un samazinās sadursmju varbūtība, kvazārus sastopam arvien retāk un retāk.¹⁰ To apstiprina novērojumi.¹¹ Tuvu kvazāru ir maz, un daži no tiem neapšaubāmi ir saistīti ar galaktikām, tas ir, «sēž» galaktikās, un tas arī ļauj izvirzīt un pamatot domu, ka šie kvazāri ir divu galaktiku sadursmes izraisītas galaktiku kodolu pastiprinātas aktivitātes sekas — viena no galaktikām tiek pārvērsta par kvazāru. Liecība tam ir, piemēram, G. Botana (Hārvarda—Smitsona Astrofizikas centrs) un viņa kolēģu veiktie tuvē kvazāra 0351+026 pētījumi (6. att.). Tas atrodas Lielajam Magelāna Mākonim līdzīgā

¹⁰ Palomāras un citu katalogu statistiskā analīze rāda, ka kvazāru skaita pieaugumam piemīt zināma īpatnība: spožajiem kvazāriem līdz ar attālumu palielinās to skaita pieauguma ātrums, bet mazāk spožiem kvazāriem šis ātrums nepalielinās. Tātad acīmredzot ir divu veidu kvazāri, kas evolucionē dažādi.

¹¹ Kā viegli saprast, milzīgo attālumu dēļ detalizēti tālo kvazāru novērojumi pagaidām, t. i., ar pašreizējām instrumentālajām iespējām, nav realizējami. Tādēļ novēro un pēta tuvos kvazārus.

⁹ Sk. Balklavs A. Superzvaigzne 3C-273. — Zvaigžņotā debess, 1965. gada pavaris, 13.—15. lpp.



8. att. Radiogalaktikas M 87 attēls: *a* — H. Ārpa iegūts uzņēmums, *b* — attēls iegūts no augšējā, lietojot speciālu attēla apstrādes tehniku. Tas rāda, ka izvirzdums, kas saistīts ar M 87, sastāv no sešiem atsevišķiem avotiem. (Pēc «Sky and Telescope», 1979, vol. 58, N 6.)

galaktikā, kas mijiedarbojas ar netālu kaimiņos esošu pundurgalaktiku. Galaktiku radiālie ātrumi ir 10 650 km/s un 10 200 km/s, tātad to savstarpējais ātrums nav liels. Abas galaktikas ietver ūdeņraža mākoņi, kuru masu vērtē ap $7 \cdot 10^9$ un $3 \cdot 10^9$ Saules masu. Sistēmā ieslēgtie bagātīgie ūdeņraža krājumi, kā arī mijiedarbība, kas stimulē vielas noplūdi no pundurgalaktikas uz lielāko galaktiku, izraisa pastiprinātu lielākās galaktikas kodola aktivitāti, tas ir, pārvērš to par kvazāru. Kā novērojumu dati, tā attiecīgi aprēķini liecina, ka gadījumā, ja sistēmas sarkanā nobīde būtu lielāka par 0,1 (kas parastam kvazāram, protams, arī ir ļoti maz), vāji starojošā kaimiņgalaktika nebūtu redzama un nekas vairs neliecinātu par to, ka

kvazārs ir fiziski saistīts ar kādu citu kosmisko objektu — kvazāra aktivitātes cēloni, un būtu ļoti grūti izskaidrot šīs aktivitātes avotus.

Līdzīgus datus ieguvis A. Stoktons (Havaju universitātes Astronomijas institūts) 1981. gadā. Viņš pētījis trīs tuvus kvazārus (to sarkanā nobīde z ir robežās no 0,07 līdz 0,26), kas veido ciešus pārus ar kaimiņgalaktikām, tas ir, katram no šiem kvazāriem (Mrk 205 ar $z=0,0711$, 3C-323 ar $z=0,2640$ un PKC 2135-147 ar $z=0,2004$) samērā tuvu kaimiņos atrodas kāda galaktika (kurām attiecīgi $z=0,0715$; 0,2645 un 0,2003) (7. att.). Attālums starp kvazāru un galaktiku visos šajos gadījumos nepārsniedz 30 000 gaismas gadu, kas, kā zināms, ir apmēram vienāds ar Saules attālumu no Galaktikas centra un attiecībā uz galaktikām jāvērtē kā ļoti niecīgs. Kaimiņgalaktikas ir ļoti kompaktas. A. Stoktons uzskata, ka šie pāri ir nevis nejauši veidojumi, bet tos saista savstarpējā gravitācija. Maksimālās satuvināšanās momentā, kustoties pa kopēju orbītu, kvazārs, kurš saistīts ar masīvāko galaktiku, norauj kaimiņgalaktikai gāzu un zvaigžņu apvalku; tā kļūst skaidrs, kāpēc kaimiņgalaktikas ir kompakti veidojumi — šīs mijiedarbības rezultātā no galaktikām palikuši pāri tikai masīvie zvaigžņu kodoli. Tas atrisina vienu no galvenajām kvazāru problēmām — jautājumu par to enerģijas avotu un pamato domu, ka tuvie kvazāri ir galaktiku kodolu uzliesmojumi (tie var būt periodiski jeb intermitējoši), kad tai cieši garām iet mazāk masīva kaimiņgalaktika.¹²

Intrīgējošs piemērs šai ziņā ir arī pazīstamā Zemei tuvākā gigantiskā radiogalaktika M 87, kurai pirms apmēram 10^8 gadiem ap 6000 gaismas gadu attālumā pagājusi garām viena no pašlaik zināmām tuvākām kompaktajām galaktikām, izraisot to grandiozo eksploziju, kuras vāju atbalsi tagad novērojam (sk. 8. att.).

Svarīgu pamatojumu idejai par melno caurumu kā kvazāra kodolu un tā aktivitāti apkārtējās vielas akrēcijas rezultātā devuši arī astrofiziķa M. Penstona (Griničas observatorija) un viņa vadītās grupas 1978. gadā veiktie Seiferta galaktikas NGC 4151 novērojumi spektra ultra-

¹² Intermitējoši uzliesmojumi notiek tad, ja abām galaktikām ir kopēja orbīta.

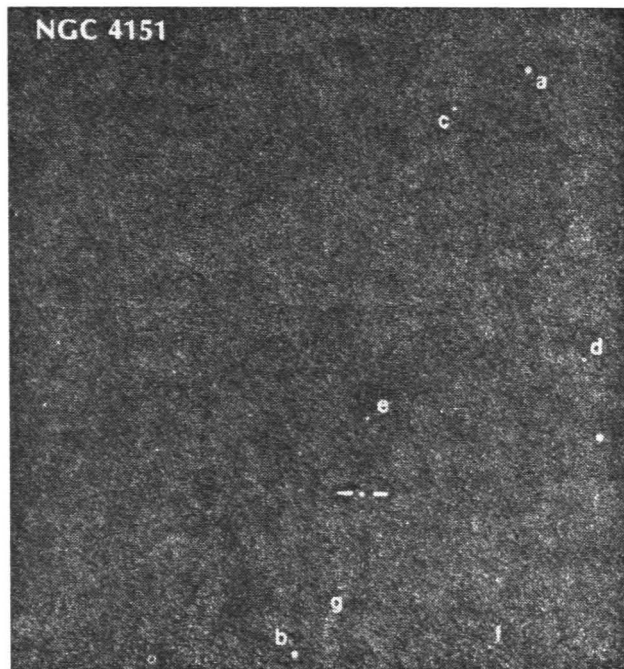
violetajā diapazonā ar pavadonī IUE uzstādīto 45 centimetru teleskopu (sk. 9. att.). Tie parādīja, ka noteicošā ultravioletā starojuma daļa, ko ģenerē šis objekts, ir saistīta ar ļoti niecīga izmēra centrālo kodolu un, kā jau tas raksturīgs gan kvazāriem, gan Seiferta galaktikām, šā kodola starojums ultravioletajā kontinuumā (nepārtrauktajā spektrā) mainās neregulāri. Kodola tuvumā esošās karstās gāzes starojumā bez kontinuumā ir novērojamas arī spektrālīnijas (divas oglekļa un viena magnija līnija). Analizējot šo spektrālīniju starojumu, atklājās, ka raksturīgās starojuma intensitātes izmaiņas, ko uzrāda spektrālīnijas, ir nobīdītas fāzē, resp., aizkavējas attiecībā pret tādām pašām izmaiņām kontinuumā. Tā kā gāzu mākoņu starojuma spektrālīnijas ierosina kodola ultravioletais starojums, tad ir skaidrs, ka šī aizkavēšanās vienāda ar laiku, kāds nepieciešams, lai ultravioletais starojums, kurš izplatās ar gaismas ātrumu, veiktu to attālumu, kāds atdala gāzu mākoņus no kodola. Pamatojoties uz šo secinājumu, ar vienkāršiem aprēķiniem tika noskaidrots, ka ir trīs tipu gāzu mākoņi attiecīgi 13 gaismas dienu,

30 gaismas dienu un 1 gaismas gada attālumā no kodola.

Doplera efekta izraisītais spektrālīniju paplašinājums ļāva noteikt arī mākoņu kustības ātrumus, kas virzienā no kodola uz perifēriju bija attiecīgi 14 000 km/s, 11 000 km/s un 4000 km sekundē.

Pēc šāda ātruma sadalījuma var secināt, ka kodolu, kura gravitācijas laukā kustas šie gāzu mākoņi, veido viens masīvs un kompakts ķermenis, jo attiecīgi teorētiski pētījumi norāda, ka gadījumā, ja kodols sastāvētu no atsevišķām zvaigznēm, gāzu mākoņu ātrumu sadalījums būtu diametrāli pretējs, tas ir, ātrums pieaugtu līdz ar attālumu no centra. Līdzīgu ātruma sadalījuma ainu vērojam arī Saules sistēmā, kuras centrā ir masīvs, kompakts spīdeklis.

Izmantojot Ņūtona likumu, var novērtēt centrālā ķermeņa masu, kas nosaka mākoņu kustību. Tādā veidā astrofiziķi ieguva visiem trim mākoņu tipiem saskanīgus rezultātus, kas rādīja, ka kodola masa ir apmēram 50—100 miljoni Saules masu. Tā kā šāda masa apkopota tilpumā, kura rādiuss ir mazāks par 13 gaismas



9. att. Seiferta galaktikas NGC 4151 attēls (starp svītriņām). Ar burtiem apzīmētas salīdzināšanai izmantotās zvaigznes. (Pēc «Sky and Telescope», 1978, vol. 55, N 5.)

dienām — attālumu līdz tuvākajam mākonim —, tad secinājums, pēc pētnieku domām, var būt tikai viens, proti, ka kodolā atrodas melnais caurums, jo nevienam citam matērijas veidojumam nevar piemist tik milzīgs blīvums.

Secinājumu par melnā cauruma atrašanos NGC 4151 centrā pilnīgi neatkarīgi no iepriekš teiktā apstiprina arī ultravioletā starojuma īpašību pētījumi — uz melno caurumu krītošai gāzei jāveido disks, kura temperatūra ir ap 30 000 kelvinu. Un novērojumi liecina, ka NGC 4151 kodola spektrā ir vērojams ultravioletā starojuma ekscess tieši šādas temperatūras diapazonā.

Ar dažādiem slāņu ātrumiem rotējošo gāzu disku, kas aptver melno caurumu, veido gan starpzvaigžņu gāze, gan dezintegretās zvaigznes. Ja melnā cauruma masa ir samērā maza, tad zvaigžņu noārdīšanas process nenorisinās sevišķi efektīvi. Gāzu disks tādā gadījumā būs diezgan paplāns, tas ir, nebūs sevišķi bagāts ar vielu, tādēļ kodola aktivitāte būs neliela. Rezultātā pastāvēs kaut kas minikvazāram līdzīgs, kā tas novērojams dažām aktīvajām galaktikām un Seiferta galaktikām. Ja turpretī kodola melnā cauruma masa būs ļoti liela, tad gravitācijas lauka gradients būs mazs un melnais caurums «aprīs» zvaigznes veselas, praktiski tās nenodardot. Saskaņā ar teoriju, visjaudīgākajiem kvazāriem kodola melnā cauruma masa ir apmēram 500 miljonu Saules masu liela, bet Seiferta galaktiku gadījumā — 50—100 miljonu Saules masu liela, ko arī, kā redzējām, apstiprina pēdējie M. Penstona un viņa grupas novērojumi.

Īsi rezumējot iepriekš teikto, jāatzīst, ka, pirmkārt, kvazāri nav kādi īpaši kosmiskās matērijas veidojumi. Tie ir, domājams, jaunu galaktiku attīstības stadija, kad galaktiku kodolā izveidojies melnais caurums, galaktikas ir bagātas ar pirmatnējo gāzi vai atrodas tuvu viena otrai un var realizēties intensīva akrēcija, kuru, krītošo gāzu masu gravitācijas enerģijai transformējoties citās formās, pavada milzīgu starojuma enerģijas daudzumu izdalīšana. Otrkārt, šī stadija nav ilga (10⁸—10⁹ gadi) un beidzas «kurināmā», tas ir, akrēcijas diska vielas, izsūkuma dēļ. Tādēļ ir daudz kvazāru, kuriem ir liela sarkanā nobīde, un maz tādu, kuriem ir maza sarkanā nobīdes vērtība. Treškārt, novērojami kvazāri, kam ir maza sarkanā nobīde, uzskatāmi par attiecīgo galaktiku kodolu atkārtotas aktivitātes sekām, kuru cēlonis ir sadursme, resp., vairāk vai mazāk ciešs nejaus (vai atkārtots, ja galaktikām ir kopēja orbīta) kontakts ar kādu citu galaktiku, kā rezultātā masīvākā galaktika norauj mazāk masīvajai galaktikai gravitacionāli vājāk saistītās perifērās gāzu un zvaigžņu masas.

Šī vispārīgā shēma pašlaik gūst arvien lielāku popularitāti. Taču tā ir tikai shēma. Daudzas detaļas vēl joprojām ir neskaidras. Bet kvazāru pētījumi un diskusijas par tiem intensīvi turpinās. Jau tuvākajā laikā jauni astronomijas instrumenti pavērs lielas iespējas kvazāru, it sevišķi to spektru, pētniecībā, un nav šaubu, ka nākotnē šis sākotnēji ļoti mīklainās kosmiskās parādības būtību aprakstīs stingra, visu izskaidrojoša teorija.

ZEMES MĀKSLĪGIE PAVADOŅI UN ELEKTROSAKARI

(Nobeigums)*

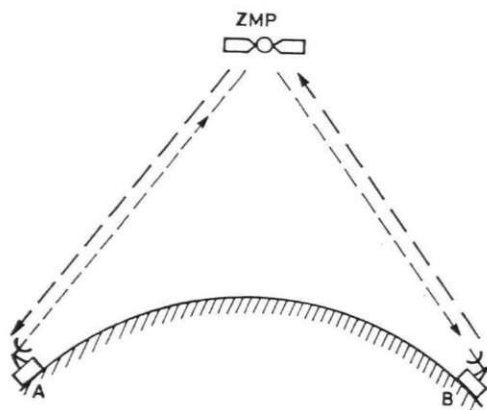
ALBERTS
GRABINSKIS

SAKARU PAVADOŅI

PĀRSKATS

Kosmiskie aparāti, kas veic zinātniski pētnieciska rakstura novērojumus, galveno informācijas plūsmu virza uz Zemi. Sakaru pavadņos informācijas plūsmas apjoms abos virzienos (kosmos—Zeme un Zeme—kosmos) ir aptuveni vienāds. Sakaru ZMP kopā ar divām Zemes kosmisko sakaru stacijām veido vienu vienotā Zemes sakaru tīkla posmu, kā tas parādīts 4. attēlā. Kā zināms, informācijas plūsma Zemes sakaru tīklā visos virzienos ir vienāda: starp visiem abonentiem pastāv divpusēji sakari. Piemēram, pa telefonu pārmaiņus runā gan viens, gan otrs abonents, tiem abiem jānodrošina vienāda dzirdamība utt. Tā tas ir vienmēr, neatkarīgi no tā, kāda informācija raidāma; tā var būt telefona saruna, telegrammas pārraide vai cita veida sakari. Tātad ZMP aparatūrai jānodrošina informācijas pārraide gan virzienā stacija A—ZMP—stacija B, gan arī otrādi. Divpusēju pārraidi bez īpašām grūtībām var realizēt ar pasīvu ZMP, t. i., ar ZMP, kurš radioviļņus vienkārši atstaro, resp., darbojas kā spogulis. Šādi atstaroto radioviļņu enerģija ir ļoti maza, to stipri nomāc radio-

traucējumi. No traucējumu aizsardzības viedokļa labāki ir aktīvie sakaru ZMP; tajos atrodas uztveršanas, pastiprināšanas un raidīšanas aparatūra abiem pārraides virzieniem. Šādi ZMP nepārtraukti jānodrošina ar elektrisko enerģiju.



4. att. Zemes sakaru tīkla posms ar ZMP: A un B — Zemes kosmisko sakaru centri, ZMP — Zemes mākslīgais pavadoņš retranslators.

* Sākumu sk. «Zvaigžņotā debess, 1984./85. gada ziema», 10.—14. lpp.

RADIOSIGNĀLU FREKVENCES ZMP SAKARU SISTĒMĀS

Radiolīnijai jāizvēlas tāda darba frekvence, lai signāla vājinājums būtu pēc iespējas mazāks. Radiosignālu vājina visi atmosfēras slāņi, turklāt atkarībā no frekvences vājinājums var būt dažāds. Jārēķinās arī ar radiotraucējumu iespēju.

Pētījumu rezultātā ir noskaidrots, ka sakariem starp Zemi un kosmisko objektu ir izdevīgi izmantot 90—10 000 MHz frekvences. Ir arī atsevišķas vēl augstāku frekvenču joslas, kurās radioviļņi Zemes atmosfērā izplatās pietiekami labi. Izvēloties darba frekvenci, jāņem vērā tas, ka radiofrekvenču signālus izmanto arī citu veidu pārraidēm, turklāt jāreķinās ar iespējamiem dažādu pārraižu veidu savstarpīgiem traucējumiem. Kosmisko radiolīniju un Zemes radiosistēmu savstarpējie radiotraucējumi ir atkarīgi no raidītāju jaudas uz frekvenču spektra platuma vienību, no antenas vērsuma darbības raksturlielņiem un no kosmiskās radiostacijas ģeogrāfiskā novietojuma. Izvēloties radiolīnijas darba frekvenci, tāpat jāņem vērā tās iespējamā ietekme uz radioteleskopu darbību; kosmiskās izcelsmes radiosignāli ir ļoti vāji, un to kvalitatīva novērošana ir iespējama tikai tad, ja radioteleskopa darbu netraucē citi signāli.

Lai radioiztvērējus pēc iespējas aizsargātu no citu raidītāju traucējošās iedarbības, Starptautiskā radiotehnikas konsultatīvā komiteja (CCIR) ir izstrādājusi noteikumus par radiosignālu frekvenču spektra joslu izmantošanu dažādām vajadzībām, par pieļaujamām raidītāju jaudām un citus. 1963. gadā CCIR Zenēvas plenārajā asamblejā pieņēma īpašus lēmumus par atsevišķu frekvenču joslu piešķiršanu kosmiskajām radiolīnijām. Pirmos lēmumus par ieteiktajām frekvenču joslām sakariem starp Zemi un kosmisko objektu pieņēma jau 1959. gada decembrī; radiokanāliem kosmos—Zeme un Zeme—kosmos rekomendēja 15 150—15 250 MHz un 31 800 MHz frekvenču joslas. Pārraidēm atļāva izmantot arī 136—137, 400—401 un 1427—1429 MHz joslas. Tika noteiktas vēl vairākas frekvenču joslas citos radiodiapazonos, kurās atļauts darboties kosmiskajām

radiolīnijām, priekšroku tomēr dodot citām radiosistēmām.

Ja ZMP izmanto par retranslatoru, tad pavadona uzdevums ir uztvert un bez traucējumiem un kropļojumiem pārraidīt tālāk tā saukto grupsignālu. Grupsignāls ir sarežģīts signāls, kas satur simtiem telefona kanālu signālu, lielu skaitu telegrāfa, datu pārraides, radio un televīzijas signālu. Telefona kanālu divpusējās darbības (pārmaiņus runā gan viens, gan otrs telefona abonents) dēļ arī ZMP radiolīnijai jābūt divpusējai. Katram pārraides virzienam izmanto savu frekvenču joslu, tā aizsargājot radiolīnijas uztvērēja ieeju no pretējā virzienā noraidāmā signāla. Izplatītas ir arī specializētas ZMP sakaru sistēmas, kuras kalpo tikai radio vai televīzijas raidījumiem.

Ar augstu lidojošiem pavadoņiem retranslatoriem var nodrošināt radiosakarus starp kosmisko lidojumu vadības centriem un orbitāliem kosmiskiem aparātiem jebkurā laika momentā, kā arī nepārtrauktus radiosakarus starp lidmašīnām un to komandpunktiem. Retranslācijas pavadoņu izmantošana dod iespēju ne vien lidojuma vadības centram uzturēt nepārtrauktus radiosakarus ar orbitālā pilotējamā KA apkalpi, bet arī veikt televīzijas pārraidi no jebkura orbītas punkta; tā var tikt organizēti nepārtraukti komandu un telemetriskie sakari ar kosmisko aparātu. Tas ir it sevišķi nepieciešams, ievadot KA orbītā, kā arī izdarot nolaišanās manevrus.

ORBITU PARAMETRI

Projektējot sakaru sistēmas, ir svarīgi noteikt ZMP orbītu parametrus. No tiem atkarīgs ZMP skaits, kāds nepieciešams, lai nodrošinātu nepārtrauktus sakarus starp diviem Zemes sakaru centriem, kā arī tas, cik ilgi ZMP atrodas viena Zemes kosmisko sakaru centra tiešās radioredzamības zonā. Nosakot orbītu parametrus, jāreķinās ar praktiskajām iespējām. Lai ar vienu ZMP, kas pārvietojas pa riņķveida orbītu, nodrošinātu sakarus 10 000 km attālumā, orbītas augstumam jābūt ap 250 kilometru. Orbīta parasti ir nedaudz izstiepta. To raksturo tās perigejs un apogejs, kā arī plaknes leņķis attiecībā pret ekvatora plakni.

5. attēlā parādīta sakarība starp orbītas augstumu un ZMP apriņķošanas periodu pa riņķveida orbītu.

ZMP eksistences laiku nosaka orbītas augstums, kā arī ZMP forma un masa. Uz nelielā augstumā lidojošiem ZMP iedarbojas Zemes formas īpatnības, Zemes nehomogenitāte un atmosfēras augšējo slāņu bremsējošā ietekme. Ja periģeja augstums ir neliels (150 km vai mazāk), atmosfēras augšējo slāņu ietekme ir tik liela, ka ZMP pakāpeniski pāriet Zemei arvien tuvākās orbītās; ieejot arvien blīvākos atmosfēras slāņos, tā virsma sakarst, tas sadeg un beidz eksistēt. Pavadoņi, kuru periģeja augstums ir pietiekami liels, var turpināt lidojumu gadsimtiem ilgi.

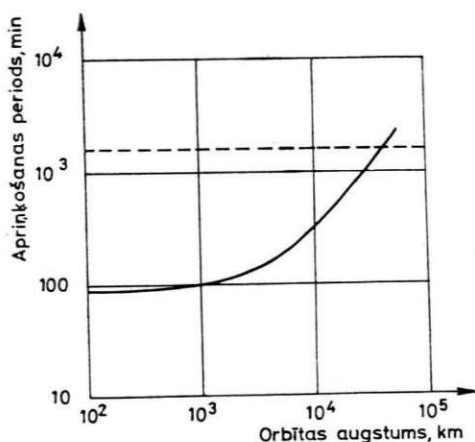
ZMP, kuru orbītas plakne veido nelielu leņķi attiecībā pret ekvatora plakni, tiek ievadīti orbītā austrumu virzienā. Tā tiek izmantots Zemes rotācijas ātrums.

Ja pavadoņa orbītas plakne veido kādu leņķi ar ekvatora plakni, tad katrā apriņķošanas periodā orbītas projekcija uz Zemes virsmas ir citāda. Pirmo orbītu sauc par nulles orbītu, bet turpmākās apzīmē ar skaitļiem 1, 2 ... Par 1. orbītas sākumu uzskata orbītas pirmo krustojanos punktu ar ekvatoru, pavadoņim pārvietojoties ziemeļu virzienā. Tā kā ekvatora kustības ātrums Zemes rotācijas dēļ ir 1674 km/h, tad ar katru ZMP apriņķojumu orbītas pēda pārvietojas par apmēram 2790 km uz rietumiem (ja apriņķojums ilgst apm. 100 min; sk. arī 5. att.).

Īpaša nozīme ir retrānslācijas pavadoņiem, kuriem ir periodiskas un ģeostacionāras orbītas.

Periodiskajām orbītām raksturīgs tas, ka ZMP periodiski parādās virs vieniem un tiem pašiem Zemes punktiem. Ja orbīta ir tāda, ka ZMP apriņķojumu skaits vienā zvaigžņu dienā ir vesels skaitlis, tad tas katru dienu noteiktos laika intervālos būs novērojams vienās un tās pašās vietās. Periodiski ZMP grupu var izveidot tā, ka kosmisko sakaru centra redzamības zonā vienmēr atrodas kāds grupas pavadoņi. 2. tabulā atrodami dažu periodisko orbītu dati.

Ģeostacionārajā orbītā ZMP apriņķošanas periods ir zvaigžņu diennakts. Orbītas plakne



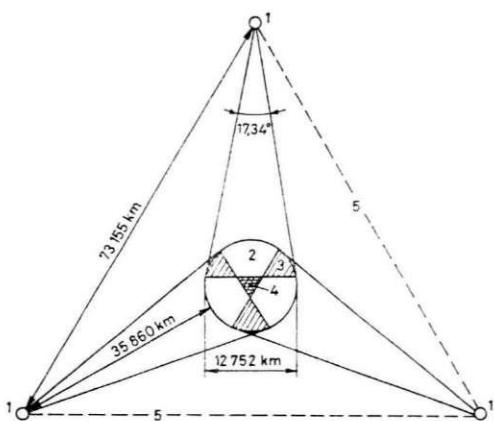
5. att. ZMP apriņķošanas periods (pa riņķveida orbītu) atkarībā no orbītas augstuma.

sakrīt ar ekvatora plakni; tās augstums ir 35 860 kilometru. Pavadoņim turklāt jālido virzienā no rietumiem uz austrumiem. No Zemes tas novērojams vienmēr gandrīz vienā un tajā pašā debess sfēras punktā, t. i., liekas esam praktiski nekustīgs. Istenībā šādam pavadoņim attiecībā pret novērotāju uz Zemes tomēr piemīt neliela kustība. Tās cēlonis ir planētu un Mēness gravitācijas lauka ietekme. Tādēļ laiku pa laikam nepieciešama ZMP stāvokļa korekcija. To veic ar korigējošiem dzinējiem.

2. tabula

ZMP periodiskās orbītas

Aprīņķojumu skaits zvaigžņu dienā	Aprīņķošanas periods		Riņķveida orbītas augstums, km
	h	min	
15	1	35,7	560
12	1	59,7	1675
10	2	23,6	2712
6	3	59,4	6724
5	4	47,2	8045
2	11	58,0	20190
1	23	56,1	35860



6. att. Triju stacionāro pavadoņu (kustības ātrums $\approx 11\,087$ km/h) sistēmas shēma: 1 — ģeostacionārie pavadoņi, 2 — radioredzamības zona, 3 — zona, kurā redzami divi pavadoņi, 4 — polārais apgabals, 5 — radiokanāls starp pavadoņiem.

