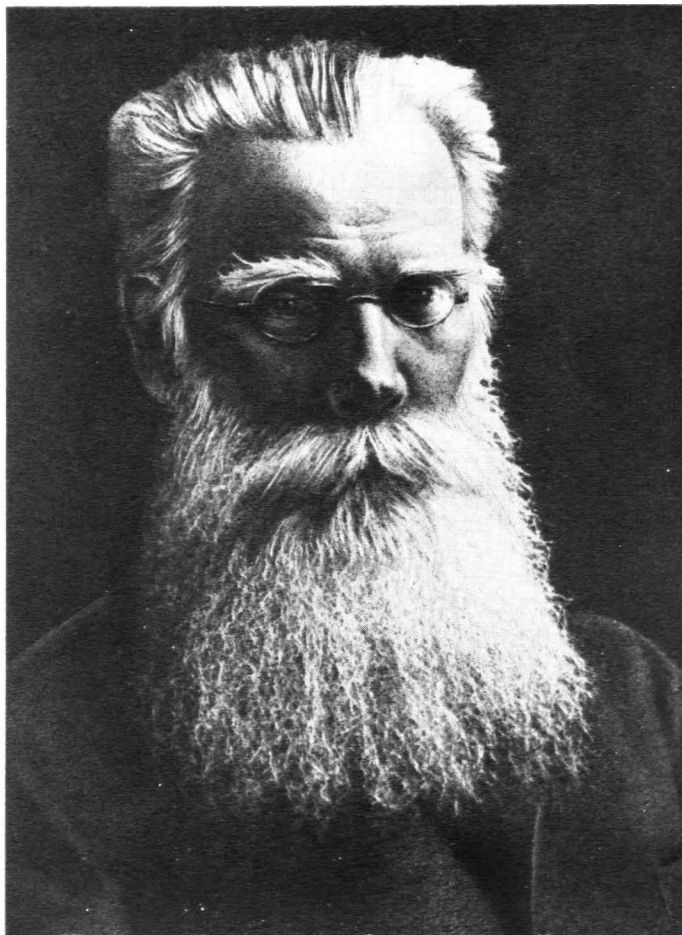


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Izrādās, ka nedaudz kļūdiņies ... pat Ņūtons ●
 «Gari» Visumā? ● Vai kaut kas jauns par seno
 Koknesi? ● Kosmoss un rentgenstarojums ● Pret
 «zvaigžņu kariem» ● Vēlreiz Tits Lukrēcijs Kārs ●
 Ampērs — elektromagnētisma Ņūtons ● Polimino ●
 Mēness, amatieri un augu dzīve ● Zvaigžņotā de-
 bess 1988. gada pavasari

1988
PAVASARIS



Mazā planēta nr. 3233 (tās iepriekšējais apzīmējums — 1977 RA6), kuru atklājis N. Cernihs 1977. gada 9. septembrī Krimas Astrofizikas observatorijā, nosaukta «Krišbarons» par godu latviešu sabiedriskajam darbiniekam, dainu krājējam Krišjanim Baronam (1835—1923). Pagājušā gadsimta piecdesmitajos un sešdesmitajos gados K. Barons ar saviem populārizātniskajiem rakstiem «Mājas Viesi» un «Pēterburgas Avīzēs» popularizējis astronomiju.

Vāku 1. lpp.: Z. Logina. Kosmiskās liesmas. 70. gadi.
Reljefs. 28×25.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

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

1988. GADA PAVASARIS (119)



REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

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

Numuru sastādījis
J. Birzvalks

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu padomes
1987. gada 15. oktobra
lēmumu



RĪGA

«ZINĀTNE»

1988

SATURS

Zinātnes ritums

- B. Rolovs.* Triumfa trīssimt gadi . . . 2
A. Gaigals. Lietuvas meteorīti . . . 8

Jaunumi

- A. Balklavs.* Pirmie «garu» meklējumi — nesekmīgi . . . 11
A. Balklavs. Mazo Saules uzliesmojumu pētījumi . . . 12
J. Urtāns. Vai jauns senās Kokesnes plāns? . . . 13

Kosmosa apgūšana

- Turpinās otrā ekspedīcija orbitālajā stacijā «Mir» (*pēc padomju preses materiāliem*) . . . 19
E. Mūkins. Jaunas orbitālās rentgen-observatorijas . . . 20
E. Mūkins. Par «Space Shuttle» likteni . . . 24

Progresā strupceļš

- N. Cimahoviča.* «Zvaigžņu karš» mūsdienās . . . 31

Atziņu ceļi

- J. Eiduss.* Vēlreiz Tits Lukrēcijs Kārs un viņa poēma «Par lietu dabu» . . . 40

Skolā

- V. Bojarevičs.* Kā elektriskā strāva mijiedarbojas pati ar sevi . . . 49
L. Fedotova. Polimino reproducēšanās . . . 53
L. Smits. Republikas divpadsmitā atklātā fizikas olimpiāde . . . 57

Amatieru lappuse

- V. Odinokijs.* Mēness — amatiera astrogrāfa fotoobjektīvā . . . 62

Tici vai netici

- B. Biedriņš.* Augu dzīve Mēness ritmā . . . 63

Jauni zinātņu kandidāti

- J. Freimanis, I. Pundure.* J. I. Straume — zinātņu kandidāts . . . 65

- I. Eglītis.* Zvaigžnotā debess 1988. gada pavasarī . . . 67



TRIUMFA TRĪSSIMT GADI

(Nobeigums)

BRUNO ROLOYS

PAR PAŠIEM «PRINCIPIEM»

Kā radies Ņūtona slavenā darba nosaukums? Tā izvēli ietekmēja ievērojamā franču filozofa, fiziķa, matemātiķa un filologa Renē Dekarta (1596—1650) darbs «Filozofijas pamati», kas publicēts 1644. gadā. Dekartam savā laikā bija daudz sekotāju, kurus sauca par kartēziešiem (Dekarta uzvārda latīniskā formā bija *Cartesius*). Dekarts vairāku citu savu neapšaubāmi vērtīgo atziņu vidū plaši popularizēja arī tā saukto ētera virpuļu teoriju. Viņš centās dot vispārīgu pasaules uzbūves ainu, kurā visas fizikālās un citas parādības fiktu izskaidrotas ar vienotas matērijas lielu un mazu daļiņu kustību. Tā kā Dekartam nebija eksperimentālas bāzes iztirzāto ideju apstiprinājumam, viņš spekulēja ar hipotētiskiem pieņēmumiem, arī ar minēto virpuļu teoriju. Kartēzismam iznīcinošu triecienu deva tieši Ņūtons. Tāpēc arī viņš sava darba nosaukumā it kā precizē Dekartu: runa būs nevis par pamatiem vispār, bet gan par matemātiskiem pamatiem, un aplūkots tiks nevis filozofija vispār, bet gan dabas filozofija. Dabas filozofijas jeb natūrfilozofijas nosaukums fizikas apzīmēšanai Ņūtona laikā Anglijā bija plaši izplatīts. Daži zinātnieki vispār uzskatīja, ka fizikai labāku nosaukumu kā «dabas filozofija» grūti izdomāt. Vārds «filozofija» šajā gadījumā norāda uz fizikas galveno ārējo pazīmi — secinājumu lielo vispārinātību, bet epitets «dabas» norobežo fizikas darbības jomu, kuru nosaka novērojumi un eksperiments.

Ņūtons vēlējās izveidot fiziku pēc ģeometri-

jas parauga un līdžības: no precīzi formulētām nepierādāmām aksiomām — principiēm — loģiski, matemātiskā veidā jāizriet teorēmām un lemmām. Principus — fizikas aksiomas var pierādīt eksperimentāli, un tie var būt loģiski nepierādāmi. Ņūtonam principi ir vispārināti eksperimentālie fakti. Tiesa, šajā vispārinājumā dažkārt var būt apslēpti arī hipotētiski elementi.

Izdaudzīnātā Bēkona indukcijas metode būtībā nav nekas cits kā faktu vispārināšana, t. i., principu iegūšana. Šī metode veido principu fizikas analītisko daļu. Galvenais principu fizikas uzdevums ir induktīvā sintētiskā veidā no principiēm iegūt loģiskus secinājumus.

Atšķirībā no Ņūtona radītās principu fizikas tolaik plaši izplatīta bija tā sauktā hipotētiskā fizika, kas izmantoja patvaļīgus, eksperimentāli nepierādītus un nepamatotus pieņēmumus. Tādi, piemēram, bija Ņūtona laikabiedru Huka un Heigensa uzskati par gaismas viļņējādo dabu. Tiešā veidā gaismas viļņus novērot nevarēja, un par to eksistenci sprieda pēc analogijas ar skaņas viļņiem vai viļņiem uz ūdens virsmas. Balstoties uz šādiem hipotētiskiem pieņēmumiem, varēja izskaidrot daudzas parādības. Hipotētiskās fizikas struktūra savā loģiskajā un matemātiskajā pamatojumā var būt tikpat nevainojama kā principu fizika. Tā, piemēram, tas bija savā laikā, kad izveidoja kinētisko gāzu teoriju. Hipotētisko fiziku vienmēr apdraud tas, ka tieši eksperimentāli pētījumi var neapstiprināt vai pat apgāzt kādu hipotēzi, un līdz ar to grūst visa uz tās balstītā teorija. Šeit atliek tikai atcerēties, cik bēdīgs liktenis piemeklēja hipotētiskos sil-

tumraža, elektriskos un magnētiskos šķidrumus. Turpretī principu fizika praktiski nav sagraujama; principus var vispārināt, precizēt un modificēt atbilstoši jauniem eksperimentāliem pētījumiem, taču teorijas vispārīgā uzbūve paliek gandrīz nemainīga.

Fizikas teorijai jābūt ne tikai pietiekami izturīgai, bet arī pietiekami auglīgai. Tāpat kā jebkuras zinātnes, arī fizikas uzdevums ir dot arvien jaunus teorētiskus un praktiskus secinājumus. To vienādi labi spēj gan hipotētiskā, gan principu fizika. Kamēr mūsu rīcībā nav visaptverošas fizikas, kura izrietētu no nedaudziem principiem vai hipotēzēm, zinātniekiem vērtīgas ir abas metodes. Kurai dot priekšroku, tas atkarīgs no mērķniecības un nereti arī no zinātnieka individuālajām nosliecēm. Ņūtonam neapšaubāmi bija nosliece uz principiem. To veicināja viņa rakstura iezīmes — ārkārtīga noslēgtība un vilcināšanās ar iegūto rezultātu publicēšanu, nepatika, gandrīz vai nicināšana pret jebkāda veida hipotēzēm. Lūk, ko Ņūtons teicis «Principu» otrajā izdevumā 1713. gadā, sasniedzis mūža astoto gadu desmitu: «Es hipotēzes neveidoju (*hypothesis non fingo*). Viss, kas neizriet no dabas parādībām, jāsauc par hipotēzi; metafiziskām, fizikalām, mehāniskām, apslēptām īpašībām nav vietas eksperimentālajā filozofijā.» Neraugoties uz to, Ņūtons tīši vairākkārt zinātnes pasaulei pierādīja, ka viņš prot izvairīties hipotēzes, taču viņš tās nekad ne-realizēja līdz kvantitatīvam rezultātam. Dažkārt viņš mēdza pat ar ironiju un humoru vienas un tās pašas parādības izskaidrojumam attīstīt pretējas, vienotru izslēdzošas hipotēzes.

Ņūtona galvenais darbs — «Principi» — ir izcils piemineklis tam, kā jāveido principu fizika. Viņš tajā pasludināja, ka zinātnes uzdevums ir, balstoties uz mehānikas pamatprincipiem, izskaidrot pasaules uzbūvi kopumā.

Lūk, fragments no autora priekšvārda «Principu» pirmajam izdevumam:

«Visas grūtības . . . kā vēlāk redzēsim, slēpjas tieši tanī apstākļī, ka pēc kustību rakstura jānosaka dabas spēki, bet tālāk pēc šiem spēkiem jānoskaidro pārējās parādības. Šim nolūkam «Principu» pirmajā un otrajā grāmatā izklāstīti vispārīgie pieņēmumi. Trešajā grāmatā mēs dodam iepriekšminēto pieņēmumu piemēru,

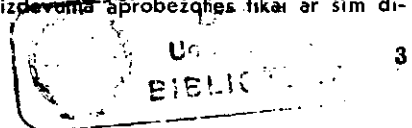
izskaidrojot pasaules uzbūvi un izmantojot debess parādības un iepriekšējās grāmatās pierādītos gravitācijas spēkus attiecībā pret Sauli un atsevišķām planētām. Tad pēc šiem spēkiem un matemātiskajiem pieņēmumiem aprēķina planētu, komētu, Mēness un jūru kustību. Būtu vēlams mehānikas pamatprincipus izmantot arī pārējo dabas parādību izskaidrošanai, spriežot līdzīgā veidā; bet, vadoties no daudzjiem apstākļiem, es pieņemu, ka visas šīs parādības nosaka spēki, kas pagaidām vēl neizpētītu iemeslu dēļ liek šīm daļiņām tiekties citai pie citas un veidot pareizas ģeometriskas formas ķermeņus vai arī liek tām atgrūsties un attālināties citai no citas.»

Kā redzams, Ņūtons galveno vērtību veltī mehānikai. Pēc viņa izteikuma, «. . . mehānika ir precīzi izskaidrota un pierādīta mācība par kustību, kuru izraisa spēki (lai arī kādi tie būtu), un par spēkiem, kādi nepieciešami, lai radītu kustību (lai arī kāda tā būtu)». Pievērsīsim uzmanību tam, ka Ņūtons priekšvārdā neatlaidīgi norādīja uz nepieciešamību visas dabas parādības pamatot ar mehānikas principiem. Tā viņš veidoja mehānisko pasaules uzskatu, kurš savā laikā tik stipri iesakņojās un no kura vēlāk tik grūti bija atbrīvoties.

«Principu» tiešais mērķis bija pierādīt vispasaules gravitācijas likumu, kurš neizbēgami izriet no debess ķermeņu kustības mehānikas principiem. Šis neizbēgamības pierādījumu Ņūtons sagatavoja ar apbrīnas cienīgu meistarību. Darba plāns īsumā bija šāds. Vispirms tiek aplūkoti galvenie fizikas jēdzieni — masa, kustības daudzums, spēks u. c. —, pēc tam seko mehānikas aksiomas un kustības likumi.

Darba pirmā grāmata (tagad mēs varbūt teiktu — daļa) veltīta dažādu materiālu punktu un cietu ķermeņu dinamikai. Tiek risināti uzdevumi par ķermeņa kustības orbītu centrālā spēka ietekmē, kā arī mēģināts risināt pretējo problēmu. Otrajā grāmatā tiek dots iznīcinošs trieciens Dekarta virpuļu teorijai. Šīs grāmatas galvenā tēma ir hidrodinamika un hidrostatika, ķermeņu kustība vidē, kura izrāda zināmu pretestību kustībai, viļņu kustība, vienkāršākās virpuļu kustības.

Sākumā Ņūtons bija nodomājis «Principu» pirmajā izdevumā aprobežoties tikai ar šīm di-



vām grāmatām, pirmkārt, lai izvairītos no gurdinošiem strīdiem un, otrkārt, vadīdamies no uzskata *sapienti sat* (gudram [ar to] pietiek). Tādā veidā Ņūtona sacerējums praktiski būtu it kā atslēga dažādu astronomisku uzdevumu risināšanai un tajā laikā valdošo Dekarta uzskatu kritikai. Beigās tomēr Ņūtons nolēma: ja viņš aprobežotos tikai ar minētajām divām grāmatām, sacerējums viņa laikabiedriem varētu būt maz izprotams, pat noslēpumains. Tādēļ viņš pievieno vēl trešo grāmatu — «Par saules sistēmu». Tomēr arī šeit Ņūtons savu izklāstu veic ļoti uzmanīgi, pirms secinājumiem sniedzot īpašas «filozofisku spriedumu regulas» (*regulae philosophandi*). «Principu» pirmajā un otrajā izdevumā minētas trīs šādas regulas, trešajā izdevumā pievienota vēl ceturrtā.

Pirmā regula. No dabas nevajag prasīt citus cēloņus ārpus tiem, kuri ir patiesi un pietiekami parādību izskaidrošanai. Šajā sakarībā filozofi apgalvo, ka daba neko nedara velti, bet būtu nevajadzīgi veikt kaut ko ar lielu piepūli, ja to var veikt ar mazāku piepūli. Daba ir vienkārša un negreznojas ar liekiem cēloņiem.

Otrā regula. Visur, cik iespējams, vieniem un tiem pašiem cēloņiem jāizraisa vienāda veida dabas izpausme.

Trešā regula. Tādas ķermeņu īpašības, ko nevar ne pastiprināt, ne pavājināt un kas piemīt visiem ķermeņiem, ar kuriem var veikt mēģinājumus (eksperimentus), jāuzskata par visu ķermeņu īpašībām vispār.

Ceturrtā regula. Eksperimentālajā filozofijā pieņēmumi, kas izsecināmi no dabas parādībām ar vispārīgās indukcijas metodi, jāuzskata par precīziem vai tuvināti pareiziem, neraugoties uz iespējamām pretējām hipotēzēm, tik ilgi, kamēr nav novērotas tādas parādības, kuras tos vēl vairāk precizē, vai kamēr tiem nerodas izņēmumi. Šis noteikums jāievēro, lai hipotēzes neiznīcinātu indukcijas secinājumus.

Ņūtona regulas jeb noteikumi būtībā vēlreiz apstiprina principu fizikas pilnīgu atteikšanos no hipotēzēm. Pirmajā regulā minētie «patiesie cēloņi» būtībā ir principi. Noteikumu mērķis ir pilnīgi skaidrs — norādīt to ceļu, pa kuru ejot neizbēgami jānonāk pie visasaules gravitācijas likuma. Patiešām, aplūkojot planētu

kustības galvenās iezīmes, kaimiņu spīdekļu perturbējošo darbību, analizējot Mēness kustību, paisuma parādības, komētu kustību, Ņūtons visur atrod gravitācijas likuma apstiprinājumu.

Nedaudz parunāsim par dažiem svarīgiem pamatjēdzieniem, kurus Ņūtons aplūko «Principos». Mūsdienās labi pazīstamie jēdzieni masa un spēks izkopti un precizēti tieši Ņūtona sacerējumā, kaut gan tie tika lietoti jau senāk. Ņūtons lika cilvēkiem gadsimtiem ilgi domāt pēc viņa ieskatiem, veidot fiziku pēc viņa iecerētā veidola, kaut gan bija iespējami arī citi ceļi.

Pirms masas, kustības daudzuma un spēka jēdzienu skaidrojuma Ņūtons vispirms aplūko tādus jēdzienus kā laiks, telpa, vieta un absolūtā un relatīvā kustība. Ņūtona absolūto laiku un absolūto telpu nekādi neietekmē ķermeņu klātbūtne. Šie Ņūtona ieviestie jēdzieni vēlāk izraisīja zināmu skepsi; kritika sasniedza visasāko punktu pēc tam, kad Alberts Einšteins (1879—1955) radīja savu speciālo (1905. g.) un vispārīgo (1916. g.) relativitātes teoriju. Tomēr Ņūtonam absolūtais laiks un absolūtā telpa bija nepieciešami mehānikas izveidošanai, tās pamatlikumu formulēšanai. Šie jēdzieni atspoguļo zināšanu un izpratnes līmeni Ņūtona laikā, kad par to pareizību liecināja klasiskās mehānikas principi, tās daudzo secinājumu apstiprinājumi dabā.

Pats Ņūtons pret absolūto telpu un absolūto laiku izturējās ļoti uzmanīgi. No Ņūtona darbiem izriet, ka viņam bez matemātiskās telpas un laika eksistēja vēl arī fizikālā telpa un laiks, kuram viņš dažkārt piedēvēja pat visai divainas īpašības. Kā fiziķis Ņūtons neapšaubāmi bija relativists, bet kā filozofs viņš atzina absolūto telpu un laiku.

Izmantojot minēto jēdzienu skaidrojumus un principu fizikas idejas, Ņūtons sacerējumā «Principi» formulē savus slavenos trīs klasiskās mehānikas pamatlikumus:

1. Ikviens ķermenis saglabā miera stāvokli vai vienmērīgu taisnvirziena kustību tik ilgi, kamēr citu ķermeņu ietekme neliek to mainīt.

2. Kustības maiņa ir proporcionāla pieliktajam spēkam un norisinās tās taisnes virzienā, pa kuru šis spēks darbojas.

3. Darbībai vienmēr ir vienāda un pretēji vērsta pretdarbība.

Pirmais mehānikas likums izteikts spilgti relatīvā formā. Miera stāvoklis un vienmērīga kustība šajā likumā ir it kā līdzvērtīgi jēdzieni. Interesanti atzīmēt, ka masas jēdziens tiešā veidā neietilpst nevienā no trim mehānikas likumiem.

Jāatzīst, ka pirmo un otro likumu dažādos konkrētos piemēros saskatījuši jau Galilejs un Dekarts. Ņūtonam pieder šo likumu vispārīgais, neparasti uzmanīgais formulējums, kuru pilnīgi var novērtēt tikai tagad, pēc relativitātes teorijas izveidošanas. Trešo likumu pats Ņūtons saista ar Heigensa vārdu, taču atkal — tikai «Principos» pirmo reizi sastopamies ar skaidru un vispārīgu darbības un pretdarbības kopsakarību.

Par Ņūtona ģenialitāti, tālredzību un piesardzību mehānikas likumu formulējumos liecina kaut vai tas, ka viņa laikabiedriem dažkārt bija grūti šos likumus izprast. Atcerēsimies kaut vai jau minētā «Principu» otrā izdevuma redaktora Kotsa šaubas par trešā likuma pareizību. Darbības un pretdarbības vienādību pat mūsdienās reizēm uztver ar grūtībām, vairāk to formāli iegaumējot, nekā loģiski izprotot.

Ņūtons vairākkārt uzsvēris darba «Principi» matemātisko un fizikālo raksturu. Attiecinot savus principus un likumus uz planētu un komētu kustībām, īpatnējo Mēness kustību, ķermeņu krišanu uz Zemi, paisumiem u. c. interesantām parādībām, Ņūtons viennozīmīgi nonāk pie vispasaules gravitācijas likuma, tajā pašā laikā izvairoties no jautājuma par gravitācijas cēloņiem. Kā jau minēts, Ņūtonam priekšstats par vispasaules gravitāciju bija izveidojies jau 17. gadsimta sešdesmitajos gados, t. i., divdesmit gadu pirms «Principu» nākšanas klajā. Zinātnieki mēģinājuši noskaidrot, kāpēc Ņūtons kavējies ar gravitācijas likuma publicēšanu atklātībai. Kāds itāliešis, vārdā Redžori, 1927. gadā nonācis pie secinājuma, ka Ņūtons ilgu laiku nav varējis atrisināt uzdevumu par sfēras un ārpus tās esoša materiāla punkta savstarpējo pievilkšanos. Vienkāršu atrisinājumu šim uzdevumam, sfēru aizstājot ar punktu tās centrā, kurā koncentrēta visa sfēras masa, Ņūtons atklāja daudz vēlāk. Izmantojot plašu tajā laikā

[13]

A X I O M A T A S I V E L E G E S M O T U S

Lex. I.

*Corpi in omne perfecti ut in flammis quiescenti vel movendi visio-
niter in directum, nisi quatenus a visibus impressis cogitur flamm
in ignem.*

Probetūta perfectarum in motibus suis nisi quatenus a resisten-
tia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorlum.
Trochus, cuius partes roborendo perpetuo retrahunt se
a motibus rectilinis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere re-
tardentur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora mo-
tus suos & progressivos & circulares in spatio minus resistentibus
facile conservant deorsum.

Lex. II.

*Si vis motus proportionalis esse vi motrici impressae, & fieri se-
cundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.*

Si vis aliqua motum quorūvis generet, dupla duplum, tripla tri-
plum generabit, five lineā & tenel, five gradatim & successive im-
pressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem lemper plagam
cum vi generatrice determinatur, si corpus antea movebatur, mo-
tus eius vel conspurcatur additur, vel contrario subducitur, vel obli-
quo oblique adhibetur, & cum eo secundum utriusque Determinatio-
nem componitur. Lex. III.

Ņūtona «Principu» pirmā izdevuma lappuse, kurā doti mehānikas pamatlukumi.

pieejamo eksperimentālo informāciju astronomijā un vispusīgi analizējot gravitācijas spēka īpašības, Ņūtons dod pazīstamo izteiksmi divu ķermeņu savstarpējās pievilkšanās spēkam

$$F = Gm_1m_2/R^2,$$

kur m_1 un m_2 — masas, R — attālumš starp tām un G — universāla konstante (gravitācijas konstante; SI sistēmā $G = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$).