Ģeostacionārajam sakaru pavadoņim ir daudzas labas īpašības. Sevišķi svarīgi ir tas, ka vienkāršojas Zemes kosmisko sakaru centru antenu sekotājierīces; atkrīt antenas orientācijas problēma (nav vajadzīga programmētās vadības sistēma antenu orientācijai); Doplera efekta izraisītā traucējošā frekvenču nobīde ir reducēta līdz minimāli iespējamai; pavadoņi atrodas nepārtrauktā radioredzamības zonā attiecībā pret visiem ar to saistītajiem kosmisko sakaru centriem; var izveidot platjoslas daudzkanālu sakaru sistēmas, kas savieno jebkurus radioredzamības zonā esošus sakaru centrus. Ar nedaudziem ģeostacionārajiem sakaru pavadoņiem var izveidot globālu sakaru sistēmu, neaptverti paliek tikai polārie apgabali. Ja stacionārā orbītā ir ievadīts meteoroloģiskais pavadoņi, tad nepārtraukti un bez aizkavēšanās var noraidīt uz Zemi laika prognozēšanai nepieciešamās ziņas. 6. attēlā parādīta triju stacionāro pavadoņu izvietojuma shēma. Uz Zemes tādējādi no trim zonām iespējams izveidot radiokanālu ar diviem pavadoņiem. Parādīta (aptuveni) arī polārā zona, kurā radiokanāli ar ekvatoriālo stacionāro pavadoņu sistēmu nav realizējami.

Var izveidot arī pusstacionāru pavadoņu sistēmas. So ZMP aprīņošanas periods tāpat ir vienāds ar zvaigžņu diennakti, bet orbītas plakne veido zināmu leņķi ar ekvatora plakni.

Sakaru pavadoņa orbītas izvēle atkarīga no tā, vai pavadoņim jādarbojas kā aktīvam vai kā pasīvam retranslatoram un vai retranslācija notiek ar pārraidāmo signālu aizturi laikā vai bez tās.

PASĪVĀS UN AKTĪVĀS RETRANSLĀCIJAS SISTĒMAS

Pasīvās sakaru sistēmas ir atstarotājsistēmas (radioviļņi tiek atstaroti). Atstarojas tikai neliela raidītās enerģijas daļa, turklāt arī tā atpakaļceļā uz Zemi stipri izkliedējas. Zemes kosmisko sakaru centrā uztver ļoti vājus radiosignālus. Sā iemesla dēļ kosmisko sakaru sistēmās pasīvajiem retranslācijas pavadoņiem izvēlas mazu orbītas augstumu. Pasīvo retranslatoru raksturo tā efektīvais laukums un atstarošanas raksturlielumi. Tie ir atkarīgi no atstarotāja konfigurācijas. Pasīvie atstarotāji var būt neorientēti un orientēti. Orientētajiem atstarotājiem — plakaniem vai paraboliskiem spoguļiem vai arī spoguļu sistēmām — nepieciešamas īpašas orientācijas koriģēšanas iekārtas; tām, savukārt, vajadzīgi enerģijas avoti.

Pasīvajiem retranslatoriem piemīt liels darba drošums un kalpošanas laiks. Tie var vienlaikus apkalpot ļoti daudzus Zemes kosmisko sakaru kanālu skaits katrā radiosistēmā. Nav ierobežota arī raidītāju izstarotā jauda. Pasīvo retranslatoru bieži vien apvieno ar nelielas jaudas aktīvu retranslatoru. Tas kalpo Zemes antenu sistēmu orientācijas atvieglošanai un atstarotājsistēmas orientācijas koriģēšanai.

Aktīvie retranslatori uztver radiosignālu, to pārveido pastiprināšanai piemērotā veidā, pastiprina, no jauna modulē un pievada vērstaļņai antenai, kas noraida radioviļņus vai nu kādam citam kosmiskam objektam, vai arī Zemes uztveršanas centram. Aktīvajiem retranslatoriem raksturīgs ierobežots frekvenču diapazons un ierobežota darba frekvenču josla, arī

to jauda ir samērā maza. Tie vienlaikus var apkalpot tikai ierobežotu skaitu abonentu.

Ļoti svarīgi ir nodrošināt aktīvo retranslatoru ar elektroenerģiju, kas nepieciešama antenu sistēmas orientācijai, signāla pārveidošanai un pastiprināšanai un paša pavadoņa orientācijas koriģēšanai. Šim nolūkam izmanto gan Saules baterijas, gan arī kodoltermisku enerģijas avotu.

Kosmisko sakaru sistēmā retranslatori var būt arī radioiekārta, kas atrodas lidmašīnā. Tādā gadījumā retranslācijas pavadoņa radiolīnija darbojas starp pavadoņi un lidmašīnu; posms lidmašīna—Zeme ir neatkarīgs radiolīnijas posms.

PAVADOŅSAKARU SISTĒMAS

Sobrīd pasaulē pastāv daudz pavadoņsakaru sistēmu. To attīstība ir radījusi jaunas specifiskas problēmas. Piemēram, daudzie radiostacijumi ietekmē cits citu, un radiolīniju darbībā rodas traucējumi. Pēc Starptautiskās elektro-

3. tabula

1982. gadā ekspluatētās un plānotās pavadoņsakaru sistēmas

Valsts	Pavadoņsakaru sistēmas	
	kopskaits	tajā skaitā starptautisko sistēmu vajadzībām
ASV	94	48
PSRS	49	2
Francija	19	13
Kanāda	10	
Japāna	8	
Kolumbija	5	
Indonēzija	5	
Irāna	4	
Brazīlija	3	
Austrija	3	
Sauda Arābija	3	
Indija	3	
KTR	2	
Meksika	2	
Beļģija	2	
Sveice	1	
Itālija	1	
Lielbritānija	1	
VFR	1	

sakaru savienības datiem, jau tiek ekspluatēti vai tuvākajos gados plānoti vairāk nekā 200 sakaru tīkli, kuros izmanto ģeostacionāros pavadoņus. 3. tabulā apkopoti dati par 1982. gadā ekspluatētajām vai pieteiktajām pavadoņsakaru sistēmām.

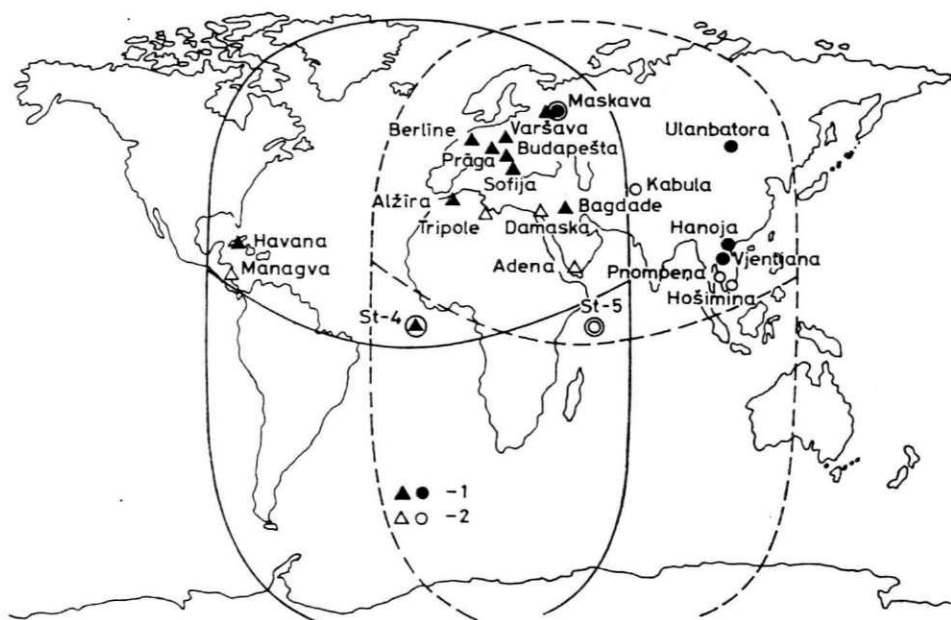
Pieaugot ģeostacionāro sakaru pavadoņu skaitam, rodas nopietnas grūtības arī ģeostacionāro orbītu izmantošanā. Ir organizēta īpaša starptautiska koordinācijas grupa radiofrekvenču diapazona un kosmiskās telpas izmantošanas efektivitātes uzlabošanai.

Dažas ziņas par lielākajām kosmisko sakaru sistēmām

Padomju Savienībā nopietna vērība tiek veltīta iedzīvotāju nodrošināšanai ar centrālās televīzijas un radio raidījumiem. Uztvērējcentru sistēma «Orbīta» kopā ar Zemes raidstaciju tīklu nodrošina 67,7% iedzīvotāju ar divām, bet 88% — ar vienu televīzijas raidījumu programmu. Uztvērējcentri uztver raidījumus pa radiolīnijām, kurās ietilpst pavadoņi «Molnija», «Raduga», «Horizont» un «Ekran». Ir radītas vienkāršotas uztvērēj sistēmas «Ekran» un «Moskva», kuras ērti izvietojamas lauku sakaru nodalās, kā arī kolhozu un sovhožu centros. Šis tīkls nepārtraukti paplašinās. Nesen tika nodota ekspluatācijā jauna pavadoņsakaru sistēma «Orbīta-RV», kura paredzēta daudzprogrammu radiofonijas un avižu sleju pārraidei.

Starptautiskā pavadoņsakaru sistēma «Intersputnik»

Pavadoņsakaru sistēma «Intersputnik» tika radīta 1971. gadā ar nolūku stiprināt un attīstīt politisko, ekonomisko un zinātniski tehnisko sadarbību un kultūras saites starp valstīm. «Intersputnik» paredzēta telefona, telegrāfa un fototelegrāfa sakariem, datu pārraidei, kā arī radiofonijas un televīzijas pārraidēm. Sistēmā «Intersputnik» sākumā ietilpa deviņas valstis: Bulgārijas Tautas Republika, Ungārijas Tautas Republika, Vācijas Demokrā-



7. att. Pavadoņsakarņu sistēmas «Intersputņik» apkalpošanas zonas: 1 — ekspluatējamie Zemes kosmisko sakarņu centri, 2 — plānotie Zemes kosmisko sakarņu centri, St-4 un St-5 — sakarņu pavadoņi «Stacionar-4» un «Stacionar-5».

tiskā Republika, Kubas Republika, Mongolijas Tautas Republika, Polijas Tautas Republika, Rumānijas Sociālistiskā Republika, PSRS, Čehoslovākijas Sociālistiskā Republika. Tagad tajā iekļāvušās arī Afganistānas Demokrātiskā Republika, Vjētnamas Sociālistiskā Republika, Jemenas Tautas Demokrātiskā Republika, Laosas Tautas Demokrātiskā Republika un Sīrijas Arābu Republika.

Ap 40% televīzijas programmu tiek pārraidītas, izmantojot sistēmu «Intersputņik».

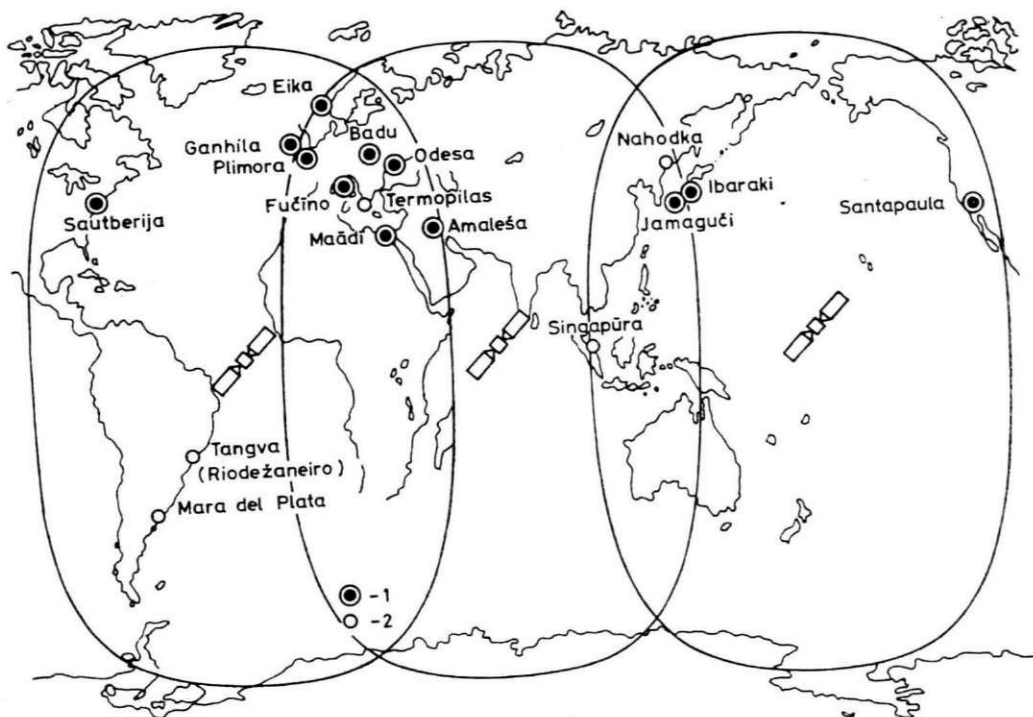
«Intersputņik» ir brīva starptautiska organizācija, kurā var piedalīties jebkura valsts. Tās darbības pamatā ir dalībniekvalstu līdztiesība un savstarpējais izdevīgums. Šo organizāciju vada Padome, kurā ietilpst visu dalībniekvalstu pārstāvji (pa vienam no katras).

Līdz 1979. gadam šajā sistēmā izmantoja pavadoņus «Molņija» ar eliptiskām orbītām, bet jau kopš 1977. gada vidus pievērsās «Stacionar» tipa ģeostacionārajiem pavadoņiem,

kas deva iespēju ievērojami paplašināt apkalpojamo zonu un uzlabot pārraižu kvalitāti. Pašreiz sistēmā «Intersputņik» izmanto divus stacionāros ZMP: «Stacionar-4» un «Stacionar-5». 7. attēlā parādīta šo pavadoņu apkalpojamā zona. Pavadoņim «Stacionar-4» ir četras retranšlācijas radiolīnijas, bet «Stacionar-5» — divas.

Starptautiskā jūras pavadoņsakarņu sistēma «Inmarsat»

1975. gadā Starptautiskajā jūras kuģniecības organizācijā (IMO) pabeidza izstrādāt starptautiskas jūras pavadoņsakarņu sistēmas projektu. Šīs organizācijas darbības pamatprincipus ieteica Padomju Savienība. «Inmarsat» konvenciju un ekspluatācijas noteikumus pieņēma 1976. gada septembrī. Sistēmu «Inmarsat» vada tās dalībnieču — 37 valstu — pār-



8. att. Pavadoņsakarņu sistēmas «Inmarsat» apkalpošanas zonas: 1 — ekspluatējamie krasta kosmisko sakarņu centri, 2 — plānotie krasta kosmisko sakarņu centri.

stāvju padome. Organizācijas štābs atrodas Londonā.

Sistēmas «Inmarsat» galvenais uzdevums ir nodrošināt stabilus sakarus starp kuģiem un sauszemi, kā arī nepieciešamības gadījumā organizēt palīdzības sniegšanu kuģiem. Ik gadus jūrā notiek ap 350 kuģu avāriju; 25—30 avāriju kuģu pazūd bez vēsts. Sādās situācijās ļoti efektīvu palīdzību var sniegt zemu (800 līdz 1000 km augstumā) lidojoši sakarņu pavadoņi. Tie viegli var uztvert vājus kuģu radio-signalus un pēc tiem noteikt signāla avota koordinātas (ar precizitāti 2—4 km).

Lai pilnībā kontrolētu stāvokli pasaules okeānā, tika izveidota jūras sakarņu sistēma ar trim ģeostacionārajiem sakarņu pavadoņiem (sk. 8. att.).

Kopš 1982. gada sistēma «Inmarsat» tiek ekspluatēta arī komerciālām vajadzībām, nodrošinot kuģiem regulārus telefona, telegrāfa, faksimila, datu pārraides u. c. sakarus ar sauszemi.

Līdz 1986. gadam uz apmēram 5000 kuģiem paredzēts uzstādīt iekārtas regulāro sakarņu kanālu izveidošanai. 1983. gada sākumā to kuģu skaits, kuros darbojās pavadoņsakarņu sistēmas izmantošanai nepieciešamās iekārtas, jau pārsniedza 1300.

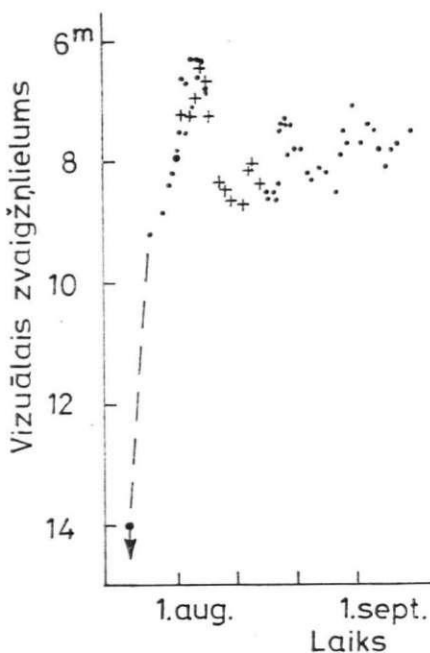
Literatūra

1. Крэсснер Г. Н., Михаэлс Дж. В. Введение в системы космической связи. М., Связь, 1967.
2. Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь. М., Связь, 1979.
3. Кантор Л. Я., Чеховский Е. Я. Спутниковая система «Орбита-РВ» для передачи программ звукового вещания и газетных полос. — Электросвязь, 1982, № 5, с. 5—8.
4. Кантор Л. Я., Чеховский Е. Я. Общественное оборудование комплекса «Орбита-РВ». — Электросвязь, 1982, № 11, с. 5—10.



Nova Lapsiņas zvaigznājā

1984. gada 6. augustā Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijā pienāca ziņa, ka Lapsiņas zvaigznājā uzliesmojusi nova. Tā kā nākamajās divās naktīs debess bija apmākusies, pirmos Lapsiņas novas (Nova Vulpeculae) uzņēmumus ar Baldones observatorijas Šmita teleskopu ieguva tikai 8./9. augusta naktī tai laikā dežurējošais novērotājs Imants Jurgītis. Novas spožums zilajos staros tad bija apmēram 8 magnitūdas.



Lapsiņas novas vizuālais spožums.

Vēlāk no Starptautiskās astronomijas savienības Astronomisko telegrammu centrālā biroja saņemtie cirkulāri atspoguļoja novas atklāšanu un pirmos novērojumu rezultātus. 1984. gada 30. jūlija cirkulārā № 3963 biroja vadītājs B. Mārsdens raksta, ka, saskaņā ar H. Kosai ziņojumu no Tokijas Astronomijas observatorijas, 27./28. jūlija naktī Vakuda atklājis zvaigžņveida objektu, kura fotovizuālais spožums bijis 9,2 magnitūdas. Vēlāk Astrofizikas centrā (ASV) K. J. Šao pēc uzņēmumiem, kas ar patruļkameru iegūti Okridžā, konstatējis, ka 24. jūlijā zvaigzne vēl bijusi vājāka par 14. lielumu.

29./30. jūlijā V. Takana un T. Vatanaba ar Kiso observatorijas (Japāna) Šmita teleskopu un 4° objektīva prizmu atraduši objekta spektrā spēcīgu ūdeņraža (H_{α} un H_{β}) emisiju. Augšprovansas observatorijā (Francija) 2./3. augustā iegūti novas augstas dispersijas spektri, kuros redzamās platās emisijas līnijas liecina par novas ārējo slāņu izplešanos ar ātrumu ap 1100 km sekundē. Agrāk iegūtie attiecīgā debess apgabala uzņēmumi liecina, ka pirms uzliesmojuma zvaigznes spožums bijis ap 17 magnitūdu. Dažādu zemju astronomijas amatieru vizuālie novērojumi rāda, ka novas spožums pēc tās atklāšanas vēl palielinājies un 4./5. augustā sasniedzis 6. lielumu. Tātad uzliesmojuma rezultātā zvaigznes spožums pieaudzis vismaz par 11 zvaigžņlielumiem jeb vairāk nekā desmittūkstoš reizi.

Vēl 24./25. augusta naktī Lapsiņas nova bija samērā spoža, kā rāda ar Šmita teleskopu iegūtais uzņēmums № 12939, kam lietota zilajos staros jutīgā ORWO ZU 21 fotoplate, ekspozīcijas ilgums 20 min, novērotājs I. Jurgītis (sk. attēlu vāku 2. lappusē).

Daudzie Lapsiņas novas spožuma vizuālie novērtējumi un fotoelektriskie mērījumi, kurus

dažādās valstīs ieguvuši astronomijas amateri un profesionāli astronomi, liecina, ka vismaz 40 dienas pēc maksimuma sasniegšanas novas vizuālais spožums svārstījies robežās no 7,1 līdz 8,7 magnitūdām (sk. att.). Turklāt novērojama vidējā spožuma pieaugšanas tendence. No tā var secināt, ka Lapsiņas nova pieder pie lēnajām novām.

A. A l k s n i s

Saules rentgenstaru 160 minūšu pulsācijas

Kopš grupa padomju zinātnieku akadēmiķa A. Severnija vadībā 1974. gadā atklāja Saules globālās pulsācijas ar 160 minūšu periodu, šo pulsāciju pētījumi ir kļuvuši par jaunu heliofizikas nozari. Jau rakstijām par pulsāciju cēloņu meklējumiem, par to atskanām Zemes magnētiskā lauka variācijās. Pulsācijas konstatētas arī Saules infrasarkanajā un radioviļņu plūsmā. Bet nesen Krimas Astrofizikas observatorijā V. Kotovs kopā ar Sibīrijas Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta (Irkutska) līdzstrādnieku V. Kasinski veikuši 160 min pulsāciju meklējumus Saules cieto rentgenstaru plūsmā.

Saules cieto (0,003—0,045 nm) rentgenstarojumu tās maksimālās aktivitātes laikā, 1980. un 1981. gadā, reģistrēja speciāls «Saules maksimuma» pavadoņs — SMM (Solar Maximum Mission), kuru palaida ASV 1980. gadā. Ta novērojumu datus analīzei saņēma arī mūsu valsts zinātnieki.

Matemātiskai periodu meklējumu analīzei tika pakļauti 2100 Saules rentgenstaru uzliesmojumi 0,003—0,045 nm diapazonā un papildus — Saules vainaga 0,32 nm rentgenstarojuma līnijas videjotā plūsma. Analīzes rezultāta 160 min periodu atrada gan 0,32 nm viļņu garuma plūsmas variāciju jaudas spektros, gan cieto rentgenstaru uzliesmojumu intensitātes sadalījumā.

Turklāt izrādījās, ka rentgena uzliesmojumu intensitātes gaita 160 min perioda laikā korrelē ar 8,2 mm un 13,5 mm Saules radioviļņu plūsmu un ar Saules fotosfēras radiālā ātruma izmaiņām; atšķirība ir tikai zināmā fāzu

nobīdē. Starp rentgenstarojumu un radioplūsmas svārstībām fāzu nobīdes tikpat kā nav, tā ietverta ± 5 min kļūdas intervālā. Tas liecina, ka minētie starojumi rodas apmēram vienādā augstumā virs fotosfēras. Turpretī fotosfēras radiālā pārvietoējuma viļņa fāze iet rentgenstarojumam pa priekšu — tā maksimumi iestājas par 40 min ātrāk. Respektīvi, šai laika sprīdi fotosfēras kustības radītais triecienvilnis izplatās līdz apakšējai koronai — noiet apm. $6 \cdot 10^4$ km — un izraisa tur perturbācijas, par kurām liecina koronā ģenerētie milimetru radioviļņi un rentgenstari.

IEPRIEKŠĒJAS PUBLIKĀCIJAS «ZVAIGZNOTAJA DEBESI» PAR 160 MIN PULSĀCIJAM:

1. Averjanhina J., Cimahoviča N. Saules pulsācija. — 1978. gada pavasaris, 12.—16. lpp.
2. Možerins V. Zemes magnetosfēra pulsē Saules ritmā. — 1984. gada vasara, 25.—27. lpp.
3. Cimahoviča N. Kāpēc Saule pulsē? — 1984. gada rudens, 28., 29. lpp.

N. C i m a h o v i č a

Atmosfēras emisijā atbalsojas kosmiskie starti

Pagājuši jau vairāk nekā 15 gadi, kopš Zemes atmosfēras augšējo slāņu (virš 100 km) starojumu spektrā pamanītas 600, 617 un 650 nm difūza starojuma joslas. Tās konstatētas Zveņigorodas observatorijā, novērojot debess starojuma spektru krēslas stundās. Šis t. s. krēslas emisijas pētījumi sniedz bagātīgu informāciju par Zemes atmosfēras īpašībām lielā augstumā. Minēto viļņu garumu starojums ģenerējas ūdens tvaiku molekulu mijiedarbībā ar jonosfēras brīvajiem elektroniem un atomāro skābekli. Pati intensīvākā starojuma josla ir ap 617 nm viļņu garumu.

617 nm starojums ir ļoti mainīgs: dažkārt novēro pat simtkārtīgu tā intensitātes pieaugumu. Daļa šo uzliesmojumu tika izskaidroti ar ģeomagnētiskā lauka variācijām un ar

Saules vēja protonu ietriekšanos Zemes atmosfērā, tomēr daudzi gadījumi palika neskaidri. Prof. A. Krasovskis izteica domu, ka atmosfēras emisijas uzliesmojumi rodas arī tad, kad tiek palaistas kosmiskās raķetes un atmosfērā ieplūst dzinēju izplūdes gāzes.

Lai noskaidrotu šo problēmu, tika izdarīti gan teorētiski vērtējumi, gan arī analizēti novērojumu dati.

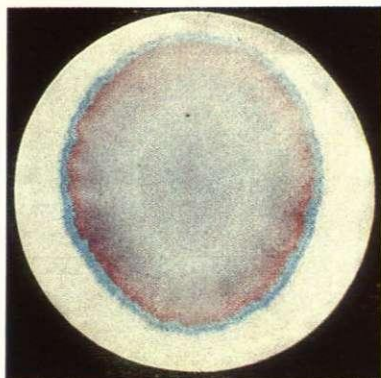
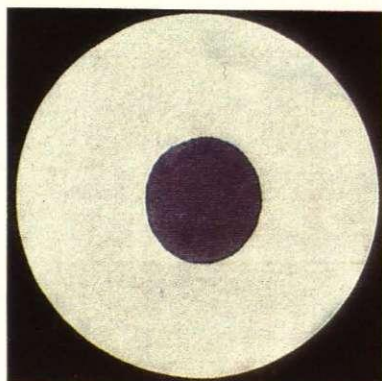
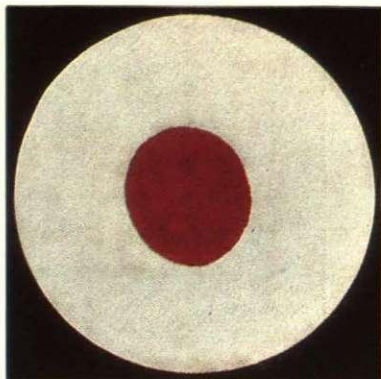
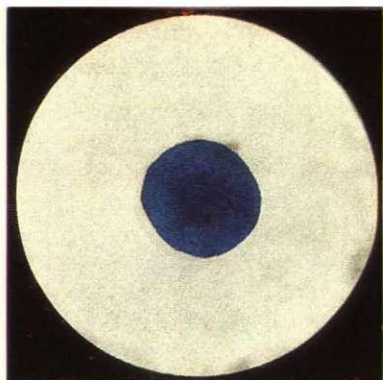
Te lieti noderēja Abastumani Astrofizikas observatorijas ilgstošo novērojumu dati. Tika atlasīti tie 10 dienu intervāli, kuros notikuši kosmiskie starti, un starojuma intensitāti novērtēja pēc t. s. epohu superpozīciju metodes. Tādā kārtā izdevās noteikt starojuma intensitātes vidējo sadalījumu šajā intervālā. Izrādījās, ka tiešām pēc kosmisko aparātu palaišanas 617 nm starojuma intensitāte pieaug. In-

tensitātes pieaugums sākas otrajā dienā pēc kosmiskā starta un saglabājas līdz sestajai dienai. Starojums sasniedz maksimumu ceturtajā piektajā dienā pēc starta.