18. un 19. gadsimta astronomijas vēsture bija nepārtraukts Ņūtona gravitācijas teorijas triumfs. Ņemot vērā arī mūsdienu astronomijas sasniegumus, var apgalvot, ka Ņūtona gravitācijas likums izpildās visā Visumā, vismaz vairāku desmitu miljonu gaismas gadu attālumā.

Gravitācijas jautājumi Ņūtona «Principos» saistīti vēl ar ētera problēmu. Ņūtona darbos atrodamas pretrunīgas domas par ētera nozīmi fizikā vispār un mehānikā, gravitācijā it sevišķi. Dažviet viņš it kā aizstāv, citur atkal noliedz

ētera nepieciešamību. Tātad jāsecina, ka Ņūtons ēteri tomēr uzskatīja par hipotētisku substanci. Ņūtona skolnieki un sekotāji bieži vien neizprata viņa piesardzību formulējumos un izteikumos un rezultātā pārvērtā hipotēzes par principiem, un otrādi. Tas izraisīja strīdus un diskusijas — bieži vien izteikti diletantiskus — ap «Principos» paustajām idejām. Ņūtons pref to izturējās visai vienaldzīgi. Lieta aizgāja pat tik tāl, ka, Kotsam sagatavojot «Principu» otrā izdevuma priekšvārdu, Ņūtons pielāva domas, kuras nesakrīta ar viņa paša uzskatiem. Šajā sakarībā viņš kādā vēstulē rakstīja Kotsam: «Ja Jūs uzrakstīsiet jaunu priekšvārdu, tad man tas nav jāredz, lai es nebūtu par to atbildīgs.»

Lai Ņūtons varētu realizēt savu grandiozo ieceri par mehānikas likumu izmantošanu dažādu, galvenokārt astronomisku, problēmu risināšanā, vajadzēja radīt jaunas matemātiskas metodes, varbūt pat jaunu matemātiku; ar klasisko Eiklīda ģeometriju vien nevarēja iztikt. Šīs jaunās metodes Ņūtons patiešām arī radīja. Nav šaubu, ka «Principu» rakstīšanas laikā viņš jau zināja fluksiju rēķinus un kvadrātūras metodes (mūsdienās, saskaņā ar Leibnīcu un Bernulli ieteikto terminoloģiju — diferenciālrēķini un integrālrēķini). «Principu» otrās grāmatas otrajā iedaļā Ņūtons veiksmīgi izmanto šīs metodes svarīgu teorēmu formulējumos. Turpat atrodama arī slavenā sholiņa, kurā izvirzīta Ņūtona prioritāte fluksiju rēķinu atklāšanā, kas vēlāk kļuva par galveno atbalsta punktu cīņā ar Leibnīcu. Neraugoties uz to, fluksiju metode «Principos» izmantota ļoti maz. Tās vietā Ņūtons plaši un sistemātiski lieto fluksiju rēķinu ģeometrisku surrogātu. Tā būtībā ir matemātisko robežpāreju ģeometriskā metode. Visa tā rezultātā pierādījumi «Principos» dažkārt ir ārkārtīgi sarežģīti un tos grūti izprot un apgūst mūsdienu lasītājs, kurš jau stipri atradinājies no ģeometrijas. Kā izteicies viens no Ņūtona biogrāfiem, franču matemātiķis de Morgans, «Principi» dod daudzus piemērus un liecības tam, cik ļoti Ņūtons bija iemīļojis senās ģeometrijas metodes un spriešanas veidu. Ja Ņūtons savā darbā būtu lietojis paša atklātos rēķinus, tad pat studenti, kuri audzināti mūsdienu matemātiskās analīzes garā, varētu lasīt «Principus» bez jūtām grūtībām, ar interesi. Tagad labā-

kajā gadījumā izlasa vienu divas «Principu» nodaļas un to pašu dara galvenokārt tikai Anglijā.

Nav iespējams nešaubīgi pateikt, kāpēc Ņūtons «Principos» konsekventi nelietoja savus fluksiju rēķinus un kvadrātūru metodi. Jādomā, cēlonis ir tas, ka autors centās panākt, lai viņa sacerējumu lasītu un saprastu. Darbs bija jāraksta tā, lai to varētu saprast zinātnieka laikabiedri, kuru apziņā bija iesakņojusies tradicionālā ģeometriskā metode.

Ka Ņūtons daudz domājis par to, kā lietderīgāk izklāstīt «Principus», var spriest pēc šā darba pirmās grāmatas, kur viņš atzīst, ka bezgalīgi mazo lielumu metode ir grūti saprotama. Šķiet, tieši tāpēc Ņūtons galvenokārt izmantoja ģeometriskās metodes, cenšoties tikai daļēji tās aizstāt vai papildināt ar fluksiju rēķinu un kvadrātūru metodi. Nav šaubu, ka Ņūtons būtu varējis uzrakstīt savu sacerējumu analītiski mūsdienu garam tuvākā veidā.

Tā vai citādi — Ņūtona lietotajiem matemātiskajiem paņēmieniem tagad ir galvenokārt vēsturiska nozīme. «Principi» vienmēr paliks paraugs tam, kā sarežģītu mehānikas uzdevumu risināšanā izmantojamas ģeometriskās metodes. Diemžēl bieži vien tieši šo metožu dēļ kādu uzdevumu nevarēja atrisināt līdz galam vai arī atrisinājums nebija pietiekami vispārīgs. Tomēr pati ģeometrisko metožu izmantošanas būtība mehānikas princīpos, kā arī no astronomisko parādību analīzes izrietošais vispasaules gravitācijas likums izraisa dzīvu interesi vēl mūsdienās.

PĒC PRINCIPIEM

Tagad varam sacīt, ka Ņūtona radītās fizikas «mūžīgums» slēpjas pirmām kārtām viņa nevainojamajā pieeļā pētījumiem. Izmantojot Bēkona elementāro indukcijas metodi, zinātnieks radīja savu ģeniālo koncepciju, kuru varētu nosaukt par «principu metodi». Tā sakausējusi sevī kvantitatīvo eksperimentu racionālu vispārinājumu un kvantitatīvo loģiku, t. i., matemātiku. Principus atrast ir ārkārtīgi grūti, un pats Ņūtons to uzskatīja par vissvarīgāko uzdevumu. Lūk, ko viņš teicis: «Izsecināt divus vai trīs vispārīgus kustības principus no parādībām un pēc tam iztirzāt, kādā veidā visu ķermeņu īpa-

šības un darbība izriet no šiem principiem, būtu ļoti svarīgs solis filozofijā, kaut arī šo principu cēloņi vēl nebūtu atklāti.»

Šo svarīgo soli skaidrā un pārliecinošā veidā spēra pats Ņūtons savos «Principos» attiecībā uz mehāniku. Sagatavošanas stadijā, nepabeigtā veidā tas tika realizēts arī attiecībā pret optiku. Balstoties uz šo metodi, nākamās zinātnieku paaudzes veidoja termodinamiku, elektrodinamiku, relativitātes teoriju un kvantu mehāniku. Ņūtona pieejas veidu principu iegūšanai un formulēšanai jaunākajos laikos vēl papildināja spēcīgā un varenā matemātiskā vispārināšana, kuras piemēri uzskatāmi redzami Maksvela, Šrēdingera, Diraka u. c. vienādojumos. Ģeniāla intuīcija, mērķtiecīga kvantitatīvā eksperimenta realizācija un matemātiskā meistarība — tas kopumā arī noteica Ņūtona svarīgo un paliekošo nozīmi zinātnē.

Zinātniskajā literatūrā par Ņūtona «Principiem» dažādos laikposmos atrodami dažādi spriedumi. Pa lielākai daļai tie ir cildinoši. Tā, piemēram, 1954. gadā Ņujorkā izdotajā E. N. Endreida grāmatā «Sers Izaks Ņūtons» minēti šādi slavenā franču zinātnieka Pjēra Simona Laplasa (1749—1827) vārdi: «Ņūtona «Principi» stāv neizmērojami augstāk par jebkuru citu cilvēciskā ģēnija sacerējumu.» Līdzīgi izteikumi atrodami vēl mūsdienās. Sastopami arī citādi — kritiski spriedumi. Amerikāņu zinātnieks K. Trūsdels grāmatā «Mehānikas vēstures esejas», kas izdota 1968. gadā Ņujorkā, atsaucas uz «Principiem» kā uz sacerējumu, kurā mierīgi sadzīvo līdzās atklājumi un atkārtojumi, nenasniedzama pilnība un kļūdas, īsākais ceļš uz patiesību un bezgalīgas maldīšanās, augstākais pierādījumu stingrības līmenis un loģiski kritumi, redzamu un atzīstamu hipotēžu formulējumu ignorēšana un skaidri nenoformulētu pieņēmumu izmantošana.

Zinātnes pasaulē sensāciju izraisīja amerikāņu R. Veinstoka rūpīgie, uz loģiku balstītie «Principu» pētījumi, kuri publicēti 1982. gadā žurnālā «American Journal of Physics». (Ar šā raksta tulkojumu krievu valodā lasītājs var iepazīties grāmatā «Физика за рубежом '84. Серия Б, преподавание». М.: Мир, 1984, с. 178—207.) Izrādās, ka Ņūtons pieļāvis loģisku kļūdu kādā savā secinājumā.

Kāda tad īstenībā ir šeit izveidojusies situācija? «Principu» pirmajā grāmatā (daļā) Ņūtons pierāda, ka gadījumā, ja ķermenis centrālā spēka ietekmē kustas pa vienu no koniskajiem šķēlumiem (aploce, elipse, parabola, hiperbola), tad šim spēkam jābūt apgriezti proporcionālam attāluma kvadrātam. Citiem vārdiem sakot, ja minēto trajektoriju kopu nosacīti apzīmē ar A, bet spēka analītisko raksturu ar B, tad Ņūtons pierāda, ka no A izriet B ($A \rightarrow B$). Tālāk šajā pašā nodaļā Ņūtons secina, ka ir spēkā arī pretējais apgalvojums ($B \rightarrow A$): ja centrālais spēks ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam, ķermenis kustas pa kādu no koniskajiem šķēlumiem. Šo secinājumu tad arī apšauba R. Veinstoks. Patiešām, no loģikas neizriet, ka, pastāvot $A \rightarrow B$, automātiski izpildās arī pretējais — $B \rightarrow A$. Tajā pašā laikā jāatzīst: ir pārliecinoši noskaidrots, ka ķermenis, kurš pakļauts centrālajam spēkam, kas ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam, patiešām kustas pa kādu no koniskajiem šķēlumiem. Tagad ir zināms ne viens vien matemātiski pamatots, korekts pierādījums šim faktam (tie visi savākti vienkopus Dž. Reinvotera un R. Veinstoka darbā, kas publicēts «American Journal of Physics» 1979. g.). Rodas dīvaina situācija: Ņūtona secinājuma $B \rightarrow A$ saturs fizikāli ir pareizs, taču nav korekts un būtībā ir kļūdainis no loģikas viedokļa.

Uz šo acīm redzamo kļūdu jau 1710. gadā norādīja pazīstamais šveiciešu matemātiķis Johans Bernulli. Šķiet, ap to pašu laiku kaut ko bija pamanījis arī pats Ņūtons. Tāpēc, gatavojot «Principu» otro izdevumu (1713. g.), viņš centās ieviest attiecīgus papildinājumus un precizējumus, kuri, pēc Veinstoka domām, šo kļūdu tomēr neizlaboja, un tā saglabājusies līdz pat mūsdienām.

Kā šo kļūdu neviens cits nebija pamanījis? Veinstoks to izskaidro gan ar «Principu» ļoti sarežģīto izklāstu un stilu, gan daļēji arī ar izveidojušos pietāti pret visu, ko veicis Ņūtons. Varbūt pats dīvainākais ir tas, atzīst Veinstoks, ka daži zinātnieki, kuru dzimtā valoda turklāt ir angļu valoda, nespēj saskatīt kļūdu Ņūtona dotajā pierādījumā pat tad, kad tiek parādīts, kur tā ir. Gandrīz visi, kurus Veinstoks iepazīstināja ar kļūdu, izturējās noraidoši. Tā sauktie

ņūtonieši — fanātiski Ņūtona mācības piekritēji — kategoriski noliedza kļūdas iespējamību!

Pēc Veinstoka domām, vispār «Principi» nebūt neesot jāuzskata par tik ģeniālu darbu. Tas ne tuvu neatbilstot augstajai zinātniskajai reputācijai, kādu Ņūtona idejas baudījušas turpat trīs gadsimtus. Veinstoks uzskata, ka «Principus» Ņūtons rakstījis steigā (1684—1686), kad viņš, pēc arhīva dokumentiem spriežot, bijis aizņemts ar daudzām citām lietām un pienākumiem, piemēram, alkīmiju.

Var jau būt, ka Veinstoka uzskati ir pārāk kritiski un nežēlīgi, taču daļa taisnības viņam neapšaubāmi ir. Tomēr, no otras puses, jāņem vērā, ka Ņūtona sacerējums tapis pirms trim gadsimtiem un šodien retrospektīvi tas mums, protams, liekas citāds.

Jaunie laiki, jau 20. gadsimta sākums, sagrāva fik ilgi pastāvējušo uzskatu par «Principu» nevainojamo pareizību. Parādības, kuras bija saistītas ar gaismas izplatīšanos un tās mijiedarbību ar vielu, ar ļoti ātri kustēšos mikrodaļiņu fiziku un, visbeidzot, ar atomos notiekošajiem procesiem, uzskatāmi liecināja, ka šā darba pamatā liktie principi ir ierobežoti. Izmaiņas bija nepieciešamas senāk šķietami fik nesatricināmos ņūtonisma pamatos kā mācībā par telpu, laiku un masu. Jāmaina bija arī priekšstati par masu

mijiedarbību. Radās relativitātes teorija un kvantu mehānika, kuras tomēr pēc savas metodes un struktūras uzskatāmas par «Principu» pēctecēm.

Protams, Ņūtona «Principi» pilnīgi savu nozīmi nav zaudējuši. Ļoti plašam parādību lokam, it sevišķi tehniskajos uzdevumos, Ņūtona klasiskie principi joprojām ir spēkā un acīmredzot būs spēkā arī nākotnē. Kā jau teikts, Ņūtona mehānika nav pretrunā nedz ar relativitātes teoriju, nedz ar kvantu mehāniku. Zināmos nosacījumos tā ir relativitātes teorijas un kvantu mehānikas robežgadījums. Šajā nozīmē Ņūtona radītā fizika ir mūžīga un nekad nezaudēs savu vērtību.

Ņūtons pēc nāves (1727. g.) apglabāts Vestminsteras katedrālē Londonā. Kapa pieminekļi iegravētājā epitāfijā teikts: «Šeit atdusas sers Izaks Ņūtons, muižnieks, kas ar gandrīz dievišķu prātu ar matemātikas lāpu pirmais pierādīja planētu kustību, komētu ceļus un okeānu paisyumus. . . Lai mirstīgie priecājas, ka bijusi tāda cilvēku dzimtas rota. . .» 1755. gadā arī Trīsvienības koledžā Kembridžā atklāja Ņūtonam veltītu statuju, uz kuras iekalts lakonisks Lukrēcija teiciens: «*Oui genus humanum ingenio superavit*» (prātā viņš pārsniedza cilvēka dzimumu).

LIETUVAS METEORĪTI

ALĢIRDIS
GAIGALS

Mūsu kaimiņrepublikā Lietuvā ir zināmi četri meteorītu nokrišanas gadījumi — tikpat, cik Latvijā. Par Lietuvā nokritušajiem meteorītiem to izpēti stāsta Viļņas Valsts universitātes Ģeoloģijas un ģeomorfoloģijas katedras profesors, ģeoloģijas un mineraloģijas zinātņu doktors A. Gaigals, kurš mūsu žurnālā jau publicējis rakstu par meteorītu krāterem Lietuvā.*

Ik dienas Zemes atmosfērā iekļūst ap astoņi miljardi sīkāku un lielāku meteoru, kas kopumā satur simtiem tonnu kosmiskās vielas. Ar kosmisko ātrumu ielidojot atmosfērā, sīkākie meteorīti berzes dēļ aizdegas un iztvaiko, izpla-

tīdami spožu gaismu. Tautā šādu parādību sauc par krītošām zvaigznēm. Tās bieži vērojamas skaidrās nakts debesīs. Lielākie meteorīti nepaspēj Zemes atmosfērā sadegt un nokrīt uz Zemes. Nokritušās meteoru daļas tiek sauktas par meteorītiem. Meteorīti var nokrist jebkurā zemeslodes vietā, bet visbiežāk tos atrod apdzīvotu vietu tuvumā.

* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1984. gada rudens, 15.—18. lpp.

Lietuvas PSR teritorijā līdz šim zināmi četri meteorīti — Jodžu, Akmenes, Andronišķu (Padvarininku) un Zemaitķiemes meteorīti.

Pirmais, visnenāk atrastais ir Jodžu meteorīts. Tas nokrita 1877. gada 17. jūnijā Jodžu ciemā netālu no Panevėžas. Meteorīta sākotnējais svars nav zināms. Meteorīts nokļuva pie tolaik pazīstama meteorītu kolekcionāra — Pēterburgas zinātnieka I. Simaška. Pēc Simaška nāves mantinieki viņa savāktu meteorītu kolekciju izpārdeva ārzemēs. Tagad no Jodžu meteorīta saglabājušās četras nelielas šķembas, kuras atrodas dažādos ārvalstu muzejos: Čikāgas dabas muzejā (48 g), Britu dabas muzeja mineraloģijas nodaļā Londonā (1,5 g), Parīzes nacionālajā dabaszinātņu muzejā (1 g) un Vīnes dabas muzejā (1 g). Čehu zinātnieks A. Bžežins 1893. gadā publicēja aprakstu par Jodžu meteorītu. Tas ir akmens ahondrīts ar nepastāvīgu ķīmisko sastāvu. Čikāgas universitātes zinātnieki E. Anderss un E. Mazors izpētījuši šā meteorīta spēju pārvērsties gāzēs.

Otrs — Akmenes meteorīts — nokrita 1908. gada 25. maijā Akmenes apkārtnē. Tā svars bija 1001 grams. Šā meteorīta liktenis nav zināms. Dažas šķembas no tā šķiet nokļuvušas arī Latvijā — Rīgā un Jelgavā. Ja par Akmenes meteorītu mūsu lasītāji varētu sniegt kādas ziņas, tas būtu ļoti vērtīgs papildinājums meteorītu zinātnei.

Pārējo divu — Andronišķu un Zemaitķiemes — meteorītu nokrišanu vērojuši aculiecinieki no vairākām vietām. Aprakstus par to savā laikā publicējuši Kauņas universitātes zinātnieki. Raksturīgi, ka abi šie meteorīti krītot sasprāga un nosēja apkārtni ar atsevišķiem lielākiem gabaliem un šķembām, t. i., izraisīja tā saukto meteorītu lietu. Zemaitķiemes meteorīts turklāt ir lielākais šobrīd zināmais meteorīts Lietuvā. Tā atsevišķo gabalu kopējā masa ir 44 kilogrami. Abus šos meteorītus pētījuši gan Lietuvas zinātnieki (M. Kaveckis, K. Sleževičs, B. Kodačs, V. Vasiljevs), gan arī ārvalstu speciālisti (K. Bušs, A. Lakruā u. c.).

Andronišķu meteorīts nokrita 1929. gada 9. februārī Anikšču rajonā, Andronišķu un Padvarininku ciemu apkaimē. Naktī, bolīdam sasprāgstot, tur nolija meteorītu lietus. Meteorīta krišanu pavadīja spilgta gaisma un dobja skaņa.

Kā stāstīja aculiecinieki, bolīds bijis tik spožs kā pilns Mēness. Aiz bolīda bijusi redzama arī šaura aste. Tuvojoties zemes virsmai, ugunīgā ripa kļuvis mazāka un, nesaskārusies ar to, sabīrzsusi dzirkstīs. Spožais bolīds pamanīts daudzās Lietuvas vietās, un jādomā, ka tas bijis redzams arī Latvijā. Labi būtu saņemt ziņas par to no aculieciniekiem.

Uzzinājis par bolīda nokrišanu, Kauņas universitātes Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes ģeofizikas profesors K. Sleževičs tūdaļ publicēja avīzē uzaicinājumu, lai aculiecinieki sūta viņam ziņas par šo reto dabas parādību. Viņš saņēma vairāk nekā 110 vēstulju, kurās bija stāstīts par novēroto, saņēma arī desmit pasta sūtījumu ar akmeņiem, taču to vidū nebija neviena meteorīta gabala.

Nokritušā meteorīta meklēšanai izveidoja komisiju, kurā ietilpa profesori M. Kaveckis un K. Sleževičs, vecākais asistents G. Brazdžūns (vēlākais akadēmīķis) un docents B. Kodačs. Komisija nekavējoties izbrauca uz Andronišķiem, lai precizētu meteorīta nokrišanas vietu un savāktu meteorīta gabalus. Vietējiem iedzīvotājiem palīdzot, izdevās atrast 11 meteorīta šķembas, kuru kopējais svars sasniedza 3858 gramus. Meteorīta kompleksa izpēte turpinājās visu gadu. Galīgie rezultāti tika publicēti 1930. gadā Kauņas universitātes rakstos. Tur bija sniegta visu 11 meteorītu atsevišķo gabalu morfoloģija (forma un lielums) un fizikālās īpašības (īpatnējā masa, krāsa, cietība, mineraloģiskais un ķīmiskais sastāvs). Šķembru ķīmiskajā analizē konstatēja šādus ķīmiskos elementus un to savienojumus: SiO₂ (47,21%), Fe (1,56%), FeO (13,74%), Fe₂O₃ (2,70%), Al₂O₃ (10,49%), CaO (12,18%), MgO (9,00%), Na₂O (1,20%), K₂O (0,86%), S (0,51%), C (0,43%), Mn (iespējams), kopsummā 99,88 procenti. Jāteic, ka atsevišķo meteorīta gabalu ķīmiskais sastāvs bija nedaudz atšķirīgs. Andronišķu meteorīts sastāv no dažādas nokrāsas — pārsvarā baltām, pelēkām vai raibām minerālvielām, kuru īpatnējā masa ir atbilstoši 2,88, 2,95 un 3,18. No minerāliem dominē piroksēns, plagioklazi, triliti u. c. Vardoties no šā minerāla sastāva, Andronišķu meteorītu ieskaitīja akmens ahondrīta meteorītu klasē un ierindoja samērā reti sastopamā eikrītu (sergofītu) grupā, kurai raksturīgs diezgan liels

minerāla maskelenīta piejaukums. 1968. gadā, izpētot Andronišķu meteorītu ar rentgenometriskām metodēm, atklāja, ka maskelenīts šeit nav kā neparveidots minerāls, bet ir pārkausēts amorfais plagioklāzs.

Apmēram pēc četriem gadiem, 1933. gada 2. februārī, pulksten 20.33 pēc vietējā laika meteorītu lietus nolija pār Ukmerģes rajona Zemaitķiemes apkārtni. Par šo neparasto kosmosa parādību avīzē «Lietuvos aidas» (Lietuvas atbalss) 7. februāra numurā rakstīja:

«2. februāra naktī Ukmerģes apriņķa Zemaitķiemes ciemu pārsteidza rets izplatījuma viesis — meteorīts. Daļa apkārtējo māju iedzīvotāju jau bija apgūlušies, bet citi vēl tikai gatavojās naktsguļai . . .

Pēc pulksten 20 visā apkārtņē pēkšņi atspīdēja spilgta gaisma un bija dzirdama rūkoņa. Pēc tam nogranda spēcīgam pērkona grāvienam līdzīgs sprādziens. Apmēram 40 metru augstumā sāka kaisīties dzirkstis. Tad troksnis aplusa, bet gaisma vēl kādu brīdi spīdēja. Viss ilga kādas desmit divdesmit sekundes vai pat pusminūti . . . Dažviet redzēja no debesīm uz Zemi stiepjamies vizmojošu joslu . . .»

Atstāstot notikumu, daudzi aculiecinieki atzina, ka neko tādu viņi nav pieredzējuši pat pirmajā pasaules karā artilērijas kanonādes laikā.

«Rītā cilvēki gāja meklēt, kas viņiem no debesīm atsūfīts. Klepšu māju zemkopis Viktors Darulis atrada, ka debess «dāvana» viņam iekritusi tieši dārzā. Tā bija liela apdegusi akmens šķemba. «Dāvana» svēra 4,5 kg. Cits to pašu māju iedzīvotājs, Stepanš Norkuns, atrada vēl divas apdegušas akmens šķembas, kopsvarā ap kilogramu. Taču, gaidīdams atlīdzību, viņš tās noslēpa . . . Vēlāk atrada vēl četras šķembas, no kurām viena svēra 7,2 kg, bet pārējās trīs kopā 2,050 kg.»