Tika izvērtēti dati par 191 padomju (1961.—1969. g.) un 60 ārvalstu (1969.—1979. g.) raķešu startiem. Rezultātā gūta atziņa, ka kosmiskās raķetes starts tiešām izraisa atmosfērā papildu starojumu, bet šis efekts nav lielāks par tiem, kādus izraisa magnētiskās variācijas. Tāpēc arī starojums pamanāms tikai tad, ja orbītā ap Zemi palaiž smagus ZMP, kuru apogejs lielāks par 800 kilometriem.

Tāpat cilvēka iejaukšanās Zemes atmosfēras procesos pagaidām nav jūtāmāka par pašas dabas efektiem.

N. C i m a h o v i č a



Eksperiments «Tintes traipi» (sk. rakstu «Republikas devītā atklātā fizikas olimpiāde»).



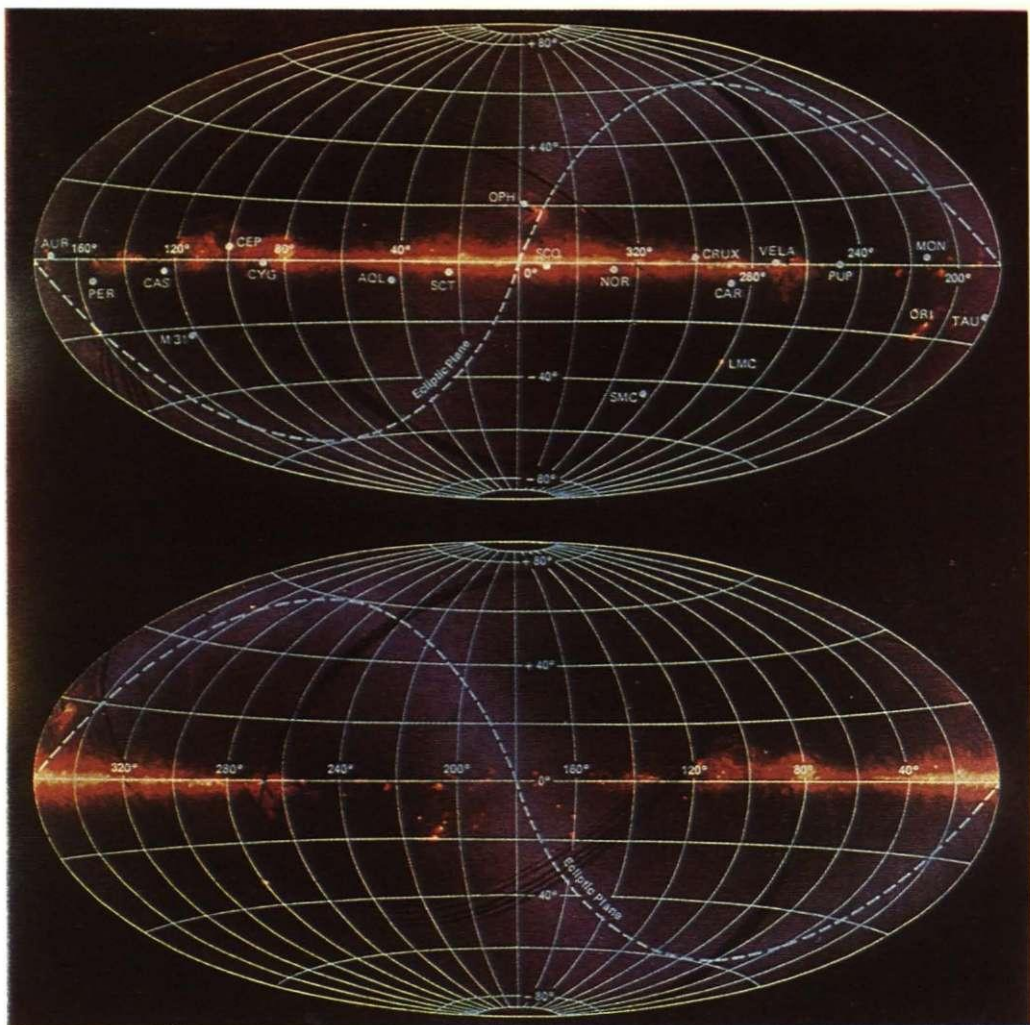
Daļējs Saules aptumsums 1984. gada 30. maijā. Uzņēmis U. Millers ar pašgatavotu teleobjektīvu ($F=1100$ mm) $22^{\text{h}}07^{\text{m}}$ un $22^{\text{h}}15^{\text{m}}$ pie Burtnieku ezera. Filma CO-32D, ekspozīcija $1/250$ s, diafragmas atvērums $1:16$.



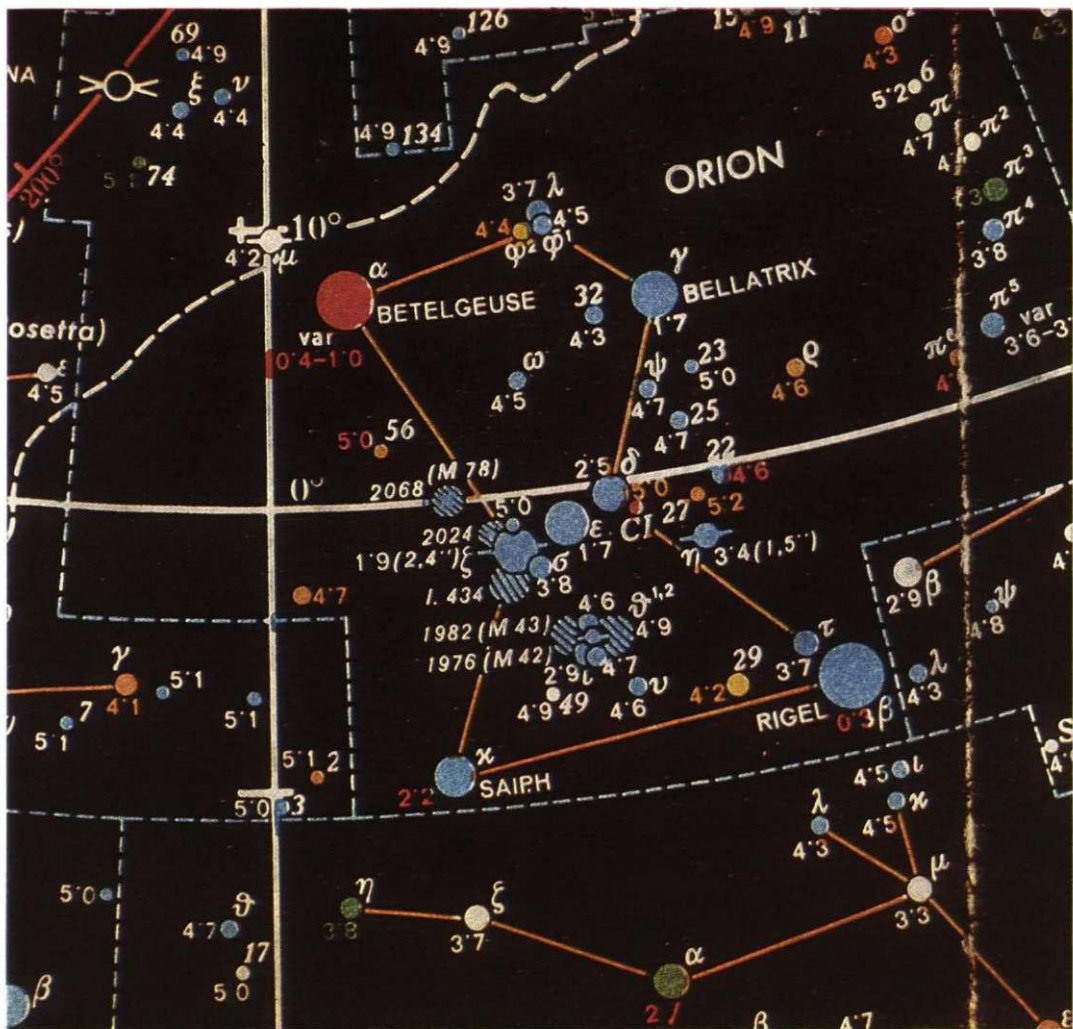
Svetlana Savicka — kosmonaute, kas pavadījusi orbītā ilgāku laiku nekā jebkura cita, pirmā, kas devusies izplatījumā divas reizes, un pirmā, kas izgājusi atklātā kosmosā. Uzņēmums izdarīts treniņa laikā pirms viņas pirmā lidojuma izplatījumā. (Pēc «211 суток на борту «Салюта-7»».) Sk. E. Mūkina rakstu «Sievietes apgūst kosmosu».



«Infrasarkanie spalvu mākoņi» (gaišāku plankumu josla, kas stiepjas pāri visam attēlam no kreisās puses uz labo) pēc pavadoņa IRAS datiem. Ar zilu krāsu atainota starojuma intensitāte infrasarkanā diapazona joslā no 8,5 līdz 15 μm , zaļu — no 40 līdz 80 μm , sarkanu — no 80 līdz 120 μm ; pēdējā joslā «spalvu mākoņi» izceļas viskrasāk, tātad sastāv no vielas, kuras temperatūra ir ap 35 kelvini. Attēlotais debess apgabals atrodas apmēram 30° no virziena uz Galaktikas centru. (NASA attēls.)



Debess infrasarkanajos staros — karte (vienu un tā pati divos variantos), kuru pēc pavadoņa IRAS savāktajiem datiem sastādījis amerikāņu astronoms G. Neigebauers. Debess sfēra attēlota galaktiskajā koordinātu sistēmā, kuras ekvators sakrīt ar Piena Ceļa joslas vidu un atskaites sākumpunkts — ar virzienu uz Galaktikas centru; svītrlinija iezīmē ekliptiku. Ar violetu krāsu atainota starojuma intensitāte infrasarkanā diapazona joslā no 8,5 līdz 15 μm , ar sarkanu un dzeltenu — joslā no 40 līdz 120 μm , bet ar melnu — šajā eksperimentā neaplūkotie debess apgabali. Blakus Galaktikas centram ar stipru infrasarkanā starojumu izceļas tumšas starpzvaigžņu vielas mākonis Cūskneša zvaigznājā (OPH), blakus anticentram — gāzu, putekļu un jaunu zvaigžņu komplekss Oriona zvaigznājā (ORI), apmēram pusceļā starp virzieniem uz centru un anticentru (zem galaktiskā ekvatora) — Lielais Magelāna Mākonis (LMC). Sīkākās kartē atainotās detaļas ir $1/2$ grādu lielas. (Pēc «*Sky and Telescope*».) Sk. E. Mūkina rakstu «Mūsdienu kosmiskie teleskopi. 2».



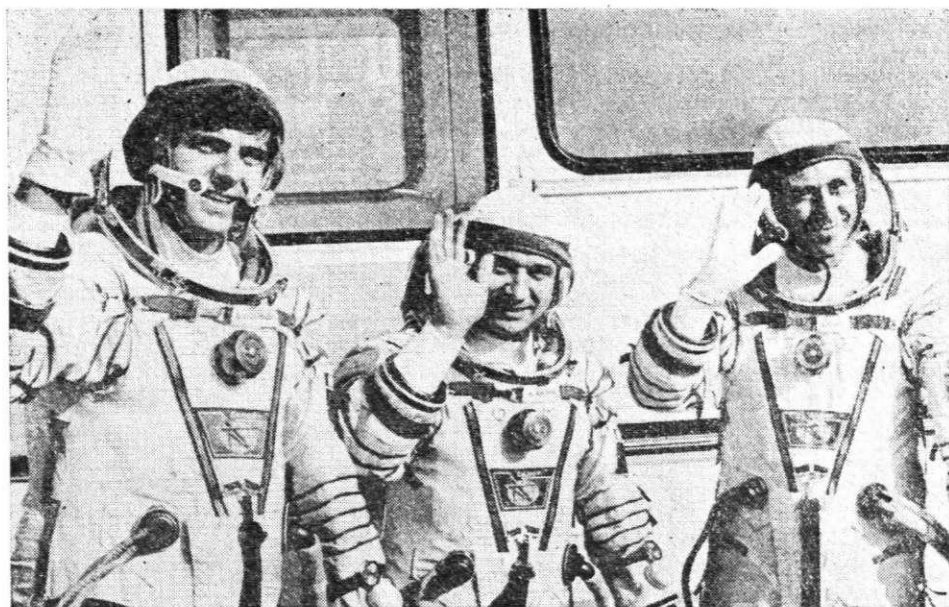
Oriona zvaigznājs no 1983. gadā Prāgā izdotās A. Rikla zvaigžņu kartes «Kosmos — Himmelskarte des Nordlichen Himmels 1950.0». Ar zilu aplīti apzīmētas B klases zvaigznes, ar dzeltenu — G klases, ar sarkanu — M klases zvaigznes; blakus doti to zvaigžņlielumi. Aplītis ar šķērsvītrū apzīmē dubultzvaigzni, kuras komponentu attālums ir 10", bet svītrots aplītis — miglāju; blakus dots numurs no kataloga NGC un Mesjē (M) kataloga.



BEIGUSIES TREŠĀ EKSPEDĪCIJA UZ «SALŪTU-7»

Kā jau ziņojām, kopš 1984. gada 9. februāra orbitālajā zinātniskajā stacijā «Salūts-7» strādāja trešās ekspedīcijas pamatapkalpe — padomju kosmonauti Leonīds Kizims, Vladimirs Solovjovs un Oļegs Atjkovs. Stacijā tika uzņemtas divas viesapkalpes, izkrauti četri automātiskie transportkuģi.

1984. gada 20. jūlijā ar kuģi «Sojuz T-12» otrā viesekspedīcija atgriezās uz Zemes. 14. augustā startēja un divas dienas vēlāk ar orbitālo kompleksu «Salūts-7»—«Sojuz T-11» sakabinājās kārtējais automātiskais transportkuģis «Progress-23». Tā lidojums kompleksa sastāvā ilga līdz 26. augustam, vēl pēc divām dienām tas tika



«Salūta-7» trešā pamatapkalpe — padomju kosmonauti Leonīds Kizims, Vladimirs Solovjovs un Oļegs Atjkovs — pirms došanās rekordilgajā lidojumā ap Zemi. (TASS fotohronika.)

nobremzēts, iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un beidza pastāvēt. Ar «Progres-23» dzinējiekārtas palīdzību tika veiktas divas kompleksa orbītas korekcijas.

Pildot ekspedīcijas programmu, kosmonauti turpināja zinātniskos un tehnoloģiskos eksperimentus, Zemes virsmas novērojumus un fotografēšanu, medicīniskos pētījumus. Saskaņā ar programmu «Interkosmos», 28. un 29. augustā tika izdarīti kompleksi eksperimenti «Melnā jūra» un «Ginešs». To sagatavošanā un izpildē plaši piedalījās sociālistisko valstu speciālisti. Eksperimenta «Melnā jūra» mērķis bija izstrādāt ūdens baseina virsmas raksturojuma noteikšanas metodiku. Šai nolūkā vairāki Melnās jūras rajoni tika fotografēti vienlaikus no «Salūta-7», specializētā okeanogrāfijas pavadona «Kosmos-1500» un lidmašīnām-laboratorijām, kā arī pētīti no zinātniskās pētniecības kuģiem. Eksperimenta «Ginešs» ietvaros analogu pētījumu mērķis bija Zemes virsmas raksturojuma noteikšana. Kā poligonu izmantoja Azerbaidžānas PSR rajonus Kūras upes lejtecē un Lielā Kaukāza dienvidu

nogāzēs. Šādu eksperimentu rezultāti palīdzēs optimizēt Zemes resursu pētišanai paredzētās aerokosmiskās sistēmas struktūru, paātrināt tās ieviešanu ikdienas praksē.

7. septembrī kosmonauti jau pārsniedza līdzšinējo uzturēšanās ilguma rekordu kosmiskajā lidojumā — 211 dienas, kas piederēja «Salūta-7» pirmās pamatapkalpes locekļiem Anatolijam Berezovojam un Valentīnam Ļebedevam.

Septembra beigās stacijas apkalpe sāka gatavoties ekspedīcijas beigšanai. Šai nolūkā tika veikta stacijas sistēmu un zinātniskās aparatūras konservācija, uz kuģa «Sojuz T-11» nolaižamo aparātu pārnesa zinātnisko pētījumu materiālus. Kosmonauti pastiprināti nodarbojās ar fiziskiem vingrinājumiem, trenējās vakuūmtērpā «Čibis».

1984. gada 2. oktobrī trešās ekspedīcijas pamatapkalpe ar kuģi «Sojuz T-11» atgriezās uz Zemes. Līdz ar to 237 dienas ilgā ekspedīcija bija veiksmīgi pabeigta. Stacija «Salūts-7» turpina lidojumu automātiskā režīmā.

(Pēc TASS ziņojumiem)

MŪSDIENU KOSMISKIE TELESKOPI. 2

[Infrasarkanais diapazons]*

Infrasarkanais diapazons, kas aptver viļņu garumus no nepilna mikrometra ($1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$) līdz milimetra desmitdaļām, t. i., visu intervālu starp redzamo gaismu un radioviļņiem, ir viens no visplašākajiem elektromagnētiskā starojuma diapazoniem. Tajā koncentrēta lielākā daļa enerģijas, ko izstaro par Sauli auk-

stāki objekti: redzamajai gaismai tuvākajā diapazona galā — tie, kuru temperatūra ir nedaudzi tūkstoši kelvinu, vidū — ar temperatūru daži simti kelvinu, radioviļņiem tuvākajā galā — ar temperatūru desmitiem kelvinu. (Šis trīs infrasarkanā diapazona daļas mēdz dēvēt atšķirīgi par tuvējo infrasarkanā, tālo infrasarkanā

* Raksta 1. daļu sk. «Zvaigžņotā debess, 1984. gada vasara», 33.—38. lpp., turklāt ievērojot te sniegto papildinformāciju. Padomju pavadona «Astron» ultravioletajam teleskopam pievienotie starojuma uztvērēji ļauj veikt novērojumus ar šādu spektrālo izšķirtspēju:

1100—1600 Å diapazonā — 14 Å,
1500—2600 Å diapazonā — 28 vai 0,4 Å,
2400—3500 Å diapazonā — 28 Å;

1700—6000 Å diapazonā iespējams mērīt kopējo starojuma intensitāti.

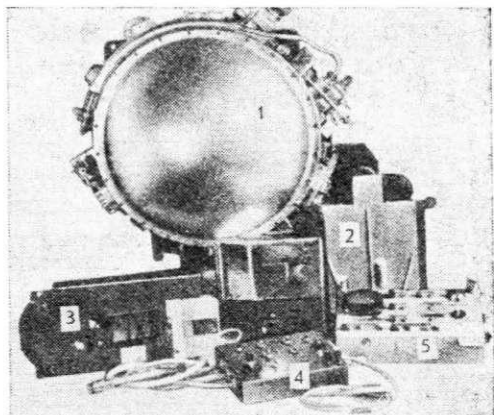
Zemākās izšķirtspējas režīmā ar šo aparāturu iegūtas spektrogrammas spīdekļiem, kuru spožums sniedzas līdz 15. zvaigžņlielumam. Sakari ar pavadoni tiek uzturēti 6—8 stundas dienā, no kurām tīrais novērošanas laiks ir 3—4 stundas. (Pēc «Pisjma v Astronomičeskij žurnal».)

un submilimetra diapazonu.) Tādējādi raksturīgāko infrasarkano spīdekļu vidū ir starpplanētu telpas putekļi, Saules sistēmas lielās planētas un to pavadoņi, mazās planētas jeb asteroīdi un komētas, difūzā starpzvaigžņu viela un no tās sabiezējošās globulas un protozvaigznes, jau izveidojušās ierindas zvaigznes ar zemu virsmas temperatūru, savus kodolenerģijas krājumus iztērējušas un šā iemesla dēļ atdziesošās zvaigznes, kā arī putekļu apvalki ap zvaigznēm. Bez tam šajā diapazonā novērojami objekti, kuru temperatūra ir daudz augstāka, taču kopējā starjauka ir tik liela, ka pietiek pat ar niecīgu tās daļiņu, lai diezgan spoži spīdētu arī karstam objektam netipiskos viļņos. To vidū ir mūsu Galaktikas centrs un daudzu citu zvaigžņu sistēmu kodoli, pēc savas dabas tiem acīmredzot līdzīgās lacertīdas un kvazāri, kā arī bērsteri un dažu citu veidu rentģenavoti. Visbeidzot, mūsu debess spožāko infrasarkanā spīdekļu vidū, tiesa, tikai sava tuvuma dēļ, ir Saule.

Tieši infrasarkanajā diapazonā atrodas galvenās spektra joslas daudziem ķīmiskajiem savienojumiem, kuri var pastāvēt tikai relatīvi mērenā temperatūrā — tādā, kāda valda starpzvaigžņu telpā vai uz planētām. Šo vielu vidū ir praktiski visi ogļūdeņraži — savienojumi, kas ir dzīvības pamatā uz Zemes un, domājams, arī citur Visumā.

Tāpat spektroskopiski, radiometriski un citādi novērojumi infrasarkanajā diapazonā spēj sniegt bagātīgu informāciju par visai plašu kosmosa objektu loku. Turklāt infrasarkanais starojums, atšķirībā no redzamās gaismas, spēj izlauzties cauri biežajiem putekļu mākoņiem, kādi nereti slēpj gan veidojošās, gan jau izveidojušās zvaigznes, gan galaktiku kodolus un citus objektus.

Par laimi, infrasarkanajiem teleskopiem ir pilnīgi piemērota visparastākā spoguļoptika, turklāt sakarā ar lielāko viļņa garumu atstarojošo virsmu izgatavošanas precizitāte drīkst būt pat krietni zemāka nekā parastajiem teleskopiem. Arī diapazona tuvējā daļā lietojamie starojuma uztvērēji ir principā tādi paši kā redzamajai gaismai domātie, atšķirīgi ir tikai daži specifiski raksturlielumi. Diapazona tālākajā daļā tos nākas aizstāt ar bolometriem — elementiem, kas reaģē

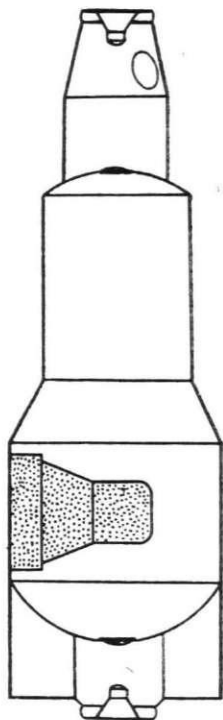
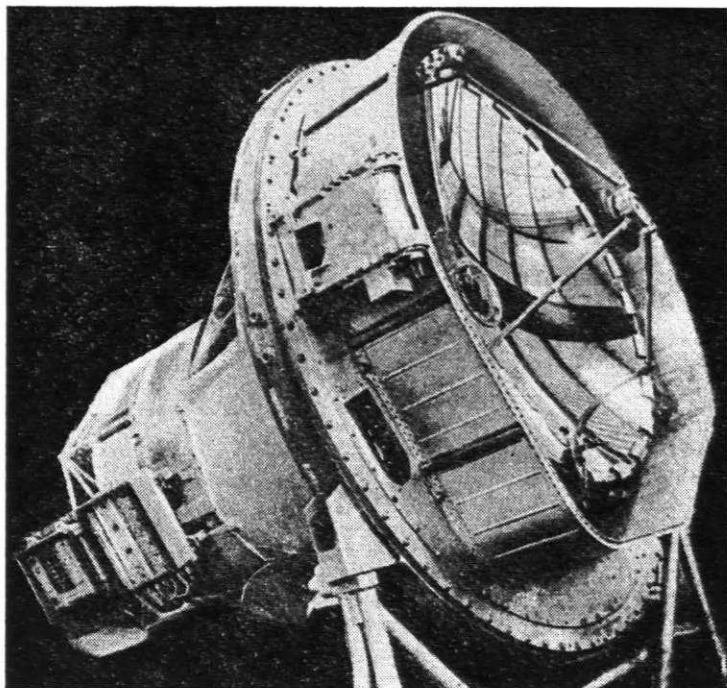


1. att. Tuvējā infrasarkanā diapazona spektrometriskais teleskops ITS-K (galvenā spoguļa diametrs 30 cm): 1 — sfēriskas formas kriostats starojuma uztvērēju dzesēšanai ar cietu slāpekli (līdz ~50 K temperatūrai), 2 — teleskopa optikas bloks, 3 — paligteleskops gīds, 4, 5 — vadības pults. (Pēc «Успехи Советского Союза в исследовании космического пространства. Второе космическое десятилетие 1967—1977».)

tieši uz absorbēto siltumu, bet submilimetra viļņos dažkārt var izmantot arī no radioastronomijas patapinātus uztvērējus. Infrasarkanajam diapazonam specifisks starojuma analīzes instruments ir interferences spektrometrs, kas spēj nodrošināt ļoti augstu jutību un spektrālo izšķirtspēju, taču tam ir sarežģīta konstrukcija un tas prasa lielu skaitļošanas darbu datu atšifrēšanā (jāveic t. s. Furjē pārveidojums); par jutīgo elementu tajā parasti kalpo bolometrs.

Tā kā vairākās infrasarkanā diapazona joslās Zemes atmosfēra absorbē no kosmosa pienākošo starojumu tikai daļēji, turklāt tas notiek galvenokārt pašos zemākajos slāņos, jutības un viļņa garuma ziņā ierobežotus novērojumus var veikt ar teleskopiem, kas atrodas augstu kalnos, aerostatā vai lidmašīnā.* Tomēr pat stipri augstās virsotnēs novietotie infrasarkanie teleskopi, no kuriem daži ir visai lieli (efektīvais diametrs

* Sk. Mūkins E. Lidojošās observatorijas darbība. — Zvaigžņotā debess, 1982. gada vasara, 31.—34. lpp.