Uzzinājuši par meteorīta nokrišanu Zemaitķiemes apkārtņē, 8. februārī notikuma vietā ieradās profesori M. Kaveckis un K. Sleževičs. Meteorīta gabali bija izkaisījušies gandrīz apļveida teritorijā, kuras garākā ass bija 2,5 km, bet īsākā — 2,25 km. Meteorīta krišanas virziens pēc aculiecinieku nostāstiem bijis no rītiem uz vakariem. Bet patiesībā, kā to parādīja lielāko

meteorīta gabalu izvietojums, meteorīts bija virzījies no dienviddienvidriņiem uz ziemeļziemeļvakariem. Meteorīta atsevišķos gabalus vāca vairākas dienas. Zinātniekiem palīdzēja skolēni un vietējie iedzīvotāji. Meteorīta fragmentus nebija grūti pamanīt, jo sniegs atkusnī bija cieši sablīvējies un katrs melns priekšmets uz tā bija viegli ieraugāms. Pavisam izdevās savākt 20 dažāda lieluma meteorīta fragmentus, kuru kopējā masa bija 42 194 grami.

Pēc 31 gada, 1964. gada 16. maijā, Lietuvas meteorītu komisija (A. Juška, V. Vasiljevs, V. Suhockis) sarīkoja jaunu ekspedīciju uz Zemaitķiemes meteorīta nokrišanas vietu, lai savāktu papildu ziņas par šo meteorītu. Izdevās iegūt vēl divus šā meteorīta fragmentus (1840 g, 36,6 g), kurus atradējs visus šos gadus bija glabājis. Tika pierakstīti arī vairāku aculiecinieku nostāsti par meteorīta krišanu. Izrādās, ka vietējiem iedzīvotājiem vēl ilgi pēc meteorīta nokrišanas bija laimējies atrast dažus meteorīta gabalus, bet kara un pēckara gados tie bija gājuši zudumā. Tātad pirmo pētījumu laikā savāktie meteorīta gabali bijuši tikai daļa no kopējās meteorīta masas. Jācer, ka nākotnē izdosies atrast vēl kādas šā meteorīta šķembas.

Zemaitķiemes meteorīta izpētes rezultātus publicēja 1933. gadā Kauņas universitātes rakstos. Tur ir dati par atrasto meteorīta fragmentu ārējo izskatu, iekšējo struktūru, kā arī par minerālo un ķīmisko sastāvu. Meteorīta šķembām ir nogludināta, melna virsma, bet iekšiene pelēcīga. Izskatās, it kā meteorīts būtu sapresēts no atsevišķiem maziem graudiņiem, starp kuriem redzamas metāliskas dzīslīņas un plēvītes. Apalie graudiņi — hondras — ieslēgtas piroksēna un olivīna ligzdīnās. Hondras graudiņus klāj metāliska plēvīte.

Zemaitķiemes meteorīts pieder pie akmens hondrītiem, un to ierindo pelēko hondrītu grupā, kuriem ir minerālu piroksēna un olivīna piemaisījumi ar nelielu stikla plagioklāza (maskelenīta) daudzumu.

Nav iespējams prognozēt, kad un kur nokritīs kāds meteorīts, tāpēc vērtīgs ir katrs atrastais fragments, jo tas papildina zināšanas par meteorītiem, un šajā ziņā zinātniekiem var palīdzēt ikviens no mums.



Pirmie «garu» meklējumi — nesekmīgi

Nesen mūsu izdevumā bija publicēts raksts*, kurā parādīts, ka mūsdienu zinātnē, resp., topoloģijas un kosmoloģijas atziņas un astronomisko novērojumu dati, neliedz iespēju izvīrēt un analizēt priekšstatu par Visumu kā topoloģiski sarežģītu (vairākkārtsakarīgu) veidojumu. Šādā Visumā katram kosmiskajam objektam uz debess sfēras var būt vairāki attēli, kurus sauc par «gariem».

Parasti šādas situācijas daudz maz uzskatāmai ilustrācijai kā pasaules modelis tiek piedāvāts viendimensionāls vai divdimensionāls slēgts veidojums, piemēram, cilindra vai lodes virsma (sk. attēlu krāsu ielikumā), un tad, pārejot uz trīsdimensionālu veidojumu, ja vien ir pietiekama iztēle un vispārināšanas spējas, var iegūt zināmu priekšstatu par to, kāds tas reāli «izskatītos». Šādā pasaulē gaisma, ko izstaro kosmiskais objekts, var nonākt pie novērotāja pa dažādiem ceļiem. Ja pasaules modelis ir lodes virsma, tie ir divi lieli riņķa loki, kas iet caur novērotāju un kosmisko objektu, un novērotājs redzēs vienu un to pašu divdimensionālā kosmosa objektu divos diametrāli pretējos virzienos (līdzīgi, kā mēs varam nonākt, sacīsim, Liepājā, dodoties ne tikai uz rietumiem, bet arī uz austrumiem; pēdējā gadījumā veicamais ceļš gābs gan būs daudz garāks). Reālajā, t. i., trīsdimensionālajā, pasaulē, ja tā ir liekta un slēgta, ir analoga aina, un šādu «garu» atrašana ļautu iegūt ļoti svarīgu informāciju par mūsu Visuma struktūru, kas, savukārt,

dotu iespēju izdarīt ārkārtīgi nozīmīgus kosmoloģiskus secinājumus.

Šie apsvērumi rosinājuši astronomus analizēt atbilstošu noteiktas klases ārpusgalaktisku kosmisko objektu novērojumu datus. Pirmais šāda veida mēģinājums bija Dž. E. Solheima 1968. gadā veiktie gandrīz pretējos virzienos dislocēto ārpusgalaktiskā radiostarojuma avotu pozīciju, resp., savstarpējā izvietojuma jeb konfigurāciju, statistiskie pētījumi, izmantojot pazīstamo Kembridžas radioavotu katalogu 4C, kā arī radioavotu un tiem pretējā virzienā atrodošos kvazāru pētījumi, izmantojot gan 4C, gan Pārksas observatorijas katalogu. Tika ņemts vērā arī tas, ka radiostarojuma avotu kustības dēļ (jāievēro īpatnējo kustību ātruma tangenciālā komponente) un Visuma liekuma dēļ iespējamie «garu» attēli var atrasties zināmā leņķiskā attālumā no precīzi aprēķinātās pretējā virziena pozīcijas. Tomēr šajos pētījumos «garu» eksistenci neizdevās pierādīt.

1969. gadā V. Petrosjans un R. D. Ekerss līdzīgā veidā pētīja 1237 Pārksas observatorijas katalogā ietvertos kosmiskā radiostarojuma avotus. Arī viņu iegūtais rezultāts bija negatīvs.

Problēmas nozīmīgums, kā arī pētījumu negatīvo rezultātu iespējamo cēloņu analīze tomēr nav ļāvusi atzīt šos rezultātus par galīgiem un turpmākus meklējumus — par nelietderīgiem. Tādēļ pēdējos gados veikti vēl divi interesanti pētījumi. 1980. gadā F. Biro un S. Meivrids, izmantojot ārpusgalaktisko kosmiskā radiostarojuma avotu novērojumus, kas 1978. un 1979. gadā iegūti ar Nansi (Francija) radioteleskopu 1420 MHz frekvencē (viļņa garums 21,13 cm), atšķirībā no iepriekšējiem zinātniekiem centās atrast sakritību starp labi zināmiem pretējos virzienos dislocētiem avotiem, bet gan noteikt

* Sk. Baklavs A. Topoloģija un Visums. — Zvaigžņotā Debess, 1987. gada rudens, 16.—23. lpp.

korelāciju starp kosmiskā radiostarojuma fona fluktuācijām, kuru cēlonis ir vāju un atsevišķi neizšķiramu radioavotu starojums. Šajā nolūkā tika izpētīti 43 pāri pretējos virzienos atrodošos debess sfēras apgabalu. Katra apgabala laukums bija $80' \times 22'$. Kopumā šādā veidā tika apsekots apmēram 0,013 steradiānu liels debess sfēras laukums. Vērā ņemamas korelācijas, kā atzīst pētījuma autori, viņiem atrast nav izdevies.

1982. gadā A. Ļebedevs un V. Ļebedevs analizēja 1549 no pazīstamā A. Hjuīta un Dž. R. Bērbidža kataloga ņemtu ārpusgalaktisku objektu (galvenokārt kvazāru) sadalījumu, taču arī šoreiz rezultāts bija negatīvs.

Tātad uz diezgan reprezentatīvas datu materiālu bāzes līdz šim veiktie pētījumi šķietami liecina, ka antipodāli ārpusgalaktisko objektu attēli jeb «gari» neeksistē, un tas savukārt it kā norāda, ka Metagalaktika nav slēgta. Tomēr pēc rūpīgas iegūto rezultātu loģiskas analīzes izrādījies, ka šis spriedums nav kategorisks, tādēļ arī iepriekšējā teikumā lietoti vārdi «it kā», kas atspoguļo vienu šā negatīvā rezultāta iespējamo cēloni — realitātei neatbilstoša, proti, slēgta, pasaules modeļa izvēli. Taču iespējami arī citi cēloņi, piemēram, attālums, kāds novērotāju šķir no «gara», var būt daudz lielāks par attālumu līdz objektam (sk. to pašu attēlu, kurā redzams, ka viena gaismas stara ceļš līdz novērotājam var būt daudz garāks par otru, uz pretējo pusi vērsta, gaismas stara ceļu), līdz ar to «gara» sarkanā nobīde ir ļoti liela un pats «gars» ļoti vājš, resp., tikpat kā nemaz nav redzams. Novērojamo ainu var sarežģīt arī Metagalaktikas masu neregularitātes, sevišķi jau tādas lielas masas kā galaktiku kopas, kas var izjaukt avota starojuma fokusēšanos, tādēļ «gari» var parādīties tālu no savām sagaidāmajām (homogēnam masu sadalījumam aprēķinātajām) pozīcijām, var būt sadalīti vairākos attēlos (gravitācijas lēcas efekts) utt.

Tas viss rāda, ka pagaidām jautājumu par «garu» eksistenci vēl nevar uzskatīt par atrisinātu un ka nepieciešami jauni, vēl dziļāki pētījumi.

A. Balklavs

Mazo Saules uzliesmojumu pētījumi

Uzliesmojumi ir viena no tām Saules aktivitātes izpausmes formām, kuras izraisa sevišķu interesi ne tikai no tīri zinātniska, bet arī no praktiska viedokļa, jo gan radiācijas apstākļus Saules sistēmā, tātad arī Zemei tuvajā kosmosā, kas arvien vairāk iekļaujas cilvēku saimnieciskās darbības sfērā, gan Zemes magnetosfēras, jonosfēras u. c. Saules-Zemes sakaru kompleksā ietilpstošo komponentu stāvokli pirmām kārtām nosaka Saules uzliesmojumi.

Līdz šim Saules uzliesmojumu pētniecībā uzmanība tika pievērsta galvenokārt sevišķi intensīvajiem, t. s. lielajiem, Saules uzliesmojumiem, kuru laikā tiek izstarots apmēram 10^{28} — 10^{33} ergu enerģijas.¹ To raksturošanai pieņemta īpaša ballu sistēma: 1F, 1N, 1B, 2F, 2N, 2B, 3F, 3N, 3B, 4F, 4N, 4B. Īpašās uzmanības iemesls ir tas, ka intensīvie uzliesmojumi izraisa sevišķi lielas Zemei tuvā kosmosa un daudzu svarīgu ģeofizikālo parametru perturbācijas, tādējādi visvairāk ietekmējot dažādās no Saules aktivitātes atkarīgās norises.

Taču, kā rāda uzliesmojumu statistika, lielo un it sevišķi jau ļoti lielo uzliesmojumu nav daudz. Bez tam, uzliesmojumu ballei palielinoties par 1, uzliesmojumu skaits samazinās apmēram par lieluma kārtu, t. i., 10 reizes. Līdz ar to kopējais enerģijas daudzums, kas ģenerējas dažādu ballu uzliesmojumos, ir aptuveni vienāds — vājāki uzliesmojumi kopumā ģenerē apmēram tādu pašu enerģijas daudzumu kā par vienu balli augstāki uzliesmojumi, kas notiek 10 reizes retāk.