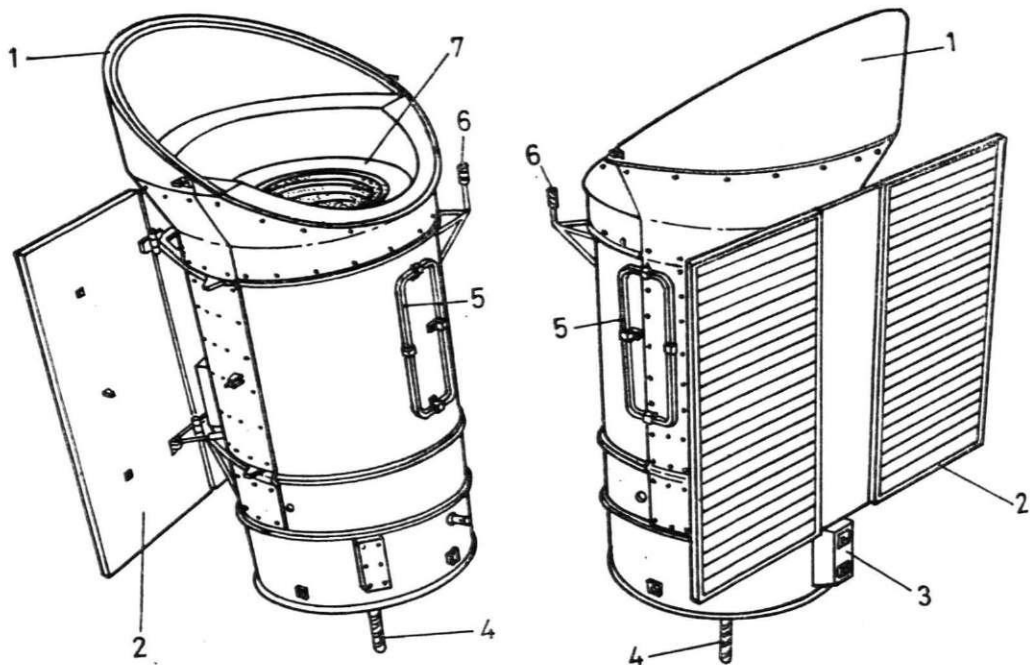
2. att. Tālā infrasarkanā un submilimetra diapazona teleskops BST-1M, kura galvenā spoguļa diametrs ir 1,5 m (*starptautiskā izstādē «Zinātne-83» demonstrētā dublikāta fotouzņēmums*), un tā novietojums orbitālajā stacijā «Salūts-6» (*pēc «Zemļa i Vseļennaja»*).

līdz 4,5 m), daļēji paliek zem starojumu visvairāk absorbējošā atmosfēras slāņa, bet lidaparātos uzstādītie, kas tiek pacelti virs tā, ir ekspluatācijā krietni sarežģītāki un daudz mazāki (līdz 1 m). Bez tam kā vieniem, tā otriem nevēlamu fonu rada atmosfēras augšējo slāņu siltuma starojums, kurš sevišķi jūtams submilimetra viļņos.

Taču pats principiālākais traucēklis astronomiskajiem novērojumiem infrasarkanajos staros ir tas siltuma starojums, ko, būdams sasīlis līdz dažu simtu kelvinu temperatūrai, rada pats instruments. Tādēļ tas pēc iespējas jāatdzesē — vēlams, pat līdz šķidra hēlija temperatūrai (-269°C jeb 4 K). Izdarīt to ar lielu teleskopu, kas funkcionē Zemes atmosfēras apstākļos, reāli nevar, tādēļ praksē jāaprobežojas ar paša kritiskākā elementa — starojuma uztvērēju —

dzesēšanu, kā arī jālieto dažādi palīglīdzekļi nevēlamā fona affiltrēšanai novērojumu apstrādes gaitā. Tādējādi aizvien aktuālāka kļūva infrasarkanā diapazona kosmisko teleskopu radīšana, taču šajā nolūkā bija nepieciešams izstrādāt visai kompakts un pilnīgi autonomas dzesēšanas sistēmas — vai nu saldējamās iekārtas, vai arī vienkārši kriostatatus.

Jau 60. gados grupa amerikāņu zinātnieku, uzstādījuši vienkāršus teleskopus augstlidojuma raķetēs, izdarīja pirmo debess apskati dažās tuvējā infrasarkanā diapazona joslās. Taču stipri īsā novērošanas laika — dažas minūtes lidojumā — un instrumentu nelielo izmēru dēļ reģistrēto spīdekļu skaits bija diezgan pieticīgs — 5,5 tūkstoši. Pirmie daudz maz ilgdarbīgie šā diapazona kosmiskie teleskopi funkcionēja padomju orbitālajās stacijās «Salūts-4» (1. att.)



3. att. Pavadoņs IRAS ar 57 cm diametra infrasarkano teleskopu: 1 — teleskopa Saules blende, 2 — pavadoņa Saules baterijas, 3 — orientācijas sistēmas Saules staru uztvērējs, 4 — sakaru antena, 5 — magnētiskās stabilizācijas sistēmas spole elektromagnēts, 6 — sakaru antena, 7 — ar šķidru hēliju pildītais teleskopa tubuss. (NASA/JPL attēls.)

un «Salūts-5», kur ar tiem vairākos seansos laikposmā no 1975. gada līdz 1977. gadam tika pētīti atsevišķi iepriekš izraudzīti spīdekļi, galvenokārt Saule un Mēness.

Pirmais pilnvērtīgais tālā infrasarkanā un submilimetra diapazona kosmiskais teleskops, BST-1M (Бортовой субмиллиметровый телескоп), darbojās orbitālajā stacijā «Salūts-6» (2. att.). Šis teleskops, kuram galvenā spoguļa diametrs sasniedza 1,5 m, bija aprīkots ar starojuma uztvērēju dzesēšanas sistēmu, kurā šķidrās hēlijs cirkulēja pa noslēgtu kontūru un tādējādi instrumenta darbības gaitā praktiski neiztērējās. Ar BST-1M 1978. un 1979. gadā teleskopa raksturlielumu izpēti starojuma uztvērēju kalibrēšanas nolūkā tika novēroti Sīriuss, Jupiters un daži citi spoži spīdekļi, bet Zemes izpēti interesēs — arī atmosfēras augšējie

slāņi. Tomēr pats svarīgākais šā eksperimenta rezultāts bija noslēgtās dzesēšanas sistēmas teicamā funkcionēšana gadiem ilga kosmiskā lidojuma gaitā.

1983. gada 25. janvārī orbitā ap Zemi tika ievadīts pirmais speciāli infrasarkanās astronomijas vajadzībām domātais pavadoņs IRAS (Infra-Red Astronomy Satellite), ko kopīgiem spēkiem bija izstrādājušas Holande un ASV (lidojuma vadīšanā un datu uzkrāšanā piedalījās arī Anglija).

Tajā bija iebūvēts teleskops, kura galvenā spoguļa diametrs bija 57 centimetri. Pirmo reizi šā diapazona instruments tika visā pilnībā atdzēsēts līdz ļoti zemi temperatūrai — Saules blendes iekšējā virsma līdz gandrīz -200°C , galvenais spogulis un tubuss līdz -263°C , starojuma uztvērēji līdz -270°C , t. i., 3 kel-

vinēm. Lai gan dzesēšana norisinājās visvienkāršākajā veidā — iztvaikojot šķidram hēlijam no teleskopu aptveroša kriostata (3. att.), šīs vielas krājumu pietika (teicamās siltumizolācijas dēļ) gandrīz desmit mēnešu ilgai darbībai — līdz 1983. gada 21. novembrim.

Kā jau pirmais ilgstoši un nepārtraukti funkcionējošais jauna diapazona instruments, IRAS teleskops bija domāts galvenokārt sistemātiskai visas debess apskatei (datu ticamības labad — divkārtējai), mazāk — detalizētiem atsevišķu objektu novērojumiem. Pirmajam mērķim kalpoja 62 uztvērēji, kuri deva iespēju aplūkot debesi ar aptuveni vienas loka minūtes izšķirtspēju četrās infrasarkanā diapazona joslās — 8,5—15 μm, 19—30 μm, 40—80 μm un 80—120 μm joslā (sk. krāsu ielikumu). Otrā uzdevuma izpildi nodrošināja trīskanālu fofometrs, kas darbojās 4—8 μm, 40—64 μm un 85—115 μm joslās, kā arī 7,5—23 μm diapazona spektrometrs ar nelielu spektrālo izšķirtspēju (ap $1/20$ viļņa garuma). Starojuma uztvērēju sistēmas, kā arī visa teleskopa ļoti zemās temperatūras un ārējās vides izraisīto traucējumu trūkuma dēļ IRAS aparātūras jutība debess apskates režīmā bija apmēram simt reižu augstāka nekā iepriekšējiem kosmiskajiem teleskopiem. Tāpēc pavadona darbības laikā tika droši reģistrēti, pēc provizoriskskā vērtējuma, ap 200—250 tūkst. objektu, t. i., desmitiem reižu vairāk, nekā bija zināms pirms šā kosmiskā eksperimenta.

Ar IRAS aparātūru Saules sistēmā atklātas, pirmkārt, sešas komētas, kuru oficiālajos nosaukumos tagad pirmo reizi astronomiskās nomenklatūras praksē figurē šādam panākumam ceļu pavērušā kosmiskā aparāta nosaukums. Divas spožākās komētas tika neatkarīgi un praktiski vienlaikus pamanītas arī no Zemes, turpretī pārējās četras, kuras atklāšanas brīdī visas bija vājākas par 15. zvaigžņlielumu, — vienīgi no pavadona. Pati pirmā, kas tagad pazīstama ar nosaukumu «IRAS—Araki—Alcock», pienāca Zemei tuvāk nekā jebkura cita komēta kopš 1771. gada (līdz nepilniem 5 milj. km); pati pēdējā, dēvēta par Hartley-IRAS, ir vienīgā pašlaik zināmā īsperioda (22 gadi) komēta, kura riņķo ap Sauli planētu kustībai pretējā virzienā (orbītas slīpums pret ekliptikas plakni — 96°).

Komētai IRAS—Araki—Alcock ar pavadona aparātūru konstatēta vairāk nekā 400 tūkst. kilometru gara putekļu aste — daudzkreiz garāka un plātāka nekā parastajā gaismā (4. att.); šis neredzamais komponentis, domājams, veido būtisku agrāk neievērotu daļu spīdekļa masas. Savukārt, jau sen pazīstamajai komētai Tempel-2 pamanīta veselus 30 milj. kilometru gara un 300 tūkst. kilometru plata aste, bet no Zemes šāds veidojums tai vispār nav novērots nevienā no pēdējām 16 tuvošanās reizēm!

Otrkārt, 1983. gada oktobrī no IRAS atklāts nepilnus divus kilometrus liels objekts, kas savā kustībā ap Sauli nonāk šim spīdeklim ievērojami tuvāk nekā jebkurš līdz tam zināmais asteroīds, proti, 19,5 milj. kilometru no virsmas. Tam, izrādās, ir praktiski tāda pati orbīta kā Geminīdu plūsmas meteorītiem, tātad šis objekts, lai arī tam piešķirts asteroīda pagaidu apzīmējums 1983 TB, patiesībā visdrīzāk ir savus ledus krājumus iztērējis un tādēļ bez astes palicis komētas kodols.

Treškārt, atklāts gredzenveida putekļu mākonis, kas atrodas aptuveni ekliptikas plaknē 300—450 milj. kilometru attālumā no Saules, tātad pēc novietojuma sakrīt ar asteroīdu joslā un pēc izcelsmes noteikti ir saistīts ar to.

Ārpus Saules sistēmas ar IRAS aparātūru atklāti, pirmkārt, infrasarkanie spalvu mākoņi — pa visu debesi haotiski izkaisīti neregulāru apveidu apgabali, kas staro tālajā infrasarkanajā diapazonā (sk. krāsu ielikumu). Tie acīmredzot ir visdažādākajās Galaktikas vietās sastopami starpzvaigžņu putekļu mākoņi, kuri, spriežot pēc temperatūras (vidēji ap 35 K), sastāv galvenokārt no sīkām oglekļa daļiņām (gaišākās silīcija daļiņas šādos apstākļos būtu vēl aukstākas).

Otrkārt, izrādījies, ka Galaktikas plaknes tuvumā esošo putekļu daudzums ir vismaz tāds, kāds izrietēja no agrākajiem zvaigžņu gaismas pavājināšanās mērījumiem, vai pat lielāks. Pēdējā gadījumā attālumi līdz citām galaktikām, kuri vērtēti pēc tajos ietilpstošo objektu (zvaigžņu, lodveida kopu) maksimālā spožuma, var izrādīties nepareizi (pārāk lieli) ar visām no tā izrietošajām kosmoloģiskajām sekām.

Treškārt, parastajā gaismā necaurredzamos tumšas starpzvaigžņu vielas mākoņos atrasti agrāk nezināmi zvaigžņu veidošanās apgabali,

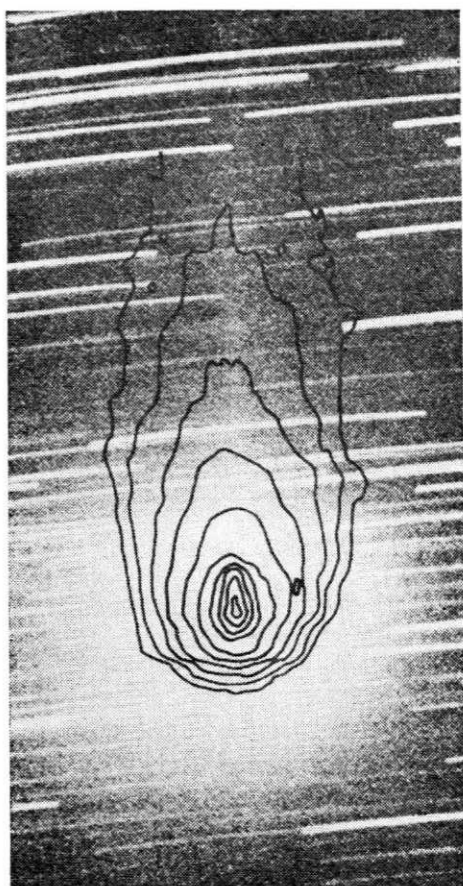
jau pazīstamos mazāk slēptos apgabalos — daudzas jaunas protozvaigznes un globulas.

Ceturtkārt, ap divām mums tuvām spožām zvaigznēm — Vega (Liras α) un Fomalhaut (Dienvidu Zivs α) — konstatēti aukstas (mazāk par 100 K) vielas mākoņi, kuru diametrs ir 170—200 astronomiskās vienības. Tā kā mikroskopisku izmēru putekļi lielo un karsto zvaigžņu intensīvā starojuma ietekmē ātri vien izklīdētos apkārtējā telpā (paši sīkākie) vai arī, tieši otrādi, nobremzētos un nokristu uz šiem spīdekļiem (relatīvi lielākie), atliek secināt, ka daļiņu raksturīgais caurmērs ir vismaz ap vienu milimetru. Tādējādi šo divu zvaigžņu apkārtnē, šķiet, pastāv apmēram tādi paši makroskopisku daļiņu mākoņi, no kādiem reiz izveidojušās Saules sistēmas planētas.

Piektkārt, ap Betelgeizi (Oriona α) atrasti triju milzīgu putekļu čaulu fragmenti; ārējam no tiem rādiuss ir 4,5 gaismas gadi. Visdrīzāk tās ir zvaigznes ārējo slāņu paliekas, kuras nomestas sprādzieniņa procesos pirms kādiem 50—100 tūkstošiem gadu.

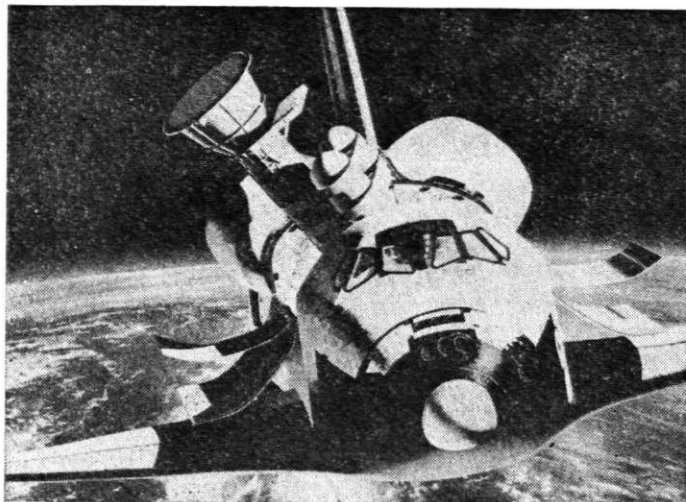
Ārpusgalaktikas objektu laukā ar IRAS aparāturu konstatēts, ka spirālveida zvaigžņu sistēmās (piemēram, Andromedas miglājā jeb M 31) ir negaidīti daudz putekļu, turpretī eliptiskajās to tikpat kā nav. Daudzām šķietami parastām galaktikām infrasarkanais starojums izrādījies tik pārsteidzoši stiprs salīdzinājumā ar optisko, ka sākumā, meklējot IRAS reģistrētos spīdekļus tikai relatīvi spožu objektu kartēs, tās pat neizdevās uzreiz identificēt.

Kopš IRAS beidzis darboties, kosmosā atkal nav vairs neviena kaut cik liela un pastāvīgi funkcionējoša infrasarkanā teleskopa (nelieli instrumenti paretam kādu nedēļu ilgi atrodas orbītā Rietumeiropas kosmiskās laboratorijas «Spacelab» sastāvā). Iespējams, ka šāda situācija saglabāsies līdz pat 90. gadu sākumam, kad Eiropas kosmonautikas pārvalde paredz palaist pavadoņi ISO (Infrared Space Observatory) ar 60 cm diametra teleskopu, kurš atšķirībā no tikpat lielā IRAS instrumenta būs domāts galvenokārt atsevišķu spīdekļu detalizētai izpētei. Par starojuma uztvērējiem tam paredzēti izmantot divas tuvējā un mēreni tālā infrasarkanā diapazona telekameras ar lādiņsaites matricām, divus plaša diapazona interferences spektrometrus un foto-



4. att. Komēta IRAS-Araki-Alcock pēc novērojumiem no Zemes dzeltenā gaismā (fotouzņēmums) un pēc novērojumiem infrasarkanajos staros (viļņa garums ap 60 μm) no pavadoņa IRAS (vienāda spožuma kontūras, no kurām katra nākamā atbilst divreiz vājākam starojumam nekā iepriekšējā). Komētas putekļu aste, kā uzskatāmi liecina tās siltuma starojums, patiesībā ir daudz garāka un plātāka, nekā varētu spriest pēc tās izskata atstarotajā Saules gaismā. (NASA/JPL attēls.)

polarimetru; pēc projekta, tiem jābūt vairākus desmitus reižu jutīgākiem nekā IRAS aparāturai. Lai samazinātu šķidrā hēlija patēriņu un tādējādi paildzinātu pavadoņa darbību vismaz līdz pusotram gadam, teleskopa dzesēšanas sistēma



5. att. Projektējamais infrasarkanā diapazona teleskops SIRTIF (galvenā spoguļa diametrs 85 cm) kosmoplāna «Space Shuttle» kravas telpā. (NASA attēls.)

iecerēta divpakāpju — ārējā tvertnē šķidrās slāpekļa un tikai iekšējā šķidrās hēlijs.

Bez tam VFR un ASV tiek izstrādāti infrasarkanā starojuma teleskopu GIRL (German Infra-Red Laboratory) un SIRTIF (Shuttle Infra-Red Telescope Facility), kuru galvenā spoguļa diametrs attiecīgi 60 un 85 centimetri. Tos paredzēts uzstādīt kosmoplāna «Space Shuttle» kravas telpā (5. att.), un tādējādi tie funkcionētu apmēram desmit diennaktis ilgos seansos ar vairāku mēnešu starplaikiem. Pirmais pašlaik tiek

pilnā sparā būvēts, un to plānots pirmoreiz pacelt orbītā (laboratorijas «Spacelab» sastāvā) 1987. gadā, turpretī otrais ir vēl tikai detalizētas projektēšanas stadijā un būs gatavs 90. gadu sākumā.

Publicēts arī padomju un franču speciālistu kopīgi izstrādāts provizorisks projekts submilimetra kosmiskajam teleskopam, kura galvenā spoguļa diametrs ir 1 m, taču nekādu ziņu par tā realizācijas plāniem pagaidām nav.

E. M ū k i n s

SIEVIETES APGŪST KOSMOSU

Sieviete pirmo reizi devās izplatījumā jau pilotējamo kosmisko kuģu lidojumu laikmeta rītausmā — 1963. gada jūnijā jeb tikai divus gadus pēc pirmā kosmonauta lidojuma. Bijusī tekstilrūpniecības tehnoloģe Valentīna Tereškova, nepilna pusotra gada laikā apguvusi foreizējo kosmonauta profesionālās sagatavošanas kursu, trīs diennaktis lidoja apkārt Zemei kā kuģa «Vostok-6» vienīgā apkalpes locekle.

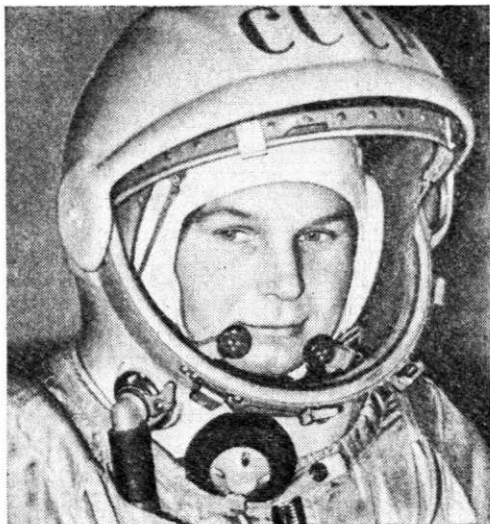
Tobrīd viņa bija tikai divpadsmitais cilvēks pasaulē, kas palūkojies uz savu dzimto planētu no dažu simtu kilometru augstuma, un desmitais, kas ilgāku laiku izjutis bezsvara stāvokli.

Ceļu uz Zemei tuvo kosmosu Tereškovai pavēra ideālā veselība, vajadzīgās rakstura īpašības un — kas ir ļoti būtiski — jau iepriekš nodibinājusies saikne ar lidošanu: viņa nodarbojās ar izpletņlēcšanas sportu. Divdesmit sešus

gadus vecās kosmonautes veiksmīgais lidojums pierādīja, ka sievietes fizioloģiskās atšķirības no vīrieša nekādā ziņā nav principiāls šķērslis «vājā dzimuma» pilnvērtīgai līdzdalībai kosmiskajās ekspedīcijās. Tomēr citu sieviešu lidojumi izplatījumā tik ātri vēl nesevoja — un pamatoti.

Patiesi, tolaik būtībā ikviens starta bija vairāk vai mazāk eksperimentāls, ar tikko radītās tehnikas izmēģināšanu un iepriekš grūti paredzamām grūtībām saistīts. Bez tam agrīnie kosmosa kuģi atgriezās uz Zemi pa ballistisku trajektoriju un nolaižoties izmantoja tikai izpletņi, tādēļ apkalpei aerodinamiskās bremzēšanas posmā bija jāpiedzīvo deviņkārsa vai pat desmitkārsa pārslodze, bet nosēšanās mirklī — diezgan stiprs trieciens. Skaidrs, ka šādā situācijā regulāri sūfīt sievietes izplatījumā būtu attaisnojami un lietderīgi vienīgi tad, ja tas būtu pilnīgi nepieciešams, — bet šādas nepieciešamības nebija.

Tagadējie padomju kosmosa kuģi «Sojuz» ir daudz komfortablāki par saviem priekštečiem «Vostok»; piemēram, lielāko daļu lidojuma laika tajos var uzturēties bez skafandra. Šie lidaparāti nolaižas atmosfērā, izmantojot korpusa aerodinamisko celtspēju, tādēļ pārslodze ir vairs tikai trīskārša vai četrkārsa, bet nosēšanās triecienu stipri mīkstina speciāli lēnās nolaišanās raķešdzinēji. Ar jaunākā parauga kuģiem — «Sojuz T» — kosmosā var doties uzreiz trīs cilvēki — pilots, kas reizē ir apkalpes komandieris, bortinženieris un kosmonauts pētnieks, resp., visi pienākumi vairs nav jāuzņemas vienam pašam cilvēkam (lai gan no drošības viedokļa kritiskās pilotēšanas operācijas, protams, jāprot ikkatram apkalpes loceklim). Visbeidzot, «Sojuz» tipa kuģi ir ekspluatācijā visai droši — tie desmitiem reizu praktiski pārbaudīti gan transporttreisus uz orbitālajām stacijām «Salūts», gan autonomos lidojumos. Turklāt pašas orbitālās stacijas nodrošina apkalpēm vēl ievērojami ērtākus sadzīves un darba apstākļus nekā relatīvi nelielie kosmosa kuģi. Tādēļ bija pavisam loģiski gaidīt, ka sieviešu līdzdalība pilotējamajās kosmiskajās lidojumos ne vien atsāksies, bet arī kļūs regulāra un pieejama pat tādām sievietēm, kurām iepriekš nav bijis nekāda sakara ar aviāciju.



1. att. Pasaulē pirmā kosmonaute Valentīna Tereškova.

Tomēr notika tā, ka nākamā kosmonaute — trīsdesmit četrus gadus vecā Svetlana Savicka — bija visaugstākās kvalifikācijas lidotāja, kādreizējā pasaules čempione un daudzkārtēja pasaules rekordiste augstākajā pilotāžā un izpletņlēkšanā, vēlāk izmēģinātāja, kas apguvusi desmitiem dažādu tipu lidmašīnu. Svetlana Savicka pirmoreiz devās kosmosā 1982. gada augustā. Viņa bija viena no trijiem kuģa «Sojuz T-7» apkalpes locekļiem, proti, kosmonaute pētniece. Divus gadus vēlāk, 1984. gada jūlijā, viņa kļuva par pirmo sievieti, kas lidojusi kosmosā otrreiz, turklāt nu jau kuģa «Sojuz T-12» bortinženieres lomā. Svetlana Savicka joprojām ir pirmajā vietā starp visām kosmonautēm pasaulē gan pēc orbītā nepārtraukti pavadītā laika, gan arī pēc veikto lidojumu kopilguma — attiecīgi 12 un 20 diennaktis. Visbeidzot, viņa ir pirmā sieviete, kas izgājusi atklātā kosmosā.

Arī viņpus okeāna par sieviešu līdzdalību pilotējamajās lidojumos tika domāts jau kosmonautikas sākumposmā. Taču toreizējie amerikāņu kosmosa kuģi nesējraķešu visai ierobežotās celtspējas dēļ bija neērti un konstrukcijā izmantoto komponentu dažkārt nepietiekamās kvalitātes dēļ — darbībā pārāk kaprīzi, lai ar tādiem

Sieviešu lidojumi kosmosā (līdz 1984. g. beigām)

N. p. k.	Vārds, uzvārds un valsts	Pienākums kosmosa kuģa apkalpē	Lidojumā sākuma un beigu datums	Kosmiskais lidaparāts	Uzturēšanās ilgums	
					kosmiskajā lidojumā kopumā	atklātā kosmosā
1	Valentīna Tereškova (PSRS)	pilote	16.06.63 19.06.63	kosmosa kuģis «Vostok-6»	2d22h50m	—
2	Svetlana Savicka (PSRS)	kosmonaute pētniece	19.08.82 27.08.82	kosmosa kuģi «Sojuz T-7»/ «Sojuz T-5»	7d21h52m	—
3	Sallija Raida (ASV)	misijas speciāliste	18.06.83 24.06.83	kosmoplāns «Challenger»	6d02h24m	—
4	Svetlana Savicka (PSRS)	bortinženiere	17.07.84 29.07.84	kosmosa kuģis «Sojuz T-12»	11d19h14m	3h35m
5	Džūdita Reznika (ASV)	misijas speciāliste	30.08.84 05.09.84	kosmoplāns «Discovery»	6d00h55m	—
6/7	Sallija Raida (ASV)	misijas speciāliste	05.10.84 13.10.84	kosmoplāns «Challenger»	8d05h24m	—
6/7	Katrīna Salivena (ASV)	misijas speciāliste	05.10.84 13.10.84	kosmoplāns «Challenger»	8d05h24m	>3h
8	Anna Fišere (ASV)	misijas speciāliste	08.11.84 16.11.84	kosmoplāns «Discovery»	7d23h45m	—

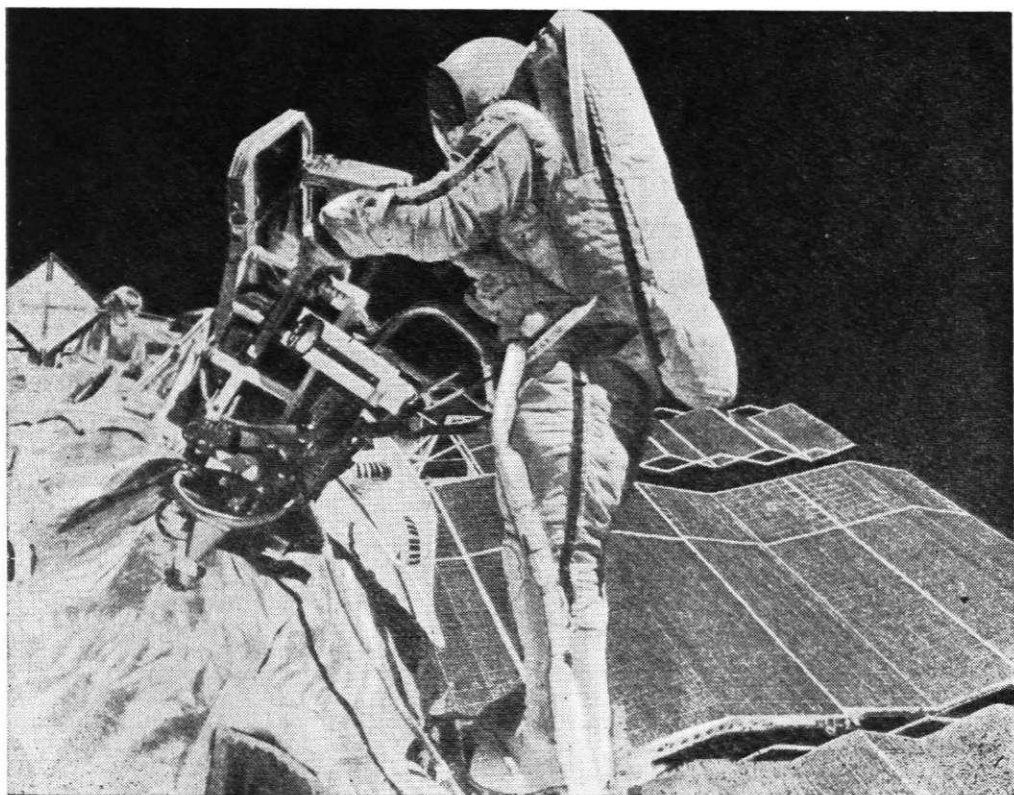
Piezīme. Svetlana Savicka abas reizes lielāko daļu lidojuma laika uzturējās orbitālajā stacijā «Salūts-7».

sūtiņu sievieti pat tikai eksperimentālā lidojumā. Situācija gan radikāli uzlabojās 60. gadu beigās, taču tad amerikāņu kosmonautikai bija nosprausts viens galvenais uzdevums, kurš prasīja visu spēku sasprindzinājumu un nepieļāva nekādas atkāpes sāņus, — cilvēka lidojums uz Mēnesi. Tikko šis mērķis bija sasniegts, ASV pieņēma lēmumu turpmāk pilnīgi atteikties no parastajiem (vienreiz izmantojamiem) kosmosa kuģiem, bet, tā kā to aizstājēji tolaik pastāvēja vēl tikai uz papīra, pilotējamie lidojumi tika uz vairākiem gadiem vispār pārtraukti.

Rezultātā sievietes iesaistīšanai kosmiskajos lidojumos ASV īsti pievērsās tikai 70. gadu vidū, kad reālus atveidus sāka iegūt pilnīgi jaunas koncepcijas lidaparāts — daudzkārt izmantojams «Space Shuttle» tipa kosmoplāns. Pirm-

kārt, šis orbitālais transportlīdzeklis bija konstruēts tā, lai pārslodze starta posmā nebūtu lielāka par trīskāršu (kuģa palaišanai izmantojot parastās nesējraķetes, tā bija četrkārša un pat pieckārša), bet nolaišanās posmā šādam izteikti aerodinamiskam lidaparātam pārslodze jau tāpat ir pavisam nebūtiska. Otrkārt, tā kā kosmoplāna kabīnē bija paredzēta vieta septiņiem cilvēkiem, nebija vairs obligāta prasība visiem apkalpes locekļiem prast pilotēt lidaparātu. Papildus kosmoplāna pilotam tika ieviestas vēl divas kosmonautu kategorijas: t. s. misijas speciālists un derīgās kravas speciālists. Misijas speciālistiem jānodrošina lidaparāta izmantošana tam iecerētajā transportlīdzekļa lomā (jāpalaiž vai jāsatver orbītā pavadoņi, vajadzības gadījumā tie jāremontē utt.), bet derīgās

2. att. Kosmonaute Svetlana Savicka kopā ar saviem otrā kosmiskā lidojuma biedriem Vladimiru Džanibekovu un Igoru Volku preses konferencē Zvaigžņu pilsētiņā. (TASS fotohronika.)



3. att. Svetlana Savicka atklātā kosmosā 1984. gada 25. jūlijā. Pa kreisi — statnis ar griežamo, metināmo, lodējamo un pārklājamo materiālu paraugiem, kuri tika izmantoti portatīva tehnoloģiskā instrumenta (kosmonautes labajā rokā) izmēģināšanai. Apakšā pa labi — «Salūta-7» Saules bateriju panelis ar divām papildu sekcijām, kuras uzstādīja stacijas pamatapkalpe. (TASS fotohronika.)



4. att. Katrīna Salivena kosmoplāna «Challenger» atvērtaajā kravas telpā 1984. gada 11. oktobrī. Priekšplānā — pavadona «Landsat» dzinējiekartas bloka makets, kas tika izmantots, izmēģinot orbitā remontējama pavadona uzpildīšanu ar degvielu. Aiz kosmonautes — «elkonī» saliekts kosmoplāna tālvadības manipulators, fonā — Zemes virsma. (Uzņēmums no televizora ekrāna.)

kravas speciālistiem jārīkojas tikai ar kādu specifisku iekārtu, pavadoni vai tamlīdzīgi. Otrās jaunās izplatījuma lidotāju kategorijas pārstāvjiem nav jābūt ASV Nacionālās aeronautikas un kosmonautikas pārvaldes (NASA) darbiniekiem, no kosmonauta iemaņām viņiem jāapgūst vienīgi māka aprūpēt pašiem sevi lidojuma gaitā, resp., viņi būtībā ir neprofesionāli kosmonauti.

Saskaņā ar šādu pienākumu sadali, 1978. gadā NASA kosmonautu grupā ar vīriešiem kopīga konkursa kārtībā tika uzņemtas sešas sievietes —

visas kā misijas speciālistes. Vairums no viņām pašlaik ir apmēram trīsdesmit piecus gadus vecas (viena — četrdesmit divus), visām ir augstākā izglītība (dažām arī zinātniskais grāds) kādā no dabaszinātņu, medicīnas vai inženiertehnisko zinātņu jomām, ar aviāciju saistītas agrāk nav bijušas. Vēlāk viņām pievienojās vēl dažas sievietes ar līdzīgiem biogrāfiskajiem datiem, kuras tagad arī jau kļuvušas par pilntiesīgām profesionālām kosmonautēm.

No amerikāņu sievietēm pirmā izplatījumā devās Sallija Raida — pirmoreiz 1982. gadā, otrreiz 1984. gadā, viņai sekoja Džūdita Reznika un Katrīna Salivena, kura turklāt izgāja atklātā kosmosā (sk. tab. un 4. att.). Tomēr visatbildīgākais uzdevums bija uzticēts ceturtaījam amerikāņu kosmonautei, Annai Fišerei: pēc tam kad viņas kolēģi, lidojot atklātā kosmosā, bija «sagūstījuši» divus pa nepareizām orbitām riņķojošus sakaru pavadonus, viņai vajadzēja cieši satvert tos ar kosmoplāna manipulatoru un ievietot kravas telpā, lai nogādātu atpakaļ uz Zemi. Savukārt, kā derīgās kravas speciālistes darbam kosmosā (galvenokārt orbitālās laboratorijas «Spacelab» ekipējuma operatoru lomā) gatavojas dažas amerikāņu zinātnieces, kuru pastāvīgā darba vieta ir NASA un privāto firmu pētnieciskie centri vai augstskolu laboratorijas.

...Deviņpadsmit gadus Valentīna Tereškova bija vienīgā sieviete, kas pabijusi kosmosa plašumos, bet tagad jau var droši teikt, ka sievietes patiešām apgūst kosmosu, nevis tikai paretam viesojas tajā.

E. M ū k i n s



KĀRTĒJĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

Katru gadu aprīlī, kad visā pasaulē atzīmē Kosmonautikas dienu, Rīgas vidusskolu audzēkņi pulcējas, lai mērotos zināšanās astronomijā un kosmonautikā. Šādu iespēju viņiem sagādā skolēnu astronomijas olimpiādes, kuras 1984. gadā risinājās jau divpadsmito reizi. Pēc tradīcijas, šīs olimpiādes organizē Republikāniskais Zinību nams kopā ar Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļu un Rīgas pilsētas Skolu metodisko kabinetu. Olimpiādes galvenais mērķis — padziļināt skolēnu zināšanas un praktiskās iemaņas astronomijā un materiālistiskā pasaules uzskata veidošanā.

Saskaņā ar nolikumu, olimpiāde notiek divās kārtās. Pirmās kārtas dalībniekiem bija rakstiski jāatrisina četri uzdevumi un jāatbild uz diviem jautājumiem — astronomijā un kosmonautikā.

Uz divpadsmitās skolēnu astronomijas olimpiādes pirmo kārtu ieradās dalībnieki no Rīgas 1., 10., 38., 45., 47., 50., 60., 79., 84. vidusskolas.

Tāpat kā iepriekšējos gados, darbu rezultātus vērtēja pēc punktiem. Par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai atbildētu jautājumu skolēns saņēma noteiktu skaitu punktu: par pirmo uzdevumu — 6, par otro — 6, trešo — 8, ceturto — 8, par pirmo jautājumu — 6 un par otro — 6 punktus. Maksimālais kopējais punktu skaits — 40.

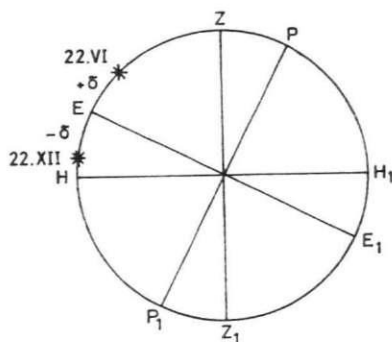
Sniedzam vienu no pirmās kārtas uzdevumu un jautājumu variantiem, kā arī uzdevumu atrisinājumus.

1. uzdevums

Rīgai ģeogrāfiskais platumus $\varphi = 57^\circ$, Murmanskai $\varphi = 69^\circ$. Kāds ir Saules augstums h pusdienas laikā Rīgā un Murmanskā 22. jūnijā un 22. decembrī?

Atrisinājums

Ieteicams uzzīmēt debess sfēras projekciju uz debess meridiāna plaknes ar attiecīgiem debess sfēras punktiem un līnijām.



1. att.

22. jūnijā pusdienā:

$$h_{\text{Rīgai}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 57^\circ + 23^\circ 27' = 56^\circ 27',$$

$$h_{\text{Murmanskai}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 69^\circ + 23^\circ 27' = 44^\circ 27'.$$

22. decembrī pusdienā:

$$h_{\text{Rīgai}} = 90 - \varphi - \delta = 90^\circ - 57^\circ - 23^\circ 27' = 9^\circ 33',$$

$$h_{\text{Murmanskai}} = 90 - \varphi - \delta = 90^\circ - 69^\circ - 23^\circ 27' = -2^\circ 27'.$$

2. uzdevums

Kosmosa kuģi atrodas teleskops, ar kuru var novērot zvaigznes līdz 20. zvaigžņlielumam. Cik tālu vajadzētu aizlidot kosmosa kuģim, lai no tā vairs nevarētu redzēt Sauli?

Atrisinājums

$$M = m + 5 - 5 \lg r \text{ (parseki);}$$

$$5 \lg r = 5 + m - M;$$

$$\lg r = 1 + 0,2 (m - M);$$

$$m = 20, M = 5;$$

$$\lg r = 4;$$

$$r = 10^4 = 10\,000 \text{ (parseki).}$$

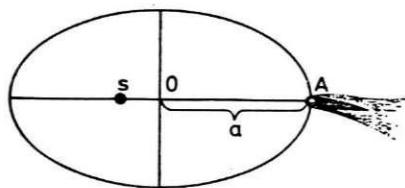
3. uzdevums

Komētas apriņķojuma periods ap Sauli ir 900 gadi; orbītas ekscentricitāte $e = 0,9$. Kādā attālumā no Saules komētai ir maksimāla potenciālā enerģija attiecībā pret Sauli? (Paskaidrot ar zīmējumu.)

Atrisinājums

Maksimāla potenciālā enerģija komētai attiecībā pret Sauli ir afēlijā.

$$SA = ?$$



2. att.

$$1) e = \frac{OS}{OA} = \frac{OS}{a}; OS = e \cdot a = 0,9 a.$$

2) Pēc Keplera 3. likuma jāaprēķina orbītas lielās pusass garums:

$T_{\text{komētai}} = 900 \text{ gadi}$	$\frac{T_k^2}{T_z^2} = \frac{a_k^3}{a_z^3};$
$T_{\text{Zemei}} = 1 \text{ gads}$	$\frac{900^2}{1^2} = \frac{a_k^3}{1^3};$
$a_{\text{Zemei}} = 1 \text{ a. v.}$	$a^3 = 900^2;$
$a_{\text{komētai}} = ?$	$a = \sqrt[3]{900^2} = 93,2 \text{ (a.v.)}$

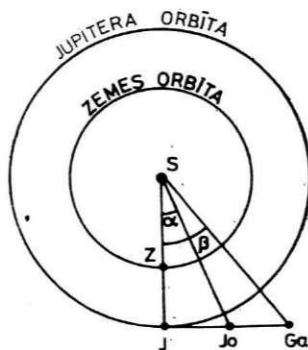
$$OS = 0,9 \cdot 93,2 = 83,9;$$

$$AS = e \cdot a + a = a(1 + e);$$

$$AS = OS + OA = 83,9 + 93,2 = 177,1 \text{ (a. v.)}$$

4. uzdevums

Kāds ir Jupitera pavadoņu Jo un Ganimēda maksimālais leņķiskais attālums no planētas, ja novērojumus veic no Zemes Jupitera opozīcijas laikā un Jo apriņķo Jupiteru 422 000 km, bet Ganimēds — 1 070 000 km attālumā? Jupitera orbītas lielā pusass ir 5,2 astronomiskās vienības. (Paskaidrot ar zīmējumu.)



3. att.

Atrisinājums

$$SJ = 5,2 \text{ a. v.,}$$

$$ZJ = 4,2 \text{ a. v.,}$$

$$\text{jo } SZ = 1 \text{ a. v.,}$$

$$JJo = 422\,000 \text{ km, } JGa = 1\,070\,000 \text{ km.}$$

No taisleņķa trīsstūriem $ZJJo$ un $ZJGa$

$$\operatorname{tga} = \frac{JJo}{JZ}.$$

$$\text{Jo } \alpha = \frac{422000 \cdot 206265''}{4,2 \cdot 149600000} = 138'',53 \approx 2'18'',5 \approx 2',3;$$

$$\text{Ganimēds } \beta = \frac{1070000 \cdot 206265''}{4,2 \cdot 149600000} = 351'',26 = 5'51'',26 \approx 5',85.$$

1. jautājums

Asteroidi un to novērošana.

2. jautājums

Programma «Interkosmos»

Saskaņā ar olimpiādes nolikumu, otrajā kārtā, kas notika Zinību nama planetārijā, piedalījās tie skolēni, kuri pirmajā kārtā saņēma ne mazāk par 20 punktiem. Noslēguma kārtas dalībniekiem mutiski bija jāatbild uz diviem jautājumiem astronomijā un kosmonautikā. Katrs pareizi atbildēts jautājums deva 10 punktus. Sniedzam dažus otrās kārtas jautājumus.

1. Mūsu Galaktika.
2. Radioastronomija.
3. Uzskatu attīstība par Visuma uzbūvi.
4. Planētas milži un to pavadoņi.
5. Komētas. Haleja komēta.
6. Astronomiskie pētījumi no ZMP un orbitālajām stacijām.
7. Kā pēta Zemi, izmantojot ZMP?
8. Kādus eksperimentus veic kosmonauti kosmiskā lidojuma laikā?
9. Kosmisko aparātu lidojumi Venēras virzienā.
10. Starptautiskās ekspedīcijas uz «Salūta» stacijām.

Vērtējot olimpiādes galarezultātus, žūrija ņēma vērā skolēnu iesniegtos patstāvīgos darbus — referātus, novērojumu žurnālus. Vislielāko ieverību pelna Rīgas 50. vidusskolas skolnieka Helmuta Ancāna darbs «Saules atmosfēra» ar pievienotu praktisko novērojumu žurnālu. No labākajiem darbiem vēl var minēt «Interkosmos» (Ineta Barbare, 45. vidusskola), kam pievienota tematiska pastmarku kolekcija, «Lielā Jupitera pavadoņu saime» (Dace Amoliņa, 45. vidusskola), «Space Shuttle» un kosmosa militarizācija» (Baiba Bāne, 84. vidusskola), «Kvazāri» (Eriks Āboliņš, 50. vidusskola).

Rezumējot divpadsmitās skolēnu astronomijas olimpiādes rezultātus, jāatzīst, ka lielākā daļa dalībnieku bija nopietni gatavojušies šim pasākumam. Tāpat kā iepriekšējos gados, labākās zināšanas parādīja tie skolēni, kuri apmeklējuši jauno astronomu pulciņu pie Zinību

nama planetārija, kā arī tie, kuri regulāri piedalījušies planetārija astronomijas mācību lekcijās. Kāpēc tomēr vairums Rīgas skolu neuzdrošinās sūtīt savus pārstāvjus uz olimpiādi? Vai tajās nav skolēnu, kas interesētos par astronomiju un kosmonautiku? Kā rāda astronomijas olimpiāžu pieredze, atsevišķu skolu pārstāvjiem vislielākās grūtības sagādā uzdevumi. Acīmredzot astronomijas skolotāji mācību gada laikā tiem velta pārāk maz uzmanības. Katru gadu olimpiādēs piedalās vairāku republikas rajonu skolu pārstāvji. Tas liek padomāt, vai nav pienācis laiks organizēt šādu pasākumu republikas mērogā?

Par divpadsmitās astronomijas olimpiādes uzvarētājiem kļuva Rīgas 50. vidusskolas 9. klases audzēknis Helmutš Ancāns un Rīgas 79. vidusskolas 10. klases audzēknis Ilja Buzdins. Otro vietu izcīnīja Džeralds Snēbahs (Rīgas 1. vidusskola), Baiba Bāne un Arnis Dāboliņš (abi — Rīgas 84. vidusskola). Trešajā vietā ierindojās Ineta Barbare un Jānis Ozoliņš (abi — Rīgas 45. vidusskola).

Olimpiādes uzvarētāji vasarā piedalījās Vis-savienības jauno astronomu salidojumā Maskavā un republikas olimpiādes uzvarētāju no-metnē «Alfa» Kuldiģā.

Interesanti, ka žūrijas komisijas sastāvā debitēja Rīgas 47. vidusskolas jaunais skolotājs Ilgonis Vilks, kurš, vēl būdams Rīgas 11. vidusskolas audzēknis, pats piedalījies trijās skolēnu astronomijas olimpiādēs un ikreiz bijis uzvarētāju vidū. Vēl skolēnu zināšanas vērtēja J. Zagars un E. Mūkins (abi — P. Stučkas LVU Astronomiskā observatorija), A. Asare (VAĢB Latvijas nodaļa), A. Vērdiņa (Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets), E. Detlava (Rīgas 1. vidusskola), G. Svabadnieks (Rīgas 84. vidusskola), L. Kondrašova un J. Mieziš (abi — Republikāniskais Zinību nams), J. Freimanis (LPSR ZA Radioastrofī-zikas observatorija).

Sā gada pavasari jaunos astronomijas draugus gaida kārtējā olimpiāde. Uzaicinām aktī-vāk piedalīties kā Rīgas, tā arī Latvijas rajonu skolas!

G. Svabadnieks

REPUBLIKAS DEVĪTĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

(Uzdevumi un risinājumi)

Turpinām publicēt Republikas devītajā atklātajā fizikas olimpiādē piedāvātos uzdevumus, kā arī to atrisinājumus vai norādes par risinājuma gaitu (sākumu sk. «Zvaigžņotā debess, 1984./85. gada ziema», 44.—49. lpp.).

Atsauksmes par olimpiādē piedāvātajiem uzdevumiem, kā arī citiem ar republikas atklāto fizikas olimpiāžu organizāciju saistītiem jautājumiem lūdzam adresēt ZTB LRP Komitejai darbam ar jaunatni, 226050, Rīga, Galvenajā pastā, abon. k. 209.

UZDEVUMU FORMULEJUMI

9. uzdevums (9., 10., 11. L, 8., 9., 10. K)

Ja ar kiju iesit pa biljarda bumbu tā, ka kija sitiena brīdī atrodas vertikālā plaknē, kas iet caur bumbas centru, tad atkarībā no sitiena punkta augstuma var panākt, ka biljarda bumba slīd attiecībā pret galda virsmu. Uzzīmējiet kvalitatīvi šādas biljarda bumbas trajektoriju (atkarībā no sitiena punkta augstuma) pēc tās elastīgas sadursmes ar otru tādu pašu, tikai nekustīgu bumbu. Trieciens nav centrāls. Uzskatīt, ka berzes spēks starp biljarda bumbu un galdu ir mazs, bet atšķirīgs no nulles. Atbildi pamatojiet. (Paskaidrojums: necentrāls trieciens ir tāds trieciens, kurā bumbu relatīvais ātrums to saskares momentā vērsts leņķī pret bumbu centrus savienojošo līniju.)

10. uzdevums (10., 11. L, 9., 10. K)

Tika demonstrēts eksperiments ar nosacītu nosaukumu «Tintes traipi» (sk. krāsu ielikumu).

Uz filtrpapīra uzpilda 1—2 pilienus sarkanas un zilās tintes (attēlā *a* un *b*) maisījuma. Izveidojas violets traips (*c*), kura centrā pēc tam tiek uzpilināti vairāki (3—5) ūdens pilieni. Traips izplešas, un tā krāsa kļūst gaišāka, bet traipam apkārt izveidojas 3—4 mm plata tīras zilās krāsas apmale (*d*), t. i., novērojam

tinšu maisījuma daļēju sadalīšanos komponentos. Izskaidrojiet novēroto!

(Olimpiādes dalībniekiem tika norādīts, ka zilo un sarkano tinti veidojošo vielu molekulu izmēri ir apmēram vienādi un daudzkārt mazāki par filtrpapīra poru izmēriem.)

11. uzdevums (11. L, 10. K)

Tika demonstrēts eksperiments ar nosacītu nosaukumu «Maķedonijas Aleksandra bruņucpure». Ja atklātai ķermeņa daļai, piemēram, sejai, tuvina metālisku pussfēru, tad, neraugoties uz to, ka pussfēra aptaustot šķiet auksta, rodas siltuma sajūta. Izskaidrojiet novērojamo efektu un izsakiet savas hipotēzes par tā saistību ar pussfēras īpašībām, virsmas apstrādes kvalitāti un pussfēras izmēriem.

12. uzdevums (11. L, 10. K)

Neitrons, kura masa ir m , lidojot gar nekustīgu atoma kodolu, elastīgas sadursmes rezultātā novirzās no sākotnējās kustības virziena par leņķi α . Neitrona sākotnējais un beigu impulss ir attiecīgi p_0 un p . Noteikt atoma kodola masu!

13. uzdevums (11. L, 10. K)

Cilindrā, kura šķērsriezuma laukums ir S , vertikālā virzienā var kustēties virzulis, kura masa m . Cilindrā zem virzuļa atrodas n molu ideālas gāzes, tās temperatūra T . Sākotnēji virzulis ir līdzsvara stāvoklī, pēc tam to nedaudz no šā stāvokļa novirza. Vai virzulis atgriezīsies sākmstāvoklī? Ja jā, tad pēc cik ilga laika? Ārējais (atmosfēras) spiediens p_A , berzi neievērot, procesu uzskatīt par izotermisku.

14. uzdevums (11. L, 10. K)

(Uzdevumu piedāvājis P. Stučkas LVU docents R. Ferbers.)

Novērtējiet minimālo attālumu, no kura šoferis var redzēt mirāžu «peļķes uz karsta asfalta», ja šofera acu augstums $h=1,4$ m, apkārtējā gaisa temperatūra $T_1=20^\circ\text{C}$, bet asfaltam pieguļošā gaisa temperatūra $T_2=60^\circ\text{C}$ (spiediens normāls).

Uzskatīt, ka uzdevumā pieņemtajos apstākļos gaismas laušanas koeficientu gaisā n var aprēķināt pēc formulas

$$n = 1 + 2,2 \cdot 10^{-4} \rho,$$

kur ρ — gaisa blīvums (kg/m^3).

ATRISINĀJUMI UN NORĀDIJUMI

9. uzdevums

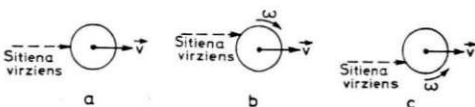
Pilna šā uzdevuma analīze, kurā būtu sniegti visi iespējamie atrisinājuma varianti, aizņemtu žurnālā pārāk daudz vietas. Taču tas arī nav nepieciešams, jo turpmāk aplūkoti varianti un norādes par uzdevuma fizikālo saturu, kā arī no tām izrietošie biljarda bumbas kustības veidi ļaus lasītājiem pašiem viegli iegūt pilnu uzdevuma risinājumu.

Vispirms aplūkosim ar kijas sitienu iekustinātās biljarda bumbas kustības dažādās fāzes: 1. fāze — kustība pirmajā momentā pēc sitienu; 2. fāze — kustība līdz sadursmei ar sākotnēji nekustīgo biljarda bumbu; 3. fāze — kustība momentā pēc sadursmes; 4. fāze — kustība pārējā laikā pēc sadursmes.

Uzdevuma risinājums faktiski prasa noteikt biljarda bumbas kustību tikai 4. fāzē. Taču tā būs atkarīga no kustības nosacījumiem iepriekšējās fāzēs, kas, savukārt, būs dažādi dažādiem (atkarībā no sitienu punkta augstuma) sitienu veidiem.