Jau šis konstatējums liecina, ka, cenšoties izziņāt un izprast tās bieži vien visai slēptās likumsakarības, kuras nosaka ļoti sarežģītā Saules-Zemes sakaru kompleksa funkcionēšanu, bez ievēribas nevar atstāt arī vājos jeb mazos SF, SN un SB tipa Saules uzliesmojumus.

¹ Nedaudz sīkāk par Saules uzliesmojumiem sk.: Balklavs A. Interesanti Saules uzliesmojumu izpētes rezultāti. — Zvaigžņotā Debess, 1987./88. gada ziema, 25.—27. lpp.

Bez tam iespējams, ka mazo uzliesmojumu izpēte varētu pavērt jaunus ceļus lielo uzliesmojumu prognostikā.

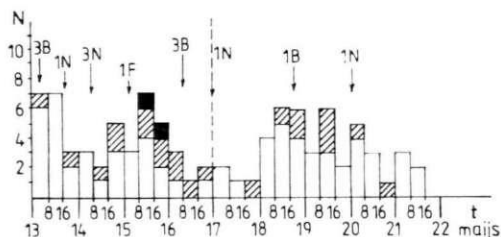
No šā viedokļa vērību saista kāds mazo Saules uzliesmojumu pētījums, ko nesen veicis PSRS ZA Sibīrijas nodaļas Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta līdzstrādnieks A. Boroviks. Viņš izpētījis mazos Saules uzliesmojumus (enerģija ap 10^{27} — 10^{28} ergu), kas saistīti ar pazīstamu Saules aktivitātes kompleksu — 1981. gada maija kompleksu.² Tajā notika trīs (13., 14. un 16. maijā) ļoti spēcīgi (3N un 3B), kā arī daudz mazo Saules uzliesmojumu. To skaita sadalījums laikā parādīts attēlā.

Grafikā redzams, ka pēc mazo uzliesmojumu skaita aktīvais periods (13.—16. maijs) maz atšķiras no neaktīvā perioda (17.—22. maijs). Aktīvajā periodā reģistrēts 31 uzliesmojums ar balli SF, 15 — ar balli SN un 2 — ar balli SB. Neaktīvajā periodā ir attiecīgi 36, 9 un 0 uzliesmojumu. Praktiski vienāds šajos periodos ir arī augstākas, resp., pirmās, balles uzliesmojumu skaits. Lielajiem uzliesmojumiem it kā vērojama tendence notikt mazo uzliesmojumu skaita samazināšanās laikā (sk. 3N uzliesmojumu 14. maijā un 3B uzliesmojumu 16. maijā). Iespējams, ka tas saistīts ar enerģijas uzkrāšanās un izdalīšanās procesa īpatnībām aktivitātes kompleksos, t. i., lieli uzliesmojumi notiek tad, ja kāda iemesla dēļ uzkrātā enerģija vairs nenoplūst mazajos uzliesmojumos. Mazajiem, galvenokārt SF tipa, uzliesmojumiem, savukārt, ir vērojama tendence veidot sērijas.

Ir konstatēts, ka mazie uzliesmojumi aktivitātes kompleksā veido it kā kopas, uzliesmojumu aktivitātes centrus, kuri galvenokārt aptver Saules plankumus. Šis uzliesmojumu kopas tomēr nav sevišķi kompakts, jo bieži novērojami uzliesmojumi arī samērā tālu no plankumiem.

Vērojama mazo uzliesmojumu saistība ar noteiktiem aktivitātes kompleksa struktūrelementiem, pie kuriem pieder centrālā zona un

² Par Saules aktivitātes kompleksu sauc tuvu izvietotu aktīvu apgabalu kopu, kurai, iespējams, ir vienots sarežģītas konfigurācijas magnētiskais lauks.



Mazo Saules uzliesmojumu grafiks. Uz ordiņātas atlikts uzliesmojumu skaits N , uz abscisas — laiks dienās. Katra diena sadalīta astoņu stundu intervālos, kuros summēts notikušo uzliesmojumu skaits. Ar bultiņām parādīti lielo uzliesmojumu rašanās momenti. Ar baltiem taisnstūriem apzīmēti SF, ar svīrotiem — SN, ar melniem — SB tipa uzliesmojumi.

šūnveida struktūras robežas. Pēdējās, pēc A. Borovika domām, pelna sevišķu ievērību, jo nav izslēgts, ka to pamatā ir konvektīvo šūnu robežas, kurām, kā uzskata arī citi autori, var būt galvenā loma visa Saules aktivitātes kompleksa izraisīšanā un uzturēšanā.

Mazie uzliesmojumi nav saistīti ar tiem aktivitātes kompleksa elementiem, ar kuriem ir cieši saistīti lieli uzliesmojumi. Tas vedina domāt, ka magnētiskā lauka struktūra apgabalos, kur notiek mazie uzliesmojumi, atšķiras no lielos uzliesmojumus ģenerējošo apgabalu magnētiskā lauka struktūras.

Kā liecina A. Borovika pētījums, mazie Saules uzliesmojumi izvirza virkni jautājumu, kuru noskaidrošana varētu iezīmēt neapšaubāmu progresu Saules uzliesmojumu pētniecībā vispār.

A. B a l k l a v s

Vai jauns senās Kokneses plāns?

1980. gada 5. maijā Pļaviņu ūdenskrātuves krastā Kokneses senpilsētas vietā jauši tika atrasts ūdens izskalots neliels, plakans kaļķakmens ar iegriezumiem abās pusēs.¹ Atrasta-

¹ Akmens glabājas Latvijas PSR Vēstures muzeja Arheoloģijas nodaļā; inv. nr. A 12486.



1. att. Iegriezums atrastajā akmenī. (Pozīciju norādes sk. 2. att. parakstā.)

jam akmenim ir noapaļota iegarena piecstūra veids. Tā garums ir 121 mm, platums — 71 mm, biezums — 25 mm. Abi iegriezumi daļēji nobirzuši, visas līnijas nav vienādi skaidras, dažas no tām dziļākas, citas — tikko manāmas (sk. krāsu ielikumu). Iespējams, ka iegriezumi veidoti ar atšķirīgiem asmeņiem. Vienā akmens sēnā, instrumentu iemēģinot, šķiet, ar asi trītu nazi iegriezti seši savstarpēji saplūduši robi. Kāda mala ir gludi apgriezta.

Vienas puses iegriezumā (tā garums 77 mm, platums 39 mm) attēlotas dažas zīmes, kas attāli atgādina atsevišķus burtus no slāvu, latīņu alfabēta un rūnu raksta. Iegriezums akmens otrā pusē (garums 69 mm, platums 33 mm) izpildīts rūpīgāk, tikai tas nedaudz bojāts ar naža asmens ieapaļās daļas iecirtumiem un citām — iespējams, vēlāku laiku — švīkām. Par šo iegriezumu var izteikt konkrētākus minējumus. Iegriezums nosacīti sadalāms trijās daļās, kuras norobežo nepārtraukta

apkārtejoša josla vai līnija (1. att.). Interesanti, ka, aplūkojot senās Kokneses tagadējo situāciju un viduslaiku plānus, konstatējams, ka senā Koknese tāpat iedalās trijās, ar grāvjiem un stāvām Daugavas un Pērses krasta nogāzēm un kraujām norobežotās, daļās — Kokneses pili, priekšpili un pilsētā. Ja pieņem, ka akmeni varbūt iegriezts Kokneses plāns, tad šajā iegriezumā jāmeklē arī citas pazīmes, kas raksturīgas tieši Koknesei, kad reāli pastāvēja trīsdalīgais plānojums.

Vietā, kas atbilstu pils pagalmam, vērojama kāda atsevišķa, nodalīta zīme. Te būtu jāatrodas pils akai, kas varēja piesaistīt senā akmens grebēja uzmanību. 1590. gada Kokneses pils revīzijā tā aprakstīta šādi: «Pils pagalma vidū atrodas aka, izmūrēta no «klints» (t. i., dolomīta gabaliem) un ar mūri apjozta. Tajā ir ķēde ūdens izvilkšanai ar ratu, un visa tā ir segta ar šķindeļu jumtu. Virsotne apsista ar skārdu, ar vēja rādītāju galā. Uz to iet divas durvis katros sānos ar dzelzs virām un viru sloksnēm.»²

Ūdens aka kā nozīmīga pils sastāvdaļa īpaši attēlota arī ap 1625. gadu izgatavotajā Kokneses pils zīmējumā (2. att.) aptuveni tajā vietā, kur varbūtējā akas zīme redzama arī atrastajā iegriezumā. Aka pils pagalmā norādīta arī 1694. un 1700. gada plānos.

Akmens iegriezumā redzamais kvadrāts ar divām diagonālēm un šķērslīniju atbilst priekšpilij. Jāteic, ka arī 1629. gada G. Švengēla Kokneses plānā pils telpas apzīmētas ar divām diagonālēm. Dabā Kokneses pili pārrakms krasi norobežo no priekšpils, kurai ir aptuveni kvadrāta forma.

Atrastajā akmens iegriezumā ar šķērssvītrojumu izcelta pils un priekšpils nogāze pret Daugavu, kas Kokneses pilskalnā pirms tā applūdināšanas ar Pļaviņu HES ūdenskrātuves ūdeņiem bija visstāvākā.

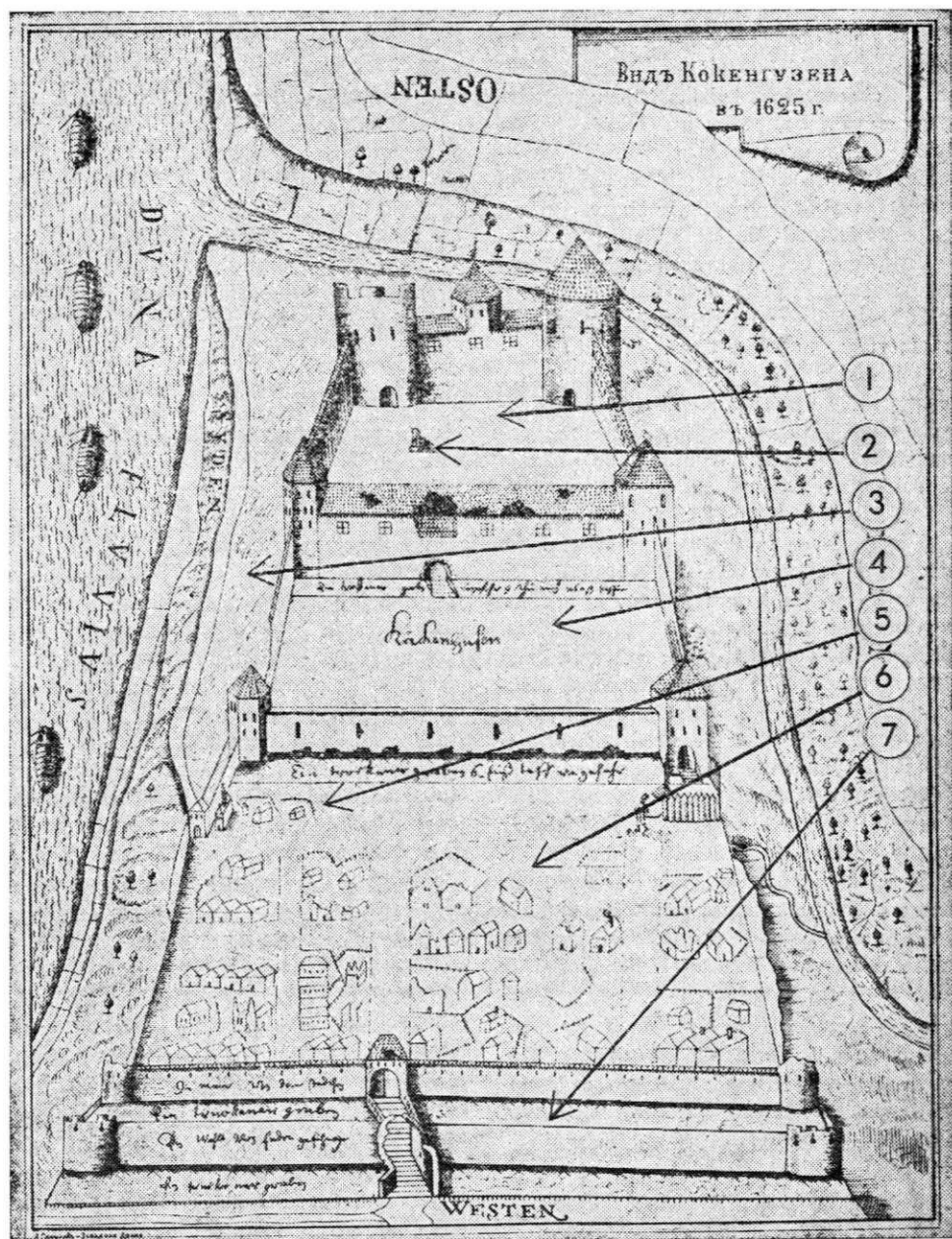
² Lietuvas metrika. Kokneses pils revīzija 1590. gadā. (J. Zemzara tulkojums no poļu valodas.) Rokraksts, glabājas Kultūras pieminekļu pētniecības padomē, inv. nr. $\frac{11387}{1614-33}$
III, 15. lapa.