Aplūkosim sitienu, ko izdara ar galdam paralēlu kiju.

1. fāzē biljarda bumbas kustībai raksturīgi šādi parametri: ja sitiens centrāls — bumbai piemīt tikai virzes kustība (7. att. a); ja izdarrs necentrāls sitiens, tad bez virzes kustības biljarda bumbai tiek piešķirta vēl arī rotācijas kustība ap tās masas (kas sakrīt ar ģeometrisko) centru. Ja sitienu punkts ir biljarda bumbas augšējā pussfērā, tad bumba sākot-



7. att.

nēji rotēt pulksteņa rādītāju kustības virzienā, bet, ja sitienu punkts ir apakšējā pussfērā, rotācija notiek pretēji pulksteņa rādītāju kustībai (sk. attiecīgi 7. att. b un c). Rotācijas ass vērsta perpendikulāri bumbas lineārās kustības ātruma vektora virzienam. (Ar svītrliniju parādīta kijas kustība sitienu momentā.)

2. fāzē uz biljarda bumbu darbojas starp to un galdu pastāvošais berzes spēks, kas maina gan bumbas lineāro, gan rotācijas ātrumu šādi:

a gadījumā lineārais ātrums samazinās, kā arī parādās pulksteņa rādītāju kustības virzienā vērsta rotācijas kustība;

b gadījumā, ja $v < \omega r^*$ — rotācijas kustības ātrums samazinās, bet virzes kustības ātrums pieaug, ja $v > \omega r$ — virzes un rotācijas kustības ātrumi samazinās;

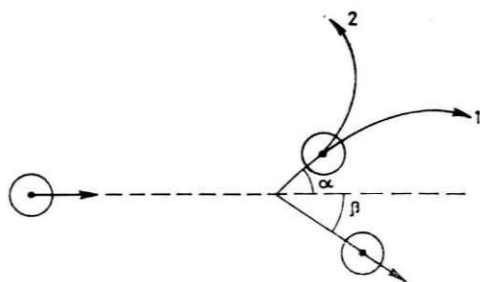
c gadījumā samazinās gan rotācijas, gan virzes kustības lineārais ātrums atkarībā no v un ω sākotnējiem lielumiem, kas saistīti ar sitienu punkta augstumu, kā arī atkarībā no berzes lieluma un attāluma līdz nekustīgajai bumbai iespējama rotācijas virziena maiņa un pat lineārā ātruma tāda izmaiņa, ka biljarda bumba maina kustības virzienu (tad gan sadursme ar otru bumbu vispār nenotiks).

3. fāzē. Sadursmes rezultātā pirmā biljarda bumba novirzās par kādu leņķi α no sākotnējā kustības virziena, bet otrā bumba sāk kustēties leņķi β attiecībā pret pirmās bumbas sākotnējo kustības virzienu.

(Izmantojot impulsa un enerģijas saglabāšanās likumus, var parādīt, ka $\alpha + \beta = 90^\circ$. Skaitliskā vērtība kustības kvalitatīvam aprakstam gan principiāli nepieciešama nav.)

Tā kā sadursme ir process, kas ilgst ļoti īsu laiksprīdi, tad pirmā (rotējošā) bumba nepagūst nodot vērā ņemamu rotācijas kustības daudzumu otrai, tas ir, tā saglabā savu līdz sadursmei esošo rotācijas ass virzienu, kurš pēc sadursmes vairs nav perpendikulārs bumbas lineārās kustības ātruma vektora virzienam. Tādēļ biljarda bumbas trajektorija pēc

* Šeit un turpmāk uzdevumā v — biljarda bumbas translācijas ātrums, ω — rotācijas leņķiskais ātrums un r — bumbas rādiuss.



8. att.

sadursmes vispārīgā gadījumā izliecas. Ja laikā no kijas sitienu līdz bumbu sadursmei berzes spēku darbības ietekmē nepagūst mainīties rotācijas virziens, tad kustības trajektorijas kvalitatīvā aina biljarda bumbai pēc sadursmes ir tāda, kā parādīts 8. attēlā.

8. att. trajektorija 1 atbilst sitienam ar kiju pa bumbas augšējo pussferu (kā arī centrālam sitienam), bet trajektorija 2 — pa apakšējo pussferu. Pie tam, jo augstāk (resp. zemāk) būs bijis kijas sitienu punkts, jo vairāk izliekta būs trajektorija pēc biljarda bumbu sadursmes. Tas fādēļ, ka, attālinoties sitienu punktam no plaknes, kas iet caur masas centru, bumba tiek intensīvāk iegriezta.

Ja sākotnējais attālums starp bumbām un berzes spēks ir tādi, ka līdz bumbu sadursmei pagūst mainīties rotācijas virziens, tad kustības trajektorijas liekums var mainīties uz pretējo.

Savukārt, ja tiek izdarīts sitiens ar kiju, kas nav paralēla galda virsmai, tad, nosakot sākotnējo biljarda bumbas rotācijas virzienu, bumbas augšējā un apakšējā pussfera jādefinē ar tāda tās centrālā šķēluma palīdzību, kurā šķēlējplakne ir paralēla kijai sitienu brīdī.

Visbeidzot jāpiebilst, ka tad, ja berzes spēks starp bumbu un galdu ir liels, bumbas slīdes kustība beigsies īsā posmā. Bumba kustēsies tā, ka tās lineāro un rotācijas ātrumu saista sakarība $v = \omega r$ un rotācija vērsta pulksteņa rādītāju virzienā. Tas attiecas arī uz kustību pēc sadursmes, kad berzes spēka darbības rezultātā rotācija, kuras ass nav perpendikulāra bumbas masas centra taisnvirziena kustības ātruma vektoram, ātri izbeidzas.

10. uzdevums

Daudzi olimpiādes dalībnieki mēģināja izskaidrot novēroto efektu ar zilās un sarkanās tintes difūzijas īpašību atšķirību. Taču šis izskaidrojums nav pareizs. Ja minētā procesa pamatā būtu molekulu haotiskās siltuma kustības izraisīta difūzija, tad pāreja no violetā uz zilo krāsu būtu pakāpeniska (difūza), jo daļiņu ansamblī eksistē noteikts ātrumu sadalījums, kam pakļaujas gan zilās, gan sarkanās molekulas (atcerēsimies skolā aplūkoto Sterna eksperimentu), tātad vienas krāsas molekulu skaits otras krāsas «zonā» samazinātos pakāpeniski.

Neizskaidro novēroto arī kapilaritātes efekts, tāpēc ka tas saistīts ar šķidrums kā vienu veselu fāzi, neatkarīgu no komponentiem.

Lai eksperimentu izskaidrotu pareizi, jāņem vērā šādi acīmredzami fakti: 1) ūdens, kas tiek pilināts uz violetā traipa, kalpo par savdabīgu violetā tintu maisījuma nesēju, 2) virzoties caur filtrpapīra porām, sarkanās tintes molekulas (visas) mijiedarbībā ar filtrpapīra «karkasu» tiek «aizkavētas» spēcīgāk nekā zilās molekulas, tādēļ vienādā laikposmā (kurā ūdens iesūcas filtrpapīrā un beidzas tā nesošā darbība) zilās molekulas tiek aiznestas tālāk. Tās arī veido izteikti zilo apmali.

Ja atceramies, ka filtrpapīrs ir poraina vide ar relatīvi lielu virsmas attiecību pret tilpumu, tad loģiski izvirzīt hipotēzi par virsmas spēku lomu minētajā parādībā — tas ir, varam pieņemt, ka notiek nepārtraukts tintes molekulu adsorbcijas un desorbcijas process uz filtrpapīru veidojošām šķiedrām.

Ja vēlamies uzskatāmu analogiju, tad varam iedomāties lielu grupu skrējēju, kuriem sportiskā forma un augumi vienādi un kuri skrien pa krūmainu apvidu. Daļa skrējēju tērpušies zilās neilona vējjakās, bet daļa — sarkanos vilnas džemperos, kas, sportistiem skrienot caur krūmiem, tajos ķeras vairāk nekā neilona jakas. Ja šie skrējēji no kompaktas grupas sāktu skriet radiālā virzienā, tad drīz vien izveidotos zila apmale.

Uz šādu adsorbcijas un desorbcijas īpašību atšķirību pēc citiem parametriem līdzīgām vielām balstās īpaša fizikāli ķīmiska analīžu me-

tode — hromatogrāfija; tās modifikācija, starp citu, tika izmantota amerikāņu kosmiskajā aparātā «Viking», kas pētīja dzīvības eksistences iespējas uz Marsa. Interesenti ar hromatogrāfiju tuvāk var iepazīties, izlasot populārā valodā uzrakstītas brošūras Ч м у т о в К. В. Хроматография. М., Химия, 1978 и В и д е р г а у з М. С. Цветопись. М., Химия, 1980.

11. uzdevums

Cilvēka ķermenis, arī seja, izstaro infrasarkanos starus. Metāli labi atstaro elektromagnētiskos viļņus, pie kuriem pieder arī infrasarkanais starojums. Turklāt, jo lielāka ir metāla elektrovadītspēja, jo lielāka arī tā atstarošanas spēja. Metāliska pussfēra, ko tuvina sejai, darbojas kā sejas izstaroto infrasarkanā staru atstarotājs. Tātad daļa starojuma nonāk atpakaļ uz sejas un rada siltuma sajūtu.

Atkarībā no sejas un pussfēras izmēriem, kā arī pussfēras attāluma līdz sejai var realizēties fokusēšanās nosacījumi (analoģiski kā gaismas fokusēšanās gadījumā ar ieliektu spoguļi). Tad siltuma sajūta būs stiprāk izteikta, jo gandrīz viss sejas izstarotais infrasarkanais starojums nonāks atpakaļ uz nelielas tās daļas fokusa rajonā.

Lielāka pussfēra pilnīgāk aptvers seju, tāpēc tās uztvertā un atstarotā infrasarkanā starojuma daudzums būs lielāks. Savukārt, labāk apstrādāta pussfēra starojumu mazāk izklīdēs.

12. uzdevums

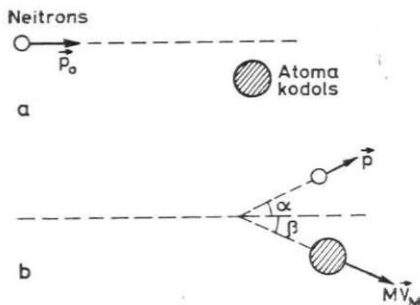
Ja neitrons, kura masa m , lido gar nekustīgu atoma kodolu, kura masa M (kas mums jāatrod), un novirzās no sākotnējā virziena par leņķi α , tad arī atoma kodols iegūs kādu impulsu MV_M , kas būs vērstis leņķī β attiecībā pret neitrona sākotnējo kustības virzienu (sk. 9. att. a un b).

Ar V_M apzīmēts kodola kustības ātrums pēc sadursmes.

Ja sadursme ir elastīga, tad procesu raksturo impulsa un enerģijas saglabāšanās likumi, kas pierakstāmi formā:

$$p_0 = p \cos \alpha + MV_M \cos \beta, \quad (1)$$

$$0 = p \sin \alpha - MV_M \sin \beta, \quad (2)$$



9. att.

$$\frac{p_0^2}{m} = \frac{p^2}{m} + MV_M^2. \quad (3)$$

Vienādojumi (1) un (2) izsaka impulsa divu komponentu vienādību pirms un pēc sadursmes, bet vienādojums (3) — enerģijas saglabāšanās likumu minētajā procesā; p_0 un p — neitrona impulsi pirms un pēc sadursmes.

Izmantojot trigonometrijas sakarību $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$ un no vienādojuma (2) izsakot $\sin \beta = \frac{p}{MV_M} \sin \alpha$, var iegūt (no izteiksmes (1)), ka

$$p_0 = p \cos \alpha + \sqrt{M^2 V_M^2 - p^2 \sin^2 \alpha}. \quad (4)$$

No izteiksmes (3) izriet, ka

$$V_M^2 = \frac{p_0^2 - p^2}{mM}, \quad (5)$$

ko ievietojot izteiksmē (4) un izsakot M , atrodam, ka

$$M = m \frac{p_0^2 - 2p_0 p \cos \alpha + p^2}{p_0^2 - p^2}. \quad (6)$$

13. uzdevums

Ja cilindrā ieslēgti n moli ideālas gāzes, tad ir spēkā šāda sakarība (Mendeļejeva—Klapeirona vienādojums):

$$pV = nRT, \quad (1)$$

kur V — gāzes aizņemtais tilpums, R — universālā gāzu konstante, T — gāzes temperatūra, p — gāzes spiediens.

Ja virzulis, kura masa m , atrodas līdzsvarā, tad

$$mg + p_A S = p_0 S, \quad (2)$$

kur p_A — atmosfēras spiediens, p_0 — spiediens cilindrā, S — virzuļa laukums, g — brīvās krišanas paātrinājums.

Apzīmēsim gāzes aizņemtās cilindra daļas augstumu ar x . Tad

$$V = Sx \quad (3)$$

un

$$px = C, \quad (4)$$

kur

$$C = \frac{nRT}{S}. \quad (5)$$

Ja vizuli novirza no līdzsvara stāvokļa, piemēram, gāzi saspiež, tad parādās spēks, kas cenšas atgriezt virzuli sākmstāvoklī. Aplūkosim šā spēka atkarību no novirzes lieluma.

No izteiksmes (4) var rakstīt:

$$(p_0 + \Delta p)(x_0 - \Delta x) = C, \quad (6)$$

kur Δx un Δp — mazas līdzsvara stāvokli raksturojošo lielumu p_0 un x_0 izmaiņas.

Sareizinot iekavas, iegūstam

$$p_0 x_0 - p_0 \Delta x + \Delta p x_0 - \Delta p \cdot \Delta x = C. \quad (7)$$

Ievērojot izteiksmi (4) un to, ka mazu noviržu gadījumā $\Delta p \cdot \Delta x \rightarrow 0$ straujāk nekā $p_0 \Delta x$ un $\Delta p x_0$, var rakstīt, ka

$$\Delta p = p_0 \frac{\Delta x}{x_0}. \quad (8)$$

Tāpēc spēks, kas atgriež virzuli līdzsvara stāvoklī, ir

$$\Delta F = \Delta p S = \frac{p_0 S}{x_0} \Delta x. \quad (9)$$

Tā kā $\Delta F \sim \Delta x$, tad var apgalvot, ka virzulis veiks harmoniskas svārstības ap savu līdzsvara stāvokli.

Tā kā, atbilstoši uzdevuma nosacījumiem, berze nav jāievēro, tad virzulis ies caur līdzsvara stāvokli pēc laika $t = \frac{1}{4}T$, kur T — virzuļa veikto harmonisko svārstību periods. Atrādīsim T un t .

No izteiksmes (4) izriet, ka $x_0 = \frac{C}{p_0}$, ko ievietojot izteiksmē (9) atrodam

$$\Delta F = \frac{p_0^2 S}{C} \Delta x, \quad (10)$$

kurā, savukārt, ievietojam no vienādojuma (2) izteiktu p_0 . Spēks ΔF ir

$$\Delta F = \frac{(mg + p_A S)^2}{SC} \Delta x. \quad (11)$$

Ja uz kādu masu m harmonisku svārstību gadījumā darbojas līdzsvara stāvokļa virzienā vērst spēks $F = k\Delta x$, tad harmonisko svārstību

cikliskā frekvence $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (k — konstante).

Izmantojot šo faktu un sakarību $\omega = \frac{2\pi}{T}$, atrodam svārstību periodu T un meklēto laiku t . Tas ir

$$t = \frac{\pi \sqrt{nmRT}}{2(mg + p_A S)}. \quad (12)$$

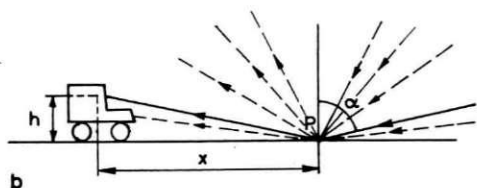
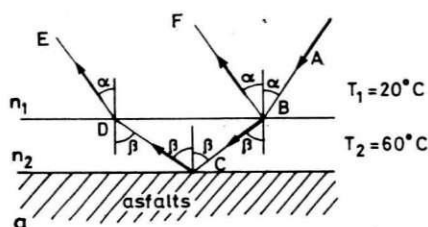
14. uzdevums

No uzdevuma nosacījumiem un mūsu personiskās pieredzes izriet modelis, kurā asfaltam pieguļošais gaiss sadalāms divos slāņos — ļoti plānā līdz $T_2 = 60^\circ\text{C}$ (dots uzdevuma nosacījumos) sakarsušā gaisa kārtiņā un pārējā gaisa masā, kuras temperatūra $T_1 = 20^\circ\text{C}$.

Ja uz šādu gaisa struktūru kā optisku sistēmu krīt gaismas stars AB (sk. 10. att. a), tad daļa tā intensitātes tiek atstarota no gaisa slāņu robežvirsmas, bet pārējā gaisma tiek lauza. Lauztais stars pēc tam atstarojas no asfalta un, vēlreiz lauzts uz slāņu robežvirsmas, atgriežas gaisa slānī, kura temperatūra ir 20°C .

Tā kā $T_2 > T_1$ un $\rho(T_2) < \rho(T_1)$, kur $\rho(T)$ — gaisa blīvums, pastāvot temperatūrai T , tad no uzdevuma nosacījumos dotās gaismas laušanas koeficienta un blīvuma atkarības formulas var secināt, ka $n_2 < n_1$, kur n_1 un n_2 — gaismas laušanas koeficienti gaisā, pastāvot attiecīgi temperatūrai T_1 un T_2 .

No Snēliusa 2. likuma (gaismas staru laušanas likuma) izriet, ka $\beta > \alpha$ un ka, palielinoties α , pieaug arī β .



10. att.

Tāpēc, palielinoties α , iestāsies brīdis, kad β sasniegs vērtību 90° , un tad stars BC no asfalta vairs neatstarosies, bet gan slīdēs pa abu slāņu robežvirsmu — tas ir, notiks pilnīga iekšējā atstarošanās.

Noskaidrosim, ko redz novērotājs (šajā uzdevumā — mašīnas vadītājs), aplūkojot šosejas virsmu. No 10. attēla *b* var saprast, ka novērotājs, no augstuma h lūkodamies uz punktu attālumā x , redz tikai to staru (parastā dienas gaisma ir difūza — tajā sastopami stari ar visdažādākajiem izplatīšanās virzieniem), kurš punktā P ar virsmas normāli veido tādu leņķi α , kuram $\text{tg } \alpha = \frac{h}{x}$.

Tas, ka vienkāršās atstarošanas vietā (10. att. *b*) notiek te aprakstītais un 10. attēlā *a* atainotais process, kļūst principiāli nozīmīgs tad, kad $\beta = 90^\circ$ un notiek pilnīga iekšējā atstarošanās. Kamēr nav izpildījies pilnīgas iekšējās atstarošanās nosacījums, novērotāja acī nonāk gan stars BF , gan DE . Kad notiek pilnīga iekšējā atstarošanās, stars DE vairs neeksistē, jo stars BC vairs neatstarojas no asfalta, bet gan slid pa slāņu robežvirsmu. Novērotājs šai gadījumā redz tikai staru BF , kura intensitāte parasti ir mazāka par stara DE intensitāti.

Tā kā sakarsētā gaisa slānis ir ļoti plāns, tad arī BD ir daudz mazāks par attālumu līdz novērotājam. Tāpēc attālumā

$$x = h \text{ tg } \alpha_A \quad (1)$$

(kur α_A — pilnīgas iekšējās atstarošanās leņķis) novērotājs redzēs tikai staru DE , tas ir, šis punkts un visi tālākie punkti būs redzami mazāk intensīvi — tie būs tumšāki, atgādinās ūdens virsmu, no kā arī cēlies aplūkotās parādības nosaukums — «peļķes uz karsta asfalta».

α_A atrodam no skolas kursā zināmās sakarības $\sin \alpha_A = \frac{n_2}{n_1}$, kur n_1 un n_2 — abu gaisa slāņu gaismas laušanas koeficienti.

No uzdevuma formulējuma izriet, ka

$$\sin \alpha_A = \frac{1 + 1,2 \cdot 10^{-4} \rho_2}{1 + 1,2 \cdot 10^{-4} \rho_1}, \quad (2)$$

kur $\rho_1 = \rho(T_1)$ un $\rho_2 = \rho(T_2)$.

Izobāriskam gāzes stāvoklim ir spēkā sakarība

$$\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2. \quad (3)$$

Tāpēc var rakstīt, ka

$$\rho(T) = \rho_0 \frac{T_0}{T},$$

kur ρ_0 — gaisa blīvums, ja $T_0 = 273 \text{ K}$.

No minētajām sakarībām iegūstams, ka

$$\sin \alpha_A = \frac{(T_2 + 2,2 \cdot 10^{-4} \rho_0 T_0) T_1}{(T_1 + 2,2 \cdot 10^{-4} \rho_0 T_0) T_2}. \quad (4)$$

Ievietojot skaitliskās vērtības ($\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3$ — gaisa blīvums, pastāvot $T = 273 \text{ K}$ un normālam spiedienam), var atrast, ka $\sin \alpha_A \approx 0,999965$, bet $\text{tg } \alpha_A \approx 120$. Līdz ar to minimālais attālums, kurā novērojama aprakstītā mirāža, ir

$$x = 168 \text{ m}.$$

Ja šoseja būtu ideāli gluda, sakarsušā gaisa slāņa temperatūra un biezums — viscaur vienādi, tad būtu vērojams nevis «peļķu efekts», bet gan «jūras efekts» — sākot no šāda minimāla attāluma līdz pat horizontam novērotājs redzētu tikai relatīvi vājāko no karstā gaisa slāņa (bet ne no paša asfalta) atstaroto gaismu.

L. S m i t s

PĒTĀM AUTOMODEĻUS

Modelēšana ir vadošā pētniecības metode fizikā. Visbiežāk sastopamies ar ideālajiem jēgt. s. matemātiskajiem modeļiem: materiāls, punkts, elektriskais lauks, ideālā gāze, kristālrežģis, absolūti ciets ķermenis, Saules sistēma un tā tālāk. Fizikālu parādību demonstrējumos turpretī izmanto reālmodeļus: harmoniskas svārstības tiek demonstrētas ar fizikālo un atspēru svārstu, priekšstatus par spēka lauku rada ar putrainu graudiņu vai metāla skaidiņu sakārtojumu atbilstoši elektriskajā vai magnētiskajā laukā. Mehāniskā kustība skolas fizikas kursā tiek skaidrota, izmantojot krītošu lodīti, ripojošus ratiņus un slidošus kluciņus. Dienzēl, šie fizikālie modeļi skolēniem nereti šķiet garlaicīgi, īpaši tiem, kuriem fizika nepatīk. Rezultātā skolēnos rodas pārliecība, ka fizikai ir maz kas kopīgs ar reālo dzīvi. Taču fizikas mācīšanas nolūks tieši ir palīdzēt cilvēkam izprast dabas parādības un tehnisku ierīču darbības principus, izmantot fizikas atziņas praksē. Tāpēc pēdējā laikā pasaules didaktiskajā literatūrā arvien biežāk sastopami ieteikumi par fizikālo parādību modeļiem lietot rotaļlietas.

Sakarā ar automobilizācijas uzplaukumu gan bērnu, gan pieaugušo vidū popularitāti ieguvuši automodeļi. To ražošanā sasniegts augsts līmenis un liela dažādība. Īpaši tiek akcentēta modeļu ģeometriskā līdzība ar oriģinālu. Tā, piemēram, mūsu valstī ražo kvalitatīvus 1:43 mēroga automodeļus. Lielākā daļa automodeļu ir arī fizikāli modeļi, proti, tie var rīpot. Dažiem tiek ievietoti inerces, atspēras vai elektriskie motori.

Jau bez īpašiem eksperimentiem ir skaidrs, ka arī šo modeļu kustībā izpaužas īsto automobiļu kustības galvenās likumsakarības — vilcējspēka un berzes spēka iedarbība.

Mūsdienās skolu rīcībā ir visai plašs mehāniskās kustības pētīšanas metožu klāsts. Automodeļu kustības izpētei vispiemērotākās metodes ir stroboskopiskā fotografēšana, filmēšana ar kinokameru un filmēšana ar videokameru videomagnetofonā. Pašreiz visvieglāk pieejamā un tehniski vienkāršākā metode ir filmēšana ar kinokameru, it īpaši ar astoņu milimetru kino-

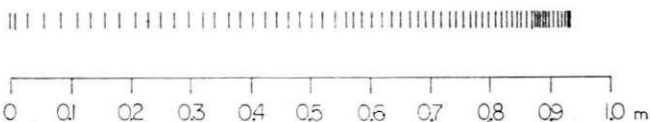
kamerām, kuras iespējams dabūt gan veikalos, gan nomas punktos.

Pirms filmēšanas jā sagatavo «autodroms». Par to var kalpot 1,5—2 m garš galds vai gluda grīda. Lai vēlāk filmas materiālu varētu analizēt kvantitatīvi, nepieciešams mērlīnēns ar centimetru iedaļām (sk. vāku 4. lpp.). Ja fizikas kabinetā tāda nav, tas jā sagatavo pašiem. Kinokamera jā nostiprina nekustīgi tā, lai varētu nofilmēt automobiļa pārvietošanos vismaz 1,5 m tālu. Filmēšanu var atkārtot ar dažādiem ātrumiem, bet pēc tam izvēlēties labāko variantu.

Kvantitatīvu kinomateriāla analīzi vislabāk veikt, izmantojot fotopalielinātāju. Atfēls jā palielina tā, lai mērogs būtu 1:10, tas ir, lai 10 cm dabā atbilstu vienam centimetram uz ekrāna. Šim nolūkam tieši noder fonā nofilmētais līnēns. Tā kā, nosakot ķermeņa koordinātas, katrs nākamais kadrs jāprojicē precīzi uz iepriekšējā, jāatzīmē punkti, pēc kuriem var savietot visus kadrus. Par šādiem atskaites punktiem var kalpot filmas perforācijas attēls uz ekrāna vai arī kāds nekustīgs priekšmets attēlā, piemēram, līnēns. Tālāk atliek pārvietot filmu ik pa vienam kadrām uz priekšu, savietot izvēlētos atskaites punktus un atzīmēt automodeļa stāvokli. Šādā veidā tiks iegūta punktu rinda (automodeļa koordinātas) kā stroboskopiskā fotogrāfijā. Izmērot šo punktu attālumus no starta vietas, iegūstam automodeļa pārvietoējuma atkarību no laika $x(t)$.

Pētījumiem izvēlējamies bezdzinēja modeli «Estonia» un volgas GAZ-24 modeli ar uzvelkamu atspēras dzinēju. Filmēšanai tika izmantota kinokamera «Krasnogorsk-3» un filma OCT-45. Viena metra augstumā virs «autodroma» tika novietota 1 kW fotolampa, bet 2,5 m augstumā — kinokamera. Diafragmas atvērums 1:4,5. Lai modelim «Estonia» piešķirtu sākumātrumu, tas tika izgrūsts ar atspēri. Modeļa kustība tika filmēta ar ātrumu 24 kadri sekundē.