Salīdzinājumā ar pili un priekšpili senā Kokneses pilsēta aizņem ievērojamu platību (pils — 0,2 ha, priekšpils — 0,4 ha, pilsēta — 3,6 ha). Senākais dokuments, kurā nepārprotami minēta Kokneses pilsēta, ir arhibīskapa Johana I dāvinājuma teksts Kokneses pilsētas namniekiem (1277. g.). Domājams, ka pilsēta pie Kokneses pils pastāvējusi jau pirms vācu iebrukuma. Kā liecina 1590. gada revīzijas dokumenti, tajā laikā pilsēta jau stipri panikusi — daļa ēku ir neapdzīvotas. Par galveno būvi uzskatīta katoļu baznīca: «Pirmā baznīca pilsētā, pils priekšā, ir no mūra.»³ Tā atradusies stūri pie priekšpils mūra netālu no pilsētas vārtiem. Šajā pašā vietā baznīcu ataino arī Dž. Lauro 1603. gada vara grebumā. Turpat baznīca parādīta 1625. gada Kokneses plānā (sk. 2. att.) un J. R. Šturna 1661. gada pils un pilsētas panorāmas zīmējumā (3. att.). Tā kā J. R. Šturns pamanījis nepabeigto pils rietumu daļu un jumta bojājumus, jādomā, ka arī citās zīmējuma detaļās viņš bijis precīzs. Šī Pētera-Pāvila (vēlāk — Marijas) baznīca, kas cieši pieklāvās Kokneses pilsētas ūdens vārtiem, kā minēts 1599. gada revīzijā, ir «vērsta pret Daugavu» un atrodas augstā klintī. Baznīca ir neliela, vienkārša celtnē ar zemu tornīti. Kokneses pilsētas plānojums vislabāk redzams jau minētajā 1625. gada zīmējumā, kur būves gan attēlotas diezgan haotiski.

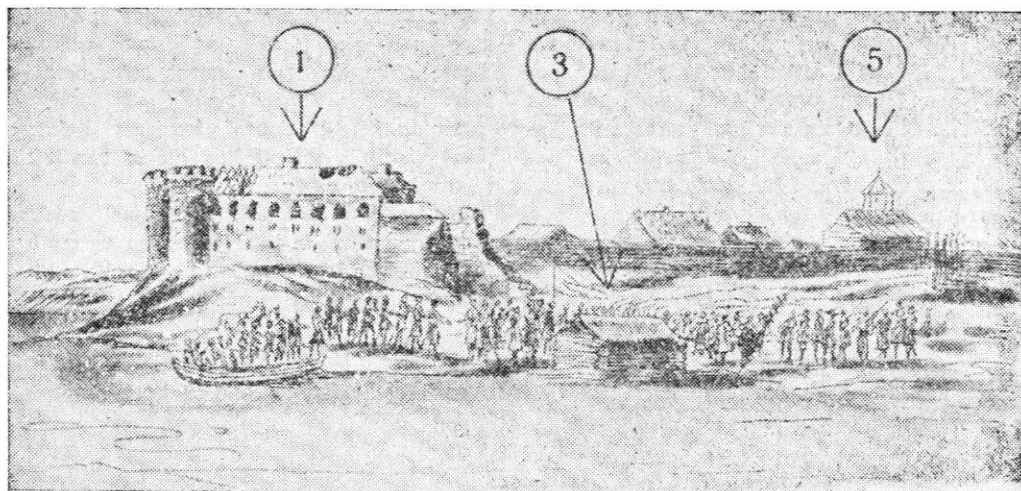
Atrastā akmens iegriezuma trešā norobežotā daļa salīdzinājumā ar divām pārējām ir daudz lielāka (kas tāpat atbilst senās Kokneses plānojuma reālajai situācijai). Šeit tajā vietā, kur vajadzētu būt Pētera-Pāvila baznīcai, ir lielāka zīme, kas atgādina piecstūri vai pat mājiņu. Ar to, domājams, attēlota viduslaiku cilvēkiem nozīmīgā baznīca. Iespējamā pilsēta te apzīmēta ar dažādām līnijām, kas varbūt ataino kādreizējo apbūvi.

Varbūtējais pilsētas nocietinājuma grāvis iegriezumā parādīts nevis taisns, bet izliekts. Tāds tas redzams arī Dž. Lauro 1603. gada plānā.

³ Lietuvas metrika ... , 22. lapa.



2. att. Koknese ap 1625. gadu, kopija no Stokholmas Kara arhīva (Pēcs *Сапунов А.* Река Западная Двина. Витебск, 1893.): 1 — pils, 2 — aka, 3 — pilskalna nogāze pret Daugavu, 4 — priekšpils, 5 — Pētera-Pāvila baznīca, 6 — pilsēta, 7 — pilsētas nocietinājuma grāvis.



3. att. Kokneses panorāma no Daugavas puses. J. R. Šterna 1661. gada zīmējuma fragments. (Poziciju norādes sk. 2. att. parakstā.)

Panikusī Kokneses pilsēta, kas 17. gadsimta rakstītajos avotos dēvēta vairs tikai par «pilsētiņu», beidza eksistēt tā paša gadsimta beigās, kad ap 1684. gadu tās teritorijā izbūvēja pils nocietinājuma zemes vaļņus un bastionus. Savukārt, Kokneses pils kā militārs nocietinājums beidza pastāvēt 1701. gadā: tuvojoties zviedru karaspēkam, sakšu garnizons steigā atkāpās un pili uzspridzināja.

Viduslaiku zīmējumos un plānos, kas parasti veidoti ar brīvu roku, dabā esošo objektu proporcijas attēlotas nosacīti. Tāpēc nereti viena un tā paša objekta zīmējumi ir visai atšķirīgi. Tas pats vērojams arī zināmajos viduslaiku Kokneses attēlojumos. Vecākais no tiem ir jau minētais Dž. Lauro 1603. gada vara grebums. Hronoloģiski sekojošais ir ap 1625. gadu zīmētais Kokneses pils, priekšpils un pilsētas skats (sk. 2. att.). 1661. gadā Kokneses panorāmu no Daugavas puses attēlojis barona Meijerberga sūtniecības dalībnieks J. R. Šterns (sk. 3. att.). 1670. gadā Koknesi zīmējis J. S. Sternburgs. Uz Kokneses pils pastāvēšanas pēdējo posmu attiecas ar aptuveni 1694. gadu datējamais pils attēlojums no trijām pusēm un J. Litena 1700. gada zīmējumi. Zināmi arī vairāki pils un pilsētas plāni

(G. Švengels, 1629. g.; G. Borns 1628.—1630. g.; trīs plāni no 1641. g.; 1694. g.; divi plāni no 1700. g.). Daļa no tiem uzlūkojama par pils izbūves projektiem, piemēram, G. Švengela un G. Borna plāni.⁴

Atrastajā akmens iegriezumā Kokneses pils, priekšpils un pilsētas teritorijas norādītas visai aptuveni, taču to kopaina visumā atbilst reālajam plānojumam. Tomēr jāatzīst, ka, pēc mūsdienu izpratnes, plāns ir visai nekonkrēts. Jāņem gan vērā, ka iegriezt plānu akmeņi ir daudz grūtāk nekā citā, mīkstākā materiālā. Jāatceras arī, ka mūsdienu cilvēkam ir visai sveši viduslaiku priekšstati par plānu vai karti un īstenības atainojumu tajos.

Grūti ir noteikt atrastā akmens datējumu. Kaļķakmens plāksnēs tika veidotas formiņas sīku rotaslietu izliešanai, kas ir visai parasts atradums seno amatniecības centru arheoloģiskajos izrakumos. Kaļķakmens plāksnītes ar iegrieztiem zīmējumiem atrastas Pleskavas

⁴ Malvess R. Pētījumu materiāli par Kokneses senietu, 1. Kokneses vēsture, I. 1968. Rokraksts, glabājas Kultūras pieminekļu restaurēšanas projektēšanas kantori, nr. 98/3, 1485. f., 5. apr., 168. l.

apgabala Kamno pilskalnā, kas datēts ar mūsu ēras 1. gadu tūkstoti un 2. gadu tūkstoša sākumu. Iegriezumi attiecināti uz pilskalna pastāvēšanas beiguposmu.⁵ 1986. gadā akmens plāksnīte ar iegrieztu zīmējumu atrasta Pleskavas apgabala Borisoglebas apmetnē, kas datēta ar mūsu ēras 10. gadsimta beigām.⁶

⁵ Тараканова С. А. Древности Псковской земли. — В кн.: По следам древних культур. Древняя Русь. М., 1953, с. 209, 210.

⁶ Izrakumu vadītāja A. Aleksandrova mutiskas ziņas.

Tomēr iegriezumi visās minētajās plāksnītēs atšķiras no tā, kas redzams Kokneses akmenī. Ticamāk, ka Kokneses akmens attiecināms uz viduslaikiem.

Par to, kādēļ akmenī iegriezts Kokneses pils, priekšpils un pilsētas plāns, var izteikt tikai minējumus.

Piedāvātais atrastā iegriezuma nozīmes skaidrojums arī ir tikai viens no variantiem. Iespējams, ka iegriezumiem abās akmens pusēs ir kāds kopīgs, vēl neatšifrēts sakars.

J. Urtāns

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Latvijas Valsts universitātes Astronomiskajā observatorijā sācis regulāri darboties Zemes mākslīgo pavadoņu lāzera tālmērs LS-105, kas izstrādāts sadarbībā ar PSRS Zinātņu akadēmijas Fizikas institūtu. Šā instrumenta optiskā sistēma (diametrs — 1 m) un montējums izgatavoti pēc observatorijā izstrādāta projekta kādā rūpnīcā, lāzers un dažas tā palīgierīces izveidotas minētajā institūtā, bet teleskopa notēmēšanai un attāluma noteikšanai nepieciešamo elektroniku radījuši LVU Astronomiskās observatorijas speciālisti. Jau pirmajos veiksmīgajos pavadoņu novērošanas seansos (1987. gada septembrī) lokācijas attālums bija 7000 km — divreiz lielāks nekā iepriekš izmantotajam tālmēram LD-2, mērījumu precizitāte — 25 cm jeb trīsreiz augstāka nekā LD-2.



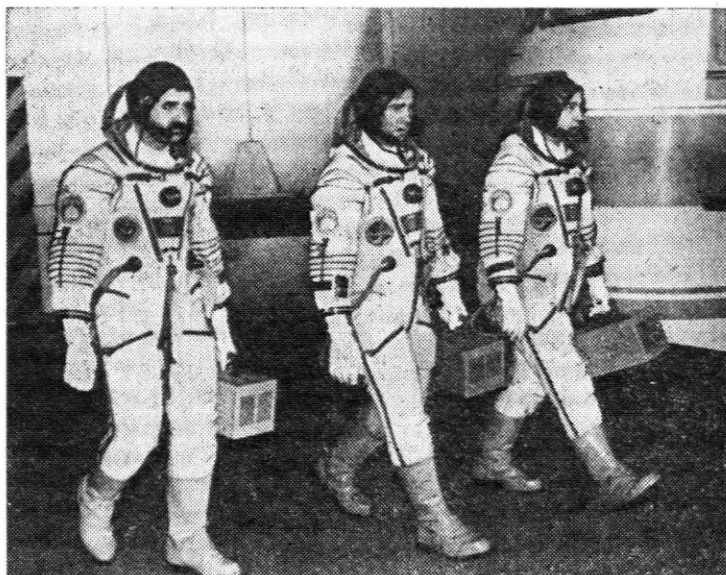
TURPINĀS OTRĀ EKSPEDĪCIJA ORBITĀLAJĀ STACIJĀ «MIR»

Kā jau ziņojām,* otrās ekspedīcijas pamatapkalpe — kosmonauti Jurijs Romaņenko un Aleksandrs Laveikins — uz orbitālo staciju «Mir» devās 1987. gada 6. februārī ar kuģi «Sojuz TM-2». Ekspedīcijas pirmajos piecos mēnešos daudz tika darīts stacijas iekārtu un aparātūras montāžā un regulēšanā, tika veikti zinātniski, tehnoloģiski un medicīniski eksperimenti un pētījumi, Zemes virsmas un astronomisku objektu novērojumi. Stacijas «Mir» apgādi nodrošināja

* Sk.: «Zvaigžņotā Debess», 1987./88. gada ziema, 32. lpp.

četri automātiskie transportkuģi «Progress», ar staciju sakabinājās specializētais astrofizikālais modulis «Kvants». Trīs reizes kosmonauti strādāja atklātā kosmosā.

1987. gada 19. jūlijā no orbitālā kompleksa tika atkabināts un pēc tam nobremzēts automātiskais transportkuģis «Progress-30». 22. jūlijā lidojumam uz staciju «Mir» startēja kosmosa kuģis «Sojuz TM-3» ar starptautisku padomju un sīriešu apkalpi. Kuģa komandierim Aleksandram Viktorenko un kosmonautam pētniekam Sīrijas Arābu Republikas pilsonim Mu-



Kosmosa kuģa «Sojuz TM-3» starptautiskā apkalpe. (TASS fotohronikas attēls.)

hamedam Fārisam tas bija pirmais kosmiskais lidojums, bet bortinženieris Aleksandrs Aleksandrovš jau 1983. gadā bija piedalījies ilgstošā (150 dienas) ekspedīcijā uz orbitālo staciju «Salūts-7». Kuģis «Sojuz TM-3» sakabinājās ar orbitālo staciju «Mir» (no moduļa «Kvants» puses) 24. jūlijā.

Viesekspedīcijas darbs orbitālajā stacijā bija ietplānots sešām dienām. Šajā laikā tika veikti eksperimenti un pētījumi trijos galvenajos virzienos. Medicīnisko un bioloģisko pētījumu objekts bija kosmiskā lidojuma faktoru ietekme uz cilvēka organisma periodā, kad notiek adaptācija bezsvara stāvoklim. Tehnoloģiskie eksperimenti paredzēja dažādu materiālu — pusvadītāju monokristālu, metālu sakausējumu, sevišķi tīru bioloģiski aktīvu vielu (sintētiska gēla, pretvīrusu preparātu) — iegūšanu mikrogravitācijas apstākļos. Kosmiskās vides un Zemes pētījumi ietvēra vizuālus un fotogrāfiskus Zemes virsmas — arī Sīrijas teritorijas — novērojumus (pēdējo vienlaicīgi novēroja vēl no lidmašīnām un Zemes). Tika reģistrēta atomārā skābekļa spīdēšana augšējā atmosfērā un jonosfērā.

30. jūlijā viesekspedīcija kuģī «Sojuz TM-2» atgriezās uz Zemes. Kuģis «Sojuz TM-3» palika sakabināts ar orbitālo kompleksu no moduļa «Kvants» puses. Notika daļēja ekspedīcijas pamatapkalpes nomaīņa: stacijas bortinženierim Aleksandram Laveikinam medicīniskā kontrole bija atklājusī īpatnības sirds un asinsvadu sistēmas reakcijā uz fizisko slodzi. Tā kā bija grūti prognozēt šo īpatnību tālāko attīstību, tika nolemts Laveikina vietā atstāt viesapkalpes bortinženieri Aleksandru Aleksandrovu. Aleksandrs Laveikins bija pavadījis kosmosā 175 dienas.

Lai atbrīvotu moduļa «Kvants» sakabināšanās mezglu turpmākajām kravas operācijām, 31. jūlijā kuģis «Sojuz TM-3» tika pārvietots uz pārejas nodalījuma sakabināšanās mezglu. Šai nolūkā apkalpe pārgāja kuģī, atkabināja to no stacijas, pēc tam stacija tika pagriezta par 180 grādiem un kuģis no jauna sakabinājās ar to. Kārtējais automātiskais transportkuģis «Progress-31» startēja 4. augustā un pēc divām dienām sakabinājās ar orbitālo kompleksu.

(Pēc padomju preses materiāliem)

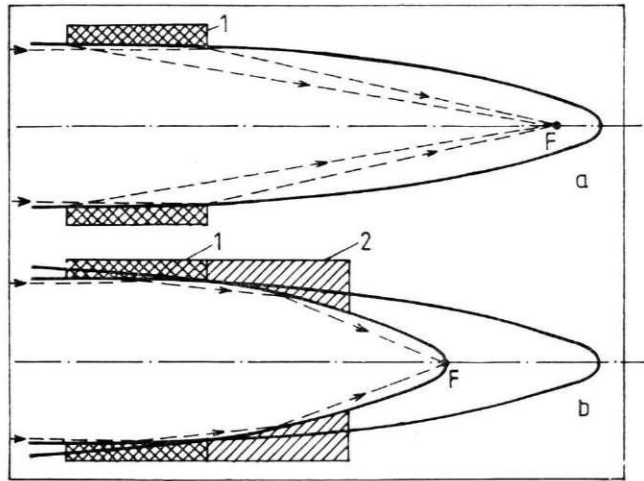
JAUNAS ORBITĀLĀS RENTGENOBSERVATORIJAS

No visām jaunajām astronomisko novērojumu nozarēm, kuru attīstībai ceļu pavēra iespēja pacelt novērošanas instrumentus virs Zemes atmosfēras, visiespaidīgākos panākumus, bez šaubām, guvusi rentgenastronomija. 1948. gadā ar augstlidojuma raķetē uzstādītu iekārtu tika reģistrēts pirmais ārpuszemes rentgenstarojuma avots — Saule, bet 1962. gadā ar citas raķetes uztvērējaparātūru atklāts pirmais tālais rentgenavots — Sco X-1. 1971. gadā ar speciāli šim mērķim radītā pavadoņa «Explorer-42» jeb SAS-1, jeb «Uhuru» instrumentiem pirmoreiz sistemātiski aplūkota jaunajā diapazonā visa debess un pamanīts jau vairāk nekā trīssimt rentgenavotu. Savukārt, 1978. gadā ar automātiskās orbitālās rentgenobservatorijas HEAO-2 jeb «Einstein» rentgenteleskopu izdevās bez kādām grūtbām saskatīt šajos staros vistālāko

tobrīd zināmo Visuma objektu — kvazāru OQ 172 (sk. krāsu ielikuma 3. lpp., apakšā).

Tā kā rentgenstarojums dabā rodas ekstremālos apstākļos — vai nu līdz miljoniem grādu sakarsušā plazmā, vai ļoti augstas enerģijas (relatīvistiskiem) elektroniem kustoties spēcīgā magnētiskajā laukā, vai tamlīdzīgi —, novērojumi šajā diapazonā pavēra skatu uz ļoti neparastu objektu pasauli. Tādēļ arī to 339 rentgenspīdekļu vidū, kuri tika reģistrēti pirmās debess apskates gaitā, nebija burtiski nevienas parastas zvaigznes! Visizplatītākie rentgenavoti kosmosā, izrādījās, ir ciešas dubultsistēmas, kurās viela no parastas zvaigznes pārplūst uz ultrablīvu ķermeni — balto punduri, neitronu zvaigzni vai varbūt pat melno caurumu — un šā procesa gaitā ļoti stipri sakarst. (Melnie caurumi no fizikāli matemātiskas abstrakcijas par

1. att. Optiskās ierīces, kādas izmanto astronomiskajiem novērojumiem mīkstajos (zemas enerģijas) rentgenstaros: a — starojuma koncentrators, b — kvalitatīvus attēlus veidojošs teleskops (1 — parabolisks spogulis, 2 — hiperbolisks spogulis, F — optiskās sistēmas fokuss).



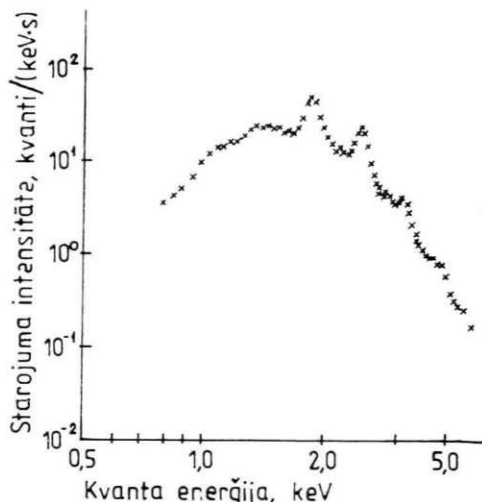
varbūtēju realitāti kļuva tieši rentgennovērojumu rezultātā). Spēcīgāko rentgenavotu vidū nonāca arī jau agrāk pazīstami visai neparasti objekti — kvazāri, aktīvo galaktiku kodoli, supernovu atliekas (sk. krāsu ielikuma 4. lpp.).

Zemas enerģijas jeb tā dēvētie mīkstie rentgenstari (atsevišķa kvanta enerģija līdz dažiem kiloelektronvoltiem, atbilstošais viļņa garums vismaz daži angstrēmi), krītot uz gludām virsmām ļoti lēzeni jeb slīdoši, atstarojas no tām atbilstoši parastajiem optikas likumiem. Tādēļ šajai rentgendiapazona daļai bija iespējams izgatavot starojuma koncentratorus un pat īstus, kvalitatīvu attēlu veidojošus spoguļteleskopus (1. att.). Tieši pēc šāda slīdošās atstarošanās principa bija uzbūvēts pavadoņa HEAO-2 «Einstein» 57 cm diametra teleskops, ar kuru tika novērots jau pieminētais ļoti tālais kvazārs un iegūti gandrīz tikpat detalizēti debess spīdekļu attēli kā ar lieliem optiskajiem teleskopiem.

Augstas enerģijas jeb tā dēvētie cietie rentgenstari neatstarojas pat tad, ja krīt uz gludo virsmu ļoti slīdoši, tādēļ šajā rentgendiapazona daļā koncentrēt uztvērāmo starojumu pagaidām nav izdevies. Instrumenta virziendarbības nodrošināšanai nācies izmantot ierīces, kuras tikai aizēno no sāniem pienākošo starojumu, — kolimatorus (visbiežāk — paralēli novietotu taisnstūrveida caurulīšu izskatā). Par uztvērējiem vairumā gadījumu (arī mīkstajos rentgen-

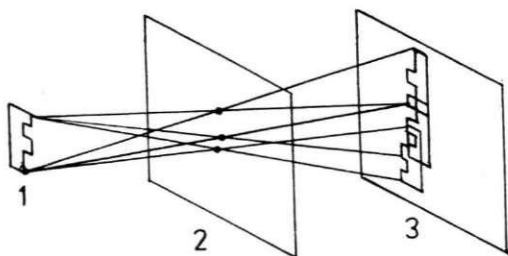
staros) kalpojuši tādi kvantu skaitītāji, kuriem reģistrētais impulss ir proporcionāls pienākušā kvanta enerģijai un kuri tādēļ spēj jebkura novērojuma gaitā sniegt arī informāciju par avota spektru (2. att.). Tieši no šādiem elementiem bija izveidoti arī pavadoņa HEAO-1 instrumenti, ar kuriem veikta pagaidām pilnīgākā visas debess apskate rentgenstaros (sk. krāsu ielikuma 3. lpp., augšā).

Diemžēl līdz ar 1977. un 1978. gadā palaisto HEAO-1 un HEAO-2 darbmūža izbeigšanos rentgenastronomijas tehniskās apgādātības līmenis uz vairākiem gadiem spēji kritās. Nelielajiem angļu un japāņu pavadoņiem, kuri tika nogādāti kosmosā 70. un 80. gadu mijā, zinātniskais ekipējums pēc galvenajiem raksturlielumiem nekādi nevarēja līdzināties abu nupat minēto amerikāņu orbitālo rentgenobservatoriju aparātūrai. Samērā tuvu HEAO līmenim bija vienīgi identisku 28 cm spoguļteleskopu pāris, ar kādu bija aprīkots 1983. gadā palaistais Rietumeiropas valstu rentgenpavadonis EXOSAT. Taču, izbeidzoties arī šīs automātiskās observatorijas darbmūžam, 1986. gada aprīlī orbitā vairs nebija neviena kosmiskā aparāta, kurš būtu domāts pirmām kārtām tieši rentgenastronomiskajiem novērojumiem. (Tiesa, joprojām funkcionēja