1. attēlā parādīts filmas apstrādes rezultāts: automodeļa «Estonia» pārvietoējuma atzīmes ik pēc 1/24 sekundes. Parasti koordinātu vērtības attēlo tabulā. Taču šajā gadījumā jau divu sekunžu laikā tiek iegūti 48 kadri. Šāda apjoma informācija, ietverta tabulā, ir nepārskatāma



1. att. Automodeļa «Estonia» pārvietoējuma atzīmes, kas iegūtas no kinofilmās kadriem. Filmēšanas ātrums — 24 kadri sekundē. Sākumātruma piešķiršanai modelis tiek izgrūsts ar atsperi. Tālāk modelis kustas berzes spēka iedarbībā.

un lietošanai neērta. Mūsdienās, kad allaž ir pieejams elektroniskais kabatas skaitļotājs, eksperimentu datus ērtāk ir uzglabāt formulā, funkcionālā sakarībā, algoritmā. Apstrādājot 1. attēlā ietverto informāciju par koordinātu atkarību no laika pēc mazāko kvadrātu metodes, izrādījās, ka tā labi pakļaujas sakarībai $X=0,58t-0,08t^2$.

Salīdzinot šo sakarību ar skolēniem labi pazīstamo formulu $X=v_0t+at^2/2$, konstatējams, ka modelis «Estonia» berzes spēka ietekmē kustas vienmērīgi paātrināti. Pēc šīm formulām var noskaidrot arī sākumātruma (0,58 m/s) un paātrinājuma (0,16 m/s²) vērtības. Savukārt, pēc berzes spēka definīcijas $F_b=\mu mg$ un otrā Ņūtona likuma $ma=F_b$ var iegūt berzes koeficienta skaitlisko vērtību $\mu=0,016$. Interesanti, ka šāda rites berzes koeficienta vērtība piemīt arī vieglajiem automobiļiem.

Kamēr skolēni vēl nav pietiekami apguvuši atvasināšanu un atvasinājumu fizikālo interpretāciju, var ieteikt konstruēt pārvietoējuma, ātruma un paātrinājuma grafikus, izmantojot aprēķiniem elektronisko skaitļotāju. Pārvietoējuma grafika konstruēšana paskaidrojums neprasa. Taču, lai ērti būtu aprēķināt ātrumu un paātrinājumu, pārvietoējumu ieteicams aprēķināt trim tuvu esošiem laika momentiem, piemēram, 0,09 s, 0,1 s, 0,11 s; 0,19 s, 0,2 s, 0,21 s utt. Tad var aprēķināt vidējos ātrumus $v_1=(x_2-x_1)/0,01=100(x_2-x_1)$ un $v_2=100(x_3-x_2)$, kas maz atšķirsies no momentānās ātruma vērtības laika momentos 0,095 s un 0,105 s, un paātrinājuma vērtību $a_1=100(v_2-v_1)$ laika momentam 0,1 sekunde. Skolā aprēķinus ieteicams veikt frontāli, katram solam dodot uzdevumu aprēķināt pārvietoējumu, ātrumu un paātrinājumu tikai vienai laika momentu kopai pēc šādas shēmas:

Laiks, s	Pārvietoējums, m	Ātrums, m/s	Paātrinājums, m/s ²
0,49	0,264992		
0,50	0,27	0,5008	0,16
0,51	0,274992	0,4992	

Dažu minūšu laikā var iegūt informāciju par 15—20 grafiku punktiem. Grafikus var konstruēt sagatavē uz grafoprojektorā vai uz tāfeles. Tā kā katra skolēna vai skolēnu pāra aprēķinu rezultāti tiek izmantoti kolektīva darba rezultātam (atlikti grafikā), tad skolēni aprēķinus veiks ar lielāku atbildības sajūtu.

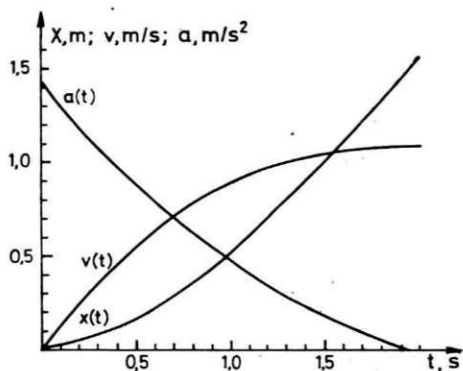
Skolā parasti aprobežojas ar vienmērīgas un vienmērīgi paātrinātas kustības aplūkošanu. Taču dzīvē ik uz soļa jāsastopas ar kustībām, kurās mainās arī paātrinājums. Pie šādām kustībām pieder automašīnas kustība, mašīnai sākot braukt. Tāpēc pievērsīsimies automodeļa volgas GAZ-24 kustībai atsperes dzinēja iedarbībā. Šā modeļa kustība tika filmēta ar ātrumu 16 kadri sekundē. Apstrādājot eksperimentālos datus par pārvietoējuma atkarību no laika, iegūstama šāda sakarība:

$$X=0,71t^2e^{-0,3t}.$$

Pēc šīs sakarības iespējams restaurēt filmas datus kustības pirmajās divās sekundēs. Aprobežojoties ar 1,5 sekundēm, var apmierināties ar vienkāršāku funkcionālu sakarību:

$$X=0,71t^2-0,17t^3-0,002t^4.$$

Rikojoties kā iepriekš, var konstruēt pārvietoējuma, ātruma un paātrinājuma grafikus. Kā redzams 2. attēlā, automodeļa paātrinājums strauji samazinās un ātrums tiecas uz vienmērīgu kustību. Līdzīgi notiek ar istajām mašīnām. Fizikā šādā gadījumā runā par pretestības (berzes) spēkiem, kas atkarīgi no ātruma.



2. att. Volgas GAZ-24 automodeļa pārvietojuma, ātruma un paātrinājuma atkarība no laika, uzsākot kustību atsperes dzinēja iedarbībā.

Lai par to pārliecinātos, ieteicams konstruēt grafiku paātrinājums un ātrums. Sajā grafikā būs labi redzams, ka, pastāvot mazām ātruma vērtībām, paātrinājums dilst tieši proporcionāli ātrumam, bet vēlāk jau proporcionāli ātruma kvadrātam. Šī parādība novērojama arī istajām automašīnām. Pretstības spēks, kas ir proporcionāls ātruma kvadrātam, jūtami sāk izpausties, ja ātrums ir ap 100 km stundā. Braucot ar ātrumu 140 km/h, vairāk nekā puse benzīna tiek patērēta tikai gaisa pretstības pārvarēšanai.

Ja skolotājam vai skolēniem izdodas uzfilmēt automodeļu kustību, tad atbilstošā filmas fragmenta demonstrēšana emocionāli bagātinās fizikas nodarbību.

T. Romanovskis, U. Millers



KOSSMOSS UN UGUNS

(PAR SENGRIEĶU FILOZOFA HERAKLĪTA UZSKATIEM)

MAIJA
KŪLE

Senajā Grieķijā filozofi daudz domāja par pasaules uzbūvi un tās pirmelementiem. Tos saskatīja gan ūdenī, gan gaisā, gan nenoteiktā pirmvielā — apeironā. Heraklīts nonāca pie domas, ka kosmos ir uguns. Vai viņš ar to gribēja apliecināt jau pastāvošos reliģiski mitoloģiskos priekšstatus vai arī izteikt ko citu — jaunu, nebijušu?

Divdesmit pieci gadsimti šķir mūs no tā laika, kad Jonijas pilsētā Efesā savas domas par pasauli, tās izcelšanos un uzbūvi izteica sengrieķu gudrais — Heraklīts (ap 544. — ap 483. g. p. m. ē.). Saglabājušies apmēram 150 fragmenti no viņa izteikumiem, kā arī dažādas liecības, atstāstījumi, kas atrodami citu tālaika autoru darbos. Heraklīta izteikumos doma ir maksimāli koncentrēta, tie skan aforistiski, poētiski, taču nav poēzija. Tajos slēpjas arhaiski dziļumi, traģika, kas rodas, saduroties mitoloģiskai pasaules izjūtai ar vēlēšanos atbrīvoties no tās. Delfu orākulu izteiksmes svinīgums, domas aplēptība te savienojas ar Eshila dzejiskumu un filozofisko nopietnību, — tas viss liek runāt par īpašu Heraklīta izteiksmes stilu. Jēdzieni, kurus min Heraklīts, vēl nav abstraktas filozofiskas idejas. Katrs viņa izmantotais jēdziens ir jāuzsver kā tāda vienība, kurā savijas abstraktas idejas iedīgļi ar mītisku tēlu un fizisku veidolu. Nekas nav atdalāms, reducējams; viss ir vienots, saplūdis. Tieši tāpēc mūsdienās Heraklītu ir grūti saprast (un viegli pārprast): divdesmitā gadsimta cilvēks pieradis skatīt atsevišķi abstraktu ideju, mītisku tēlu un fizisku parādību. Šajā sakarā iesakāms lasītājam neuzticēties savai sākotnējai Heraklīta domu un jēdzienu izpratnei, atcerēties, ka kos-

moss mūsdienā izpratnē nav kosmos Heraklītam, uguns — nav pavarda uguns, likums — nav juridiskais likums, karš — nav tautu karš, zibens — nav negaisa zibens, dvēsele nav tas pats, kas psihe, utt!

Pastāv uzskats, ka Heraklīts ir pirmais grieķu filozofs, kura tekstos parādījies jēdziens «kosmos».¹ Tulkojumā grieķu vārds *kosmos* nozīmē *sakārtojums, kārtība, greznums, arī visums, pasaule, pretstats haosam*. Šim vārdam ir gan astronomisks skanējums, gan estētisks, ētisks un sociāls saturs. Kosmos nozīmē *noslēgto, pilnīgo pasauli*, jo tikai tad ir iespējama sakārtotība, skaistums, harmonija. Sarežģīts ir antīkās domas ceļš līdz tam, lai jēdzienā «kosmos» ietvertu pasauli kopumā, visumu, bezgalību, laiku. Un šajā ceļā svarīgu vietu ieņem Heraklīta atziņas. Tādēļ pievērsīsimies tam, kādā kontekstā savos izteikumos Heraklīts lieto šo vārdu.

Tas pirmām kārtām sastopams vienā no pašiem slavenākajiem Heraklīta izteikumiem: «So kosmosu, kas ir viens un tas pats visam pastā-

¹ Рожанский И. Д. Развитие естествознания в эпоху античности. М., 1979, с. 171.

vošajam, nav radījuši ne dievi, ne cilvēki, tas arvien ir bijis, ir un būs mūžīgi dzīva uguns, kas likumsakarīgi uzliesmo un likumsakarīgi dziest.»² Kosmoss nav atsevišķu lietu kopums, tas tiek skatīts veselumā, vienībā: visam tas ir viens un tas pats. Pirms Heraklīta Milētas skolas pārstāvji meklēja dažādu lietu kopīgos elementus, to vienību, bet Heraklīts pasauli aplūko sarežģītāk un meklē, kas ir kopīgais, viens un tas pats visām lietām. Tāpēc viņa doma par kosmosu kā uguni nav analogiska Talesa (ap 624.—547. g. p. m. ē.) domai par ūdeni un Anaksimena (ap 588.—525. g. p. m. ē.) domai par gaisu kā lietu pirmamatu. Milētas skolas pārstāvji Tales un Anaksimens meklēja kopīgos elementus parādību bezgalīgajā daudzveidībā. Heraklīts paceļas domāšanā «vienu pakāpi augstāk», pāri atsevišķajām lietām, nonāk pie kosmosa aptveršanas veselumā, nediferencētā veidā, un saka: kosmoss ir uguns. Ko tas nozīmē?

Antikajā kultūrā daudzās mitoloģiskās dievības tika interpretētas kā uguns. Tā saprata Zevu, piemēram, Empedokls, Hēliju — orfīki³, mācība par uguns varenību un dievišķumu bija sastopama Hipokrata un Empedokla uzskatos. Senā Grieķijā pazina domu par dabas stihiju pārvēršanos, par četru elementu — uguns, ūdens, gaisa un zemes — mijiedarbību. Uguns kults pastāvēja zoroastrismā — seno irāņu reliģijā, kas izveidojās 7. gs. pirms mūsu ēras.⁴ Vai tas nozīmē, ka Heraklīts būtu gribējis aplicināt jau pastāvošos mitoloģiski reliģiskus priekšstatus par uguni vai arī izteikt ko citu, jaunu, nebijušu? Vai ar uguni jāsaprot vielas degšanas process, liesma, kas uzšaujas virs kvēlojošām ogleņiem, vai arī pavisam kas cits?

Izteikumi par to, ka uguns ir saprātīga, ka dvēsele ir uguns, ka pār visu valda zibens, liek aizmirst vārda «uguns» sadzīvisko izpratni un meklēt saturu, kādu tajā ieliek Heraklīts. Uguns

viņa izpratnē ir kosmiska, tā ir «tīra» uguns (kā ēteris), kas piepilda pasauli, tā visu virza un visam piešķir formu. Uguns ir galvenais pirmsākums, taču ne tādā nozīmē — «no kā radās lietas», bet gan kā «matērijas arhetips».⁵ Pēc padomju filozofa A. Loseva domām, Heraklīta mācība ir simboliska. Arī uguns ir simbols. Uguns ir saistīta ar priekšstatu par nemītīgu iekšēju kustību. Uguns kustas pati, tā ir mūžīgi dzīva, un izmaiņām pasaulē kā uguns izmaiņām nav nepieciešams nekāds ārējs spēks. Tēze «kosmoss ir uguns» nozīmē to, ka kosmoss atrodas nemītīgā paškustībā. Uguns ir jutekliski uztveramais dzīvais kosmiskais princips, kas satur sevi ne tikai formālo, materiālo aspektu, bet arī struktūras noteiksmi (tā likumsakarīgi uzliesmo un likumsakarīgi dziest). Uguns ir dinamiskais aspekts pasaules harmonijā.

Lai būtu harmonija, sakārtotība, ir jābūt arī dinamikas pretpolam — statistiskajai pusei. Sajā sakarā jāatgādina, ka bieži vien tiek pārspīlēta Heraklīta izteiciena — viss plūst, un viss mainās, nevar divreiz iekāpt vienā un tajā pašā upē — vieta viņa koncepcijā kopumā. Mēdz rakstīt, ka, saskaņā ar Heraklīta mācību, dabā notiek nemītīga kustība, kuras avots ir pretrunu vienība un cīņa, ka nemītīgi viss mainās un pārvēršas. A. Losevs atgādina, ka Heraklīta izteikumos nav ne pretrunu, ne tapšanas, ne kustības jēdzienu. Izteikumu, ka viss kustas, nekas nepaliek savā vietā, pēc viņa domām, var iztulkot precīzāk, un proti — viss atstāj savu vietu citam, un nekas negaida. Kosmoss nav jāsaprot kā haotiskas, nemītīgas izmaiņas, kā upes ūdeņu nerimtīgais tecējums, kuru nevar apstādināt un noliksēt ne uz mirkli. Drīzāk tas ir noteiktība un likumība. Heraklītam ir kāds izteikums (tam trūkst sākuma daļas), kurā viņš saka: «... , tad visskaistākais kosmoss līdzinātos nekārtīgi savīstai kaudzei» (124. §). Kosmoss nav domājams nesakārtots, nelīdzsvarots, nenostabilizēts. Kārtība un harmonija tikpat lielā mērā ir raksturīga Heraklīta pasaulei kā mūžīgā kustība. Līdzsvars kosmosā

² Материалисты древней Греции. М., 1955, с. 44 (30. §). (Turpmāk uzrādīts tikai izteikuma kārtas numurs šajā grāmatā.)

³ Orfīki — reliģiska virziena piekritēji senajā Grieķijā. Radās 8. gs. p. m. ē.

⁴ So reliģiju sakara ar Heraklīta uzskatiem min I. Rožānskis. Sk. Рожа́нский И. Д. Развитие естествознания. . . , с. 173.

⁵ Arhetips (*gr. archē* — sākums, *typos* — veids, forma) filozofijā — pirmveids, dzīlākais pirmsākums.

rodas caur uguni. Jo vairāk kosmosā uguns, jo mazāk citu pirmvielu, kurās tā pārvēršas, un, jo mazāk šo vielu (zemes, ūdens), jo vairāk kosmosā uguns.

Uguni Heraklīts raksturo ar diviem jēdzieniem: trūkums un pārpilnība. Uguns trūkums ir kosmosa veidošanās, uguns pārpilnība — pasaules ugunsgrēks (65. §). Šis izteikums allaž ir dažādi interpretēts. Kas domāts ar pasaules ugunsgrēku? F. Kesidi min skaitli, ka, pēc Heraklīta domām, ik pēc 10 800 gadiem pasaule iet bojā, lai atkal atjaunotos. Vai tas notiek periodiski? Heraklīta domu fragmentos nav atrodami tieši norādījumi par to. Daži filozofijas vēsturnieki uzskata, ka Heraklīta pasaules izpratne bija pilnībā saistīta ar antiķajai kultūrai raksturīgo ciklisko laika izpratni. Citi cenšas pamatot domu, ka Heraklīts jau pirms kristietības ir saskatījis bezgalību un laika vienvirziena tecējumu. Ja laiks neatgriežas, tad nav arī periodiskas atkārtotības. Līdz ar to atbilde uz šo jautājumu ir cieši saistīta ar interpretāciju — kā Heraklīts ir izpratis laiku. Pasaules ugunsgrēks nav jāsaprot kā vēsturisks vai sociāls notikums. Tam nav ne mazākās eshatoloģiskās⁶ pieskaņas. Pavisam nepareizi būtu iedomāties, ka Heraklīts paredzējis kodolkaru un atomieroču ražošanu, lai iznīcinātu cilvēci. Viņa domas stils ir pāri vēsturei stāvošs, viņš domā par kosmosa traģiku, par uguns kustībām un izmaiņām. Sakārtojums ir uguns trūkums, uzliesmojums — pārpilnība. Pasaule rodas tikai tad, kad pirmuguns sāk dzīst, kad tai trūkst spēka kvēlot. Pasaule, pēc Heraklīta uzskata, ir trūkuma (ne sociālā nozīmē) un mūžīgas neapmierinātības bērns. Kad pasaule iet bojā, pirmuguns bagātinās, atjaunojas, iegūst savu pilnīgo un bezgalīgo spēku. Tā ir varenības un skaistuma izpausme. Un reizē tā ir pasaules traģēdija.

Heraklīts centās saprast visu, kas izrietēja no mitoloģiskā antropomorfisma⁷ pārvarēša-

nas. Senāk mitoloģiskie dievi bija noteiktas personas ar savu vārdu, raksturu, darbības veidu. Antīkais mīts bija cieši saistīts ar dabas, fizisko pasauli. Dievi darbojās pasaulē. Mitoloģijas iekšējās attīstības procesi, kas noveda pie personifikāciju zuduma, bija saistīti ar dabas stihiju absolutizāciju. Īpašības, kas piemita mitoloģiskajiem dieviem, piemēram, dzīvīgums, saprātīgums, tika piedēvētas dabas stihijām. Uguns Heraklīta izpratnē ir gan dzīva, gan saprātīga. Taču tā vairs nav persona kā Zevs vai Afrodite. Uguns ir dabas stihija, kas valda pār pasauli.

Heraklītam ir izteikums: «Pār visu valda ... mūžīgā uguns. ... Uguns ir saprātīga un ir valdīšanas cēlonis» (64. §). Mūsdienu jēdziens «saprātīgs» attāli ir saistīts ar netulkojamo sengrieķu filozofijas terminu «logoss». Daži filozofijas vēsturnieki (piem., J. Begovičs) uzskata, ka Heraklīta mācībā uguns un logoss ir viena elementāra substance. F. Kesidi domā, ka par tiem jārunā kā par vienas esamības divām pusēm, taču nevar atdalīt vienu pusi, piemēram, uguni kā lietisko, materiālo pirmsākumu, no otras puses — logosa kā ideālas likumsakarības, saprāta, pasaules kārtības, mēra, līdzsvara un vārda (tie visi ir iespējamie logosa tulkojumi). Visi jēdzieni Heraklīta mācībā ir jāskata kopā, sintētiski, tikai tad atklājas būtība — kosmiskā ugunīgā logosa liktenis.

Tiek uzskatīts, ka logosa jēdzienu pirmoreiz kosmoloģiskā nozīmē lietojis Heraklīts. Sastopamas arī tādas Heraklīta uzskatu interpretācijas, kas par viņa domas centru uzlūko tieši logosa jēdzienu. Iespējams, ka šādās interpretācijās ir liela daļa taisnības, jo gan uguns izpratne, gan kosmos var tikt atšifrēti caur logosa jēdzienu. Logosu var saprast kā to spēku, kas liek mainīties lietām, logoss veido cīņu un harmoniju. Logoss ir nepieciešamība un liktenis (taču ne kristietiskā nozīmē). Logoss ir tas, kas kustībā ienes mērķtiecību, izmaiņas — kārtību un cilvēkā — «dziļumu». Heraklītam ir izteikums: «Lai arī pa kādu ceļu tu ietu, dvēsele robežas tu neatradīsi; tik dziļš ir tās logoss» (45. §). Vai arī: «Dvēselei piemīt pašpieaugošs logoss» (115. §). Tas nozīmē, ka cilvēka garīgās spējas mainās, padziļinās, kļūst samērojamas ar pasaules logosu. Jāņem

⁶ Eshatoloģija (*gr. eschatos* — pēdējais) — reliģiska mācība par pasaules un cilvēces galīgo likteni, par pasaules galu.

⁷ Antropomorfisms (*gr. anthrōpos* — cilvēks, *morphē* — veids, forma), cilvēka psihisko īpašību piedēvēšana nedzīvās dabas parādībām, dzīvniekiem, debesu ķermeņiem u. c.

vērā, ka Heraklīts runā par vienu logosu, pie-
minot gan cilvēku, gan kosmosu, uguni, lietas
u. c. Atdalīt subjektīvo logosu (cilvēku) no
objektīvā, ar pasauli saistītā logosa, kā to savā
interpretācijā dara F. Kesidi, nozīmē ienest
sērpretēķu pasaules ainā priekšstatus, kādi sa-
stopotami tikai sākot ar 17. un 18. gs. filozofiju.

Antīkajā kosmosa modelī cilvēka un pasaules
samērojāmība jau ir dota, iepriekšpienemta.
Subjektīvais, cilvēciskais netiek pretstatīts ob-
jektīvajam, materiālajam, lietu pasaulei. Tas
parādās visos jau aprakstītajos Heraklīta
jēdzienos: kosmosā reizē kā objektīva pasaule,
visums un cilvēku pasaule; uguns — kā pasaules
un dvēseles princips, logoss — atrodams
gan pasaulē, gan dvēselē. Dažkārt kosmosa
saistību ar cilvēku subjektīvo pasauli izsecina
no citāta: «Nomodā esošajiem ir viens, visiem
kopējs kosmos, miegā aiziet katrs savā»
(89. §). Taču vai Heraklītam šajā izteikumā
bija svarīgi akcentēt kosmosa sakaru ar cil-
vēka psihi stāvokļiem: nomodu un miegu?
Šķiet, ka semantiskais uzsvars izteikumā lie-
kams uz citiem jēdzieniem, un proti, visiem —
viens, katram — savs. Jēdziens *katrs* atdala
cilvēkus, lietas citu no citas, šo atdalījumu tek-
stā pastiprina vārds «aiziet» (novēršas). Dau-
dzas subjektīvās pasaules tiek pretstatītas *vie-
nolajam, visaptverošajam* kosmosam, kas ir
tverams nomodā. Acimredzot teksta ievirze sa-
saucas ar jau iepriekš minētā citāta (par kos-
mosu, kas ir viens un tas pats visam pastāvo-
šajam) tēmu, un nevajadzētu Heraklītu izlasīt
modernāk, mūsdienu psiholoģijas kontekstā.

Kādā veidā Heraklīta mācībā saistās dvēsele,
uguns un logoss? Heraklītam ir kāda doma,
kuru reizēm saprot ļoti vienkāršoti. Tā skan:
«Nenobriedis pusaudzis ved piedzērušos vīru,
kurš grīļojas un neievēro, kur iet, jo viņa dvē-
sele ir slapja» (117. §). Šo domu mēdz uztvert
tādējādi, ka alkohols tīri fiziski ir samērcējis
dvēseli, kura atrodas kaut kur ķermeņa iekšienē.
Taču jāatceras, ka Heraklīta mācībai ir sim-
bolistisks raksturs, ka uguns, sausums, slap-
jums utt. izsaka ne tikai fizikālas īpašības.
Filopona komentāros par Aristoteļa traktātu
«Par dvēseli», piemēram, teikts, ka ar uguni
saprot nevis liesmu, degšanu, bet gan sausus
izgarojumus, no kuriem sastāv dvēsele. Mācībā

par uguns saprātīgumu izskan doma, ka uguns
viscaur ir prāts un jēga, un prāts ir viscaur
uguns. Uguns dara sausu, prāts attiecīgi pār-
vērs visu juteklisko, miklo, nenoturīgo gaišā
saprātīgumā, tirajā domā, prāta skaistumā un
spīdumā. A. Losevs sausuma simbolu inter-
pretē kā sevi koncentrēto, sevi noteikto. Doma
par to, ka prāts vai dvēsele ir saistīta ar sau-
sumu, spīdēšanu, izstārošanu, gaismu, tiek
plaši izvēsta antīkajā filozofijā pēc Heraklīta.
Bet sausuma, izstārojuma pretstats ir slapjums,
slāpejoša tumsa. Tātad dzēraja dvēsele ir cie-
tusi ne tik daudz fiziski, kā simboliski — tā
ir nonākusi pretstata varā.

Pretstatu spēle («Mūžība ir bērns, kas spēlē-
jas» (52. §)) ir Heraklīta uzmanības centrā.
Pretstatu vienošanās ir harmonija, kuru veido
uguns un logoss. Uguns ir kosmosa logoss, un
kosmosa logoss ir harmonija, mūžīgā pretrunu
sadursme, līdzasesamība un karš. «Karš ir visa
tēvs un visa valdnieks» (53. §), saka Heraklīts.
Pēc A. Loseva domām, ir pilnīgi nepareizi in-
terpretēt kara jēdzienu sociālpolitiski un apvai-
not Heraklītu kara propagandā. Heraklīts
domā par kosmosu un pretrunu sadursmi, un
ši tēma nemitīgi izskan viņa izteikumos. Lie-
kas, neviens cits antīkajā filozofijā nav tik dziļi
izjutis uzliesmojošā un dziestošā kosmosa diže-
numu un skaistumu kā Heraklīts. Un neviens
cits nav tik dziļi apjautis šo skaistumu kā traģi-
ķu!

Uguns visu savu spēku, skaistumu un drau-
dīgumu parāda zibenī. Zibens izsaka negaidīto,
acumirkliģo, gaišo un apzīlbinošo. Šajā sim-
bolā koncentrējas divi pretstati: nejaušais, ne-
gaidītais un valda (tradicionāli tiek uzskatīts,
ka valdīšana saistās nevis ar nejaušo, bet ar
likumsakarīgo). Valda tādēļ, ka satur sevī
spēka koncentrāciju, acumirkļa gaismu, kurā
lietas un parādības aptver savu uguns būtību.
Tāpēc zibens ne tikai satricina un uzmodina,
bet arī, kā saka Heraklīts, vērtē un soda. Zi-
bens ir uguns koncentrācija un acumirkļa ap-
gaismība. Kā raksta V. Lebanidze, uz acu-
mirkli — bet tikai uz acumirkli — pasaule par-
stāj būt patiesības iemiesojums; tā pati pār-
vēršas par to.

Traģiskais pretstatu haoss neizslēdz kosmosa
gaišumu. Taču viss vēl ir skaists, cēls, skarbs

un nepieejams. Cilvēka doma saskata kosmosā filozofisku noslēpumu un cenšas to atminēt. Cilvēks zibens gaismā grib ieraudzīt mūžīgās tapšanas un ciņas saskaņu, uguns kosmisko mirdzumu un spēku, pasaules harmoniju. Taču pateikt par to viņš var tikai mītiski simbolis-

kos tēlos, kuros var saskatīt filozofiskas nostādnes veidošanos.

Heraklīta bagātība ir domu, ideju un simbolu dziļums, kurš pārsteidzis un licis apbrīnot sevi visām nākamajām domātāju paaudzēm līdz pat mūsdienām.

Literatūra par Heraklītu

1. Ļeņins V. I. Filozofijas burtnīcas, 29. sēj.
2. Karpovics E., Laizāns P. Ievads filozofijas vēsturē. R.: Zvaigzne, 1969, 21.—24. lpp.
3. Асмус В. Ф. Античная философия. М.: Высшая школа, 1976, с. 30—43.
4. История античной диалектики. М.: Мысль, 1972, с. 71—98.
5. Кессиди Ф. Х. Гераклит. М.: Мысль, 1982.
6. Кессиди Ф. Х. От мифа к логосу. М.: Мысль, 1972, с. 175—224.
7. Лосев А. Ф. Античный космос и современная наука. М., 1927.
8. Лосев А. Ф. История античной эстетики (ранняя классика). М.: Искусство, 1963.
9. Лосев А. Ф. Природа у Гераклита. — Природа, 1970, № 6, с. 44—49.
10. Материалисты древней Греции. М.: Государственное издательство политической литературы, 1955, с. 39—53.
11. Муравьев С. Н. Жизнь Гераклита Эфесского. — Вестник древней истории, 1974, № 4, с. 3—23 и 197—218; 1975, № 1, с. 27—48 и 229—244; 1976, № 2, с. 47—71.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ PSRS, ASV, Kanādas un Francijas valdības iestāžu pārstāvji 1984. gada 6. oktobrī Ļeņingradā parakstījuši vienošanos par globālas avarējušu kuģu un lidmašīnu meklēšanas sistēmas izveidošanu. Par pamatu tai kalpos eksperimentālā sistēma KOSPAS-SARSAT, kurā ietvertie pavadoni divus gadus ilgā izmēģinājumu perioda gaitā palīdzējuši izglābt gandrīz 250 cilvēku.

★★ Padomju Savienībā sērijas «Kosmos» ietvaros tiek intensīvi izmēģināti jauni instrumenti (optiski mehāniskās un elektroniskās televīzijas iekārtas, radiofizikālā aparatūra) un metodes okeāna un sauszemes izpētei PSRS tautas saimniecības un zinātnes interesēs. 1983. gada 24. jūlijā ar šādu uzdevumu tika palaists pavadoņs «Kosmos-1484», 1983. gada 28. septembrī — «Kosmos-1500», 1984. gada 28. septembrī — «Kosmos-1602». Pirmais un pēdējais bez tam bija paredzēti arī ikdienišķai operatīvas informācijas iegūšanai par Zemes dabas resursiem mūsu valsts tautas saimniecības interesēs.

★★ Sesto reisu izplatījumā (trīspadsmito lidojumu programmas «Space Shuttle» ietvaros) 1984. gada 5.—13. oktobrī veicis kosmoplāns «Challenger». Tas nogādāja orbitā NASA pavadoņi ERBS, kas domāts sistemātiskai Zemes siltuma starojuma mērīšanai, un divas no kosmoplāna neatdalāmas platformas ar aparāturu Zemes virsmas ģeoloģiskai u. c. izpētei — amerikāņu OSTA-3 un rietumvācu SPAS, kuru šoreiz komerciālas izmantošanas nolūkā bija noīrējis starptautiskais konsorcijs SPARX. Uz platformām bija novietots reljefu kartējošs apertūras sintēzes radiolokators (sakarā ar kļūmi kosmoplāna galvenajā sakaru antenā iegūti ≈30% plānoto datu), fotoaparāts ar ļoti lielu kadra formātu (23×46 cm²) un trīs daudzjoslu (spektrozonālās) televīzijas iekārtas. Ar «Challenger» izplatījumā pirmoreiz devās uzreiz septiņi cilvēki, viņu vidū divas sievietes; tie bija piloti R. Kripens (ceturtais lidojums ar kosmoplānu) un Dž. Makbraids, misijas speciālisti D. Līstma, S. Raida (otrais lidojums) un K. Salivena, derīgās kravas speciālisti P. Skalijš-Pauers un M. Garno (pirmais Kanādas kosmonauts). D. Līstma un K. Salivena trīsarpus stundas uzturējās atklātā kosmosā — uzpildīja degvielu orbitā satverta pavadoņa «Land-sat» maketam. Lidojuma noslēgumā «Challenger» atgriezās starta vietā Floridā.

★★ Otro reisu izplatījumā (četrpadsmito lidojumu programmas «Space Shuttle» ietvaros) 1984. gada 8.—16. novembrī veicis kosmoplāns «Discovery», kura apkalpē šoreiz bija piloti F. Hauks (otro reizi kosmosā) un D. Vokers un misijas speciālisti A. Fišere, Dž. Allens un D. Gārdners (abi — otro reizi kosmosā). Lidojuma sākumposmā tika palaists Kanādas sakaru pavadoņs «Anik-D2» (izmantojot papildpakāpi PAM-D) un otrais amerikāņu «Syncom-IV» jeb «Leasat» tipa sakaru pavadoņs, kuru firma «Hughes» uz pirmajiem pieciem darbības gadiem iznomājusi ASV jūras kara flotei. Vēlāk, Dž. Allenam un D. Gārdneram divas reizes strādājot atklātā kosmosā (6 un 5 stundas, daļu laika — bez saites ar savu kuģi) un A. Fišerei vadot kosmoplāna manipulatoru, tika satverti komerciālie sakaru pavadoņi «Palapa-B2» un «Westar-6», kuri kopš februāra riņķoja pa ekspluatācijai nederīgām orbitām. Lidojuma noslēgumā atgrieždamies starta vietā Floridā, «Discovery» atveda abus pavadoņus uz Zemi, kur tos paredzēts sagatavot otrreizējai sūtīšanai izplatījumā.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1985. GADA PAVASARĪ

Pavasaris sākas 20. martā 19^h14^m , Saulei ieejot pavasara punktā (pavasara ekvinokcija), un beidzas 21. jūnijā 14^h44^m , kad Saule sasniedz vislielāko deklināciju (vasaras saulgrieži). Šeit un turpmāk sākot ar pirmo aprīli momenti doti pēc vasaras laika.

Pavasara sākums ir ļoti piemērots zvaigžņotās debess iepazīšanai: satumst agri, un nav vairs ziemas bargā sala. Vakaros, kad ir vislabvēlīgākie apstākļi debess objektu novērošanai, redzami interesanti spīdekļi, ar kuriem gribam jūs iepazīstināt.

Pie debesīm saskatāms viens no viskrāšņākajiem zvaigznājiem — Orions. Tā spožāko zvaigžņu veidoto figūru var viegli pamanīt (1. att.). Pavasarim iestājoties, tas kulminē ap Saules rietu un, debesīm satumstot, redzams pavirzījies pa labi (uz rietumiem) no dienvidu—ziemeļu līnijas. Oriona α — Betelgeize — ir pusregulāra maiņzvaigzne, spektrāla dubultzvaigzne; tās zvaigžņlielums mainās no $0^m,4$ līdz $1^m,3$. Parasti zvaigznes ar grieķu alfabēta burtiem apzīmē to spožuma secībā, taču Oriona β —

Rigels — ir nedaudz spožāka par α . Rigela zvaigžņlielums ir $0^m,3$. Tā ir dubultzvaigzne, un tās spožumu nosaka galvenokārt spožākā zvaigzne ar zvaigžņlielumu $0^m,3$; otra zvaigzne ir daudz vājāka — $7^m,0$. Arī Oriona γ — Bellatriksa — ir spoža zvaigzne. Tās zvaigžņlielums ir $1^m,7$.

Oriona α , Lielā Suņa α un Mazā Suņa α veido vienādmalu trīsstūri, kas viegli ieraugāms. Lielā Suņa α — Sīriuss — ir spožākā no visām mums redzamajām zvaigznēm. Tās zvaigžņlielums ir $-1^m,4$. Pavasarim sākoties, Sīriuss kulminē (sasniedz augstāko punktu pie debesīm) stundu pēc Saules rietā. Arī tā ir dubultzvaigzne, kuras spožumu galvenokārt nosaka spožākais komponents: komponentu zvaigžņlielumi ir atbilstoši $-1,4$ un $8,7$ magnitūdas. Mazā Suņa α — Procions — arī ir dubultzvaigzne. Prociona zvaigžņlielums ir $0^m,5$, un to nosaka spožākā komponenta zvaigžņlielums, jo otrs komponents ir vājš ($9^m,5$).

Ja ļeņķi Procions—Betelgeize—Sīriuss pie tā virsofnes ar taisni daļa uz pusēm un šo taisni



1. att. Pavasara sākumā vakaros labi novērojams Oriona zvaigznājs un tam tuvākie spožie objekti.



2. att. Oriona zvaigznāja attēls Baijera Uranometrijā.

pagarina, kā parādīts 1. att., var viegli atrast Vērša zvaigznāja α — Aldebaranu. Tā summārais zvaigžņlielums ir $1^m,1$, kas ir vienāds ar spožākā komponenta zvaigžņlielumu; otrs komponents ir ļoti vājš ($11^m,0$).

Taisni, ar kuras palīdzību atradām Aldebaranu, pagarinot tālāk, nonākam pie senis pazīstama, tautasdziesmās apdziedāta debess objekta — Sietiņa. Tā ir vaļējā zvaigžņu kopa Plejādes (Pleiades). Ar neapbruņotu aci tajā saskatāmas 7 zvaigznes, taču īstenībā zvaigžņu skaits ir ap 130.

PLANĒTAS

Merkurs, pavasarim iestājoties, atrodas Zivju zvaigznājā, aprīļa vidū mazliet iekāpj Valzivs zvaigznājā un tūlīt atgriežas Zivju zvaigznājā, maija vidū ieiet Auna, bet maija beigās — jau Vērša zvaigznājā. Līdz aprīļa vidum Merkurs met cilpu atpakaļgaitā (samazinās rektascensija), pēc tam sāk virzīties uz priekšu. Tā kā Merkurs atrodas tuvu Saulei, tas Saules spožajos staros pazūd un to var mēģināt saskatīt tikai ap vislielākās elongācijas laiku, ap maija sākumu, uzlecošās Saules blāzmā.

Venēra lielākoties atrodas Zivju zvaigznājā, kur pavasara sākumā virzās atpakaļgaitā, bet

aprīļa beigās sāk virzīties uz priekšu, jūnija pirmajā pusē, skarot Valzivs zvaigznāja stūrīti, ieiet Auna zvaigznājā. Pavasara sākumā neilgu laiku redzama vakarā pēc Saules rīta (Rieteklis), bet drīz pazūd Saules staros, jo 4. aprīlī tā ir konjunkcijā ar Sauli. Pēc tam Venēra kļūst par rīta spīdekli (Auseklis), pamazām top saskatāma rīta blāzmā, lec arvien agrāk. 12. jūnijā tā atrodas vislielākajā rietumu elongācijā, tāpēc ap šo laiku tā no rītiem ir vislabāk novērojama.

Mars, pavasarim iestājoties, atrodas Auna zvaigznājā, aprīļa vidū ieiet Vērša zvaigznājā, bet jūnija pirmajā dekādē — Dvīņu zvaigznājā. Visu pavasari redzams kā vakara spīdekli debess rietumu pusē neilgu laiku pēc Saules rīta. Pamazām planētas un Saules attālums samazinās un Mars kļūst arvien grūtāk saskatāms rietošās Saules blāzmā (pavasari beidzoties, riet pusstundu pēc Saules).

Jupiters visu pavasari atrodas Mežāža zvaigznājā, virzīdamies gar ekliptiku tiešajā kustībā. Perioda sākumā lec trīs stundas pirms Saules lēkta, tad arvien agrāk naktī. Jupiters atrodas zemu, jo tā deklinācija ir no $-18^{\circ},5$ līdz $-16^{\circ},5$, tādēļ novērošanas apstākļi nelabvēlīgi.

Saturns visu pavasari atrodas Svaru zvaigznājā un virzās atpakaļgaitā. Atrodas zemu (deklinācija mainās no $-17^{\circ},5$ līdz $-16^{\circ},2$). Sakarā ar to novērošanas apstākļi nav labvēlīgi. Pava-

sara sākumā lec 4^h pēc Saules riete, pamezām arvien agrāk. Maija vidū tas ir opozīcijā. Tād redzamības noteikumi vislabvēlīgākie ir vietējā pusnaktī. Perioda beigās Saturns, Saulei rietot, ir jau uzlecis.

Merkurs Venēra Marss Jupiterš Saturns

20. marts	+0 ^m ,4	-4 ^m ,0	+1 ^m ,6	-1 ^m ,6	+0 ^m ,5
10. aprīlis	+2,3	-3,4	+1,7	-1,7	+0,4
30. aprīlis	+0,7	-4,2	+1,8	-1,8	+0,3
20. maijs	-0,3	-4,2	+1,8	-2,0	+0,3
10. jūnijs	-1,8	-4,0	+1,9	-2,1	+0,4
21. jūnijs	-0,7	-3,9	+1,9	-2,2	+0,5

Planētu konjunktijas ar Mēnesi

Planētas konjunktijas momentā ar Mēnesi abu spīdekļu rektascensijas ir vienādas. Sekojošā tabulā doti konjunktijas datumi un momenti, planētas nosaukums un norādījums, cik tālu no Mēness planēta atrodas un kur tā meklējama («N» — uz ziemeļiem un «S» — uz dienvidiem no Mēness).

Marts	22 ^d	21 ^h ,5	Merkurs	6° N
	22	21,9	Venēra	12 N
	24	14,8	Marss	1 N
Aprīlis	8	11,0	Saturns	3 N
	9	20,4	Urāns	2 N
	10	23,1	Neptūns	5 N
	13	21,0	Jupiterš	5 N
	18	7,7	Merkurs	3 N
	22	16,6	Marss	0,2 S
Maijs	5	18,9	Saturns	3 N
	7	5,2	Urāns	3 N
	8	7,7	Neptūns	5 N
	11	9,6	Jupiterš	5 N
	16	3,0	Venēra	3 N
	18	4,9	Merkurs	1 S
Jūnijs	21	14,4	Marss	2 S
	2	2,4	Saturns	3 N
	3	14,1	Urāns	2 N
	4	17,0	Neptūns	5 N
	7	20,0	Jupiterš	5 N
	14	14,7	Venēra	2 S
	19	20,1	Merkurs	2 S

APTUMSUMI

Pilns Mēness aptumsums 4./5. maijā

Aptumsuma sākums redzams Eiropas austrumu daļā, Āzijā (izņemot galējos ziemeļaustrumos), Austrālijā, Jaunzēlandē, Āfrikā (izņemot ziemeļrietumus), Antarktīdā un Indijas okeānā.

Aptumsuma beigas redzamas Eiropā, Āzijā, Āfrikā, Antarktīdā, Austrālijas rietumu daļā, Dienvidamerikas austrumos, Atlantijas un Indijas okeānā.

Aptumsums redzams arī Latvijā. Tā gaita ir šāda:

daļējā aptumsuma sākums	4. maijā	22 ^h 16 ^m ,6
pilnā aptumsuma sākums	4. maijā	23 22,1
vislielākās fāzes moments	4. maijā	23 56,4
pilnā aptumsuma beigas	5. maijā	0 30,7
daļējā aptumsuma beigas	5. maijā	1 36,2

Vislielākā fāze — 1,243 Mēness redzamā diametra vienības.

Latvijā aptumsums sākas drīz pēc Mēness lēkta un novērojams līdz beigām.

Daļējs Saules aptumsums 19. maijā

Aptumsums redzams Āzijas ziemeļaustrumos, Ziemeļamerikas ziemeļos, Eiropas galējos ziemeļos, Klusajā un Ziemeļu Ledus okeānā.

Latvijā aptumsums nav novērojams.

MĒNESS FĀZES

● (jauns Mēness)	☾ (pirmais ceturksnis)
21. marts 15 ^h 00 ^m	29. marts 19 ^h 12 ^m
20. aprīlis 9 23	28. aprīlis 8 26
20. maijs 1 42	27. maijs 16 57
18. jūnijs 15 59	

☾ (pilns Mēness)	☾ (pēdējais ceturksnis)
5. aprīlis 15 ^h 33 ^m	12. aprīlis 8 ^h 42 ^m
4. maijs 23 54	11. maijs 21 35
3. jūnijs 7 51	10. jūnijs 12 20

Spožāko planētu redzami zvaigžņlielumi

Planētas redzamais zvaigžņlielums atkarīgs no planētas attāluma un fāzes, tādēļ tas mainās. Tabulā doti spožāko planētu zvaigžņlielumi norādītajos datos.

METEORU PLŪSMAS

Tabulā sniedzam galveno pavasarī redzamo meteoru plūsmu sarakstu, kas iegūts no vizuāliem novērojumiem līdz 20. gs. vidum.

Plūsmas nosaukums	Aktivitātes epoha	Maksimuma datums	Maksimālais skaits stundā	Redzamais radiants	Piezīmes
Virginīdas-I	26 III—7 IV	11 IV	6	α β 194° -7°	Spoži lēni meteoru un bolīdi
α -Virginīdas	Aprīlis	11 IV	7	210 -10	Dzeltensārti lēni meteoru bez pēdas
Herkulīdas-I	9—23 IV	12 IV	5	273 +17	Strauji meteoru
Vulpekulīdas	14—23 IV	—	līdz 5	317 +30	Strauji meteoru
Akvilīdas	19—23 IV	—	līdz 5	285 +6	Plūsma labi saskatāma
Sagitīdas-I	19—23 IV	—	līdz 6	312 +22	
Lirīdas	18—24 IV	21 IV	<10	270 +33	Balti meteoru bez pēdas
η (v)-Akvarīdas	21 IV—12 V	4 V	12	334 -4	Ļoti strauji meteoru ar pēdu. Haleja komēta 1910 II
Koronīdas	21—31 V	—	6	232 +34	Sīki balti meteoru
v-Škorpionīdas	maijs—jūnijs	8—9VI	7	228 -28	Lēni spoži dzeltensārti meteoru

Leonora Roze

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

Maija KŪLE — filozofijas zinātņu kandidāte, Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Filozofijas un tiesību institūta zinātniskā sekretāre. Pētījusi mūsdienu filozofiskās hermeneitikas un fenomenoloģijas metodoloģiskos aspektus. Vairāk nekā desmit zinātnisku publikāciju par kultūras, filozofijas vēstures un mūsdienu buržuāziskās filozofijas kritikas jautājumiem.



СОДЕРЖАНИЕ

К ЮБИЛЕЮ К. БАРОНА. Я. Клетннекс. Астрономические наблюдения — источник народной песни. ПОСТУПЬ НАУКИ. З. Алксне, А. Алкснис. Углеродные звезды в Галактике и в других звездных системах. А. Балклавс. Что нового в исследовании квазаров? ЗЕМЛЯ И БЛИЖНИЙ КОСМОС. А. Грабинский. Искусственные спутники Земли и электросвязь. НОВОСТИ. А. Алкснис. Новая в созвездии Лисички. Н. Цимахович. 160-ти минутные пульсации солнечного рентгеновского излучения. Н. Цимахович. Отражение космических стартов в атмосферной эмиссии. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Закончена третья экспедиция на «Салюте-7». Э. Мукни. Современные космические телескопы. 2. Э. Мукни. Женщины осваивают космос. В ШКОЛЕ. Г. Свабадниекс. Очередная астрономическая олимпиада школьников. Л. Шмитс. Девятая открытая республиканская олимпиада по физике. Т. Романовский, У. Миллерс. Исследуем автомобили. ОГЛЯДЫВАЯСЬ НА ПРОШЛОЕ. М. Куле. Космос и огонь (о взглядах древнегреческого философа Гераклита). Леонора Розе. Звездное небо весной 1985 года.

CONTENTS

K. BARONS' ANNIVERSARY. J. Klētnieks. Astronomical background in the origin of Latvian folk-song. RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. Z. Alksne, A. Alksnis. Carbon stars in Galaxy and other systems of stars. A. Balklavs. Latest advances in quasar investigations. EARTH AND NEAR SPACE. A. Grabinskis. Artificial Earth satellites and communications. NEWS. A. Alksnis. Novae in Vulpeculae. N. Cimašoviča. 160 minutes pulsations of solar X-ray radiation. N. Cimašoviča. The effect of cosmic launchings on atmospheric emission. SPACE EXPLORATION. The third expedition to «Salyut-7» has been completed. E. Mūkins. Modern space telescope. 2. E. Mūkins. Women and space. AT SCHOOL. G. Svabadiņeks. Latest astronomy olympiad. L. Šmits. The ninth republican olympiad in physics. T. Romanovskis, U. Millers. Let's study car models. FLASHBACK. M. Kūle. Space and fire (opinions of ancient Greek philosopher Heraclitus). Leonora Roze. Starry sky in spring 1985.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1985 ГОДА

Составитель *Андрис Албертович Буйкис*

Издательство «Зинатне», Рига 1985

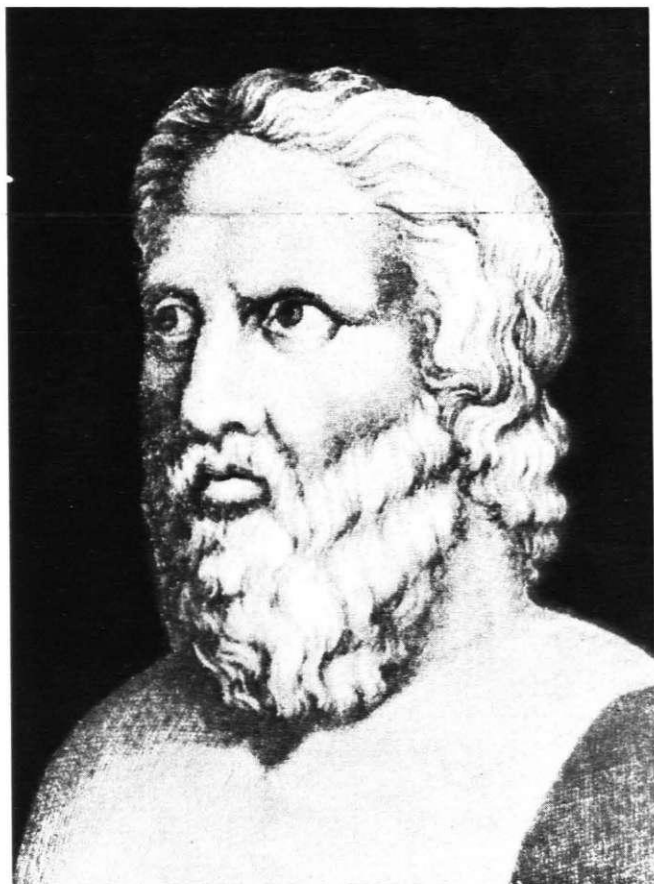
На латышском языке

ZVAIGZŅOTĀ DEBESS, 1985. GADA PAVASARIS

Sastādījis *Andris Buiķis*.

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

Nodota salikšanai 28.11.84. Parakstīta iespiešanai 08.02.85. JT 11025. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,72 uzsk. kr. nov.; 6,7 izdevn. 1. Melns 2500 eks. Pasūt. Nr. 102143. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



Sengrieķu filozofs materiālists Heraklīts (ap 544. — ap 483. g. p. m. ē.).

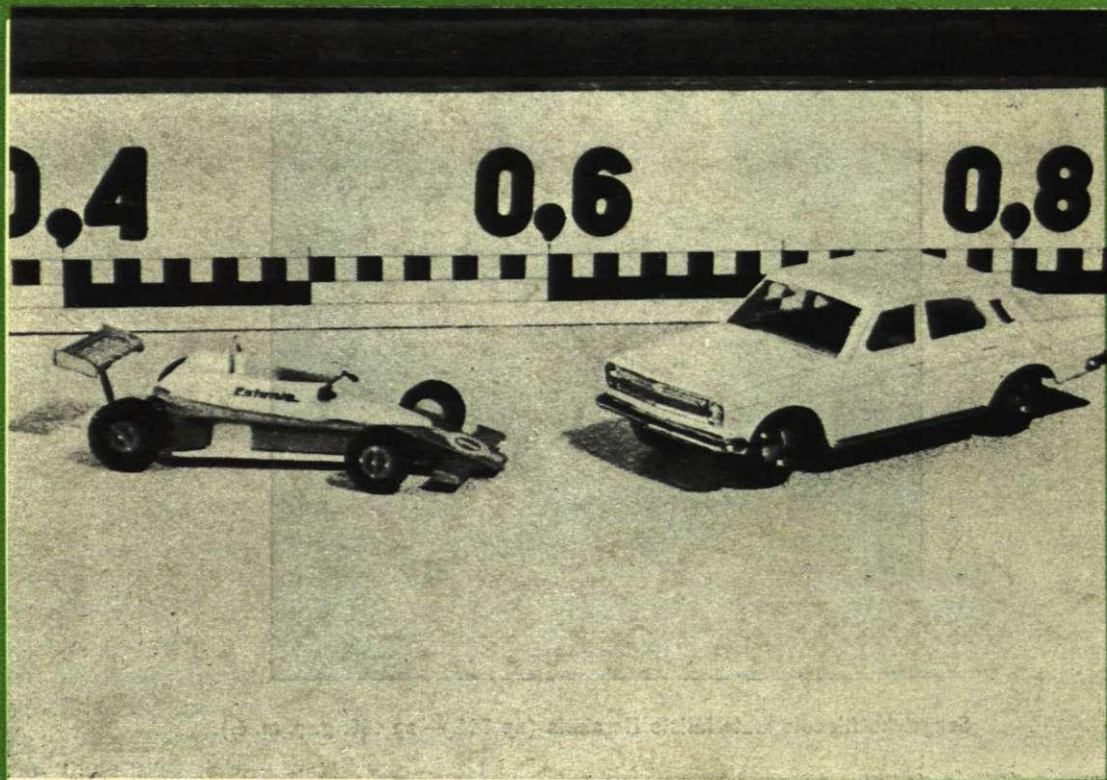
LU bibliotēka



220062583

● No 48 filmas kādriem tika iegūti automodeļu kustības likumi. Modelis «Estonia», kas tika izgrūsts ar atsperes palīdzību, turpināja kustību tikai berzes spēka ietekmē. Šā modeļa pārvietojumu pirmajās divās sekundēs var aprēķināt pēc formulas $x = 0,58 t - 0,08 t^2$. Modelis volga GAZ-24, kas kustējās atsperes dzinēja iedarbībā, pirmajās 1,5 sekundēs pārvietojās pēc likuma $x = 0,71 t^2 - 0,17 t^3 - 0,02 t^4$.

Pēc šīm formulām, izmantojot elektronisko kabatas skaitļotāju, ikviens var restaurēt filmēšanas datus un izpētīt automodeļu kustību.



● Bezdzinēja modelis «Estonia» un volgas GAZ-24 modelis ar uzvelkamu atsperes dzinēju pētniecības «autodromā». Fonā mērlīnē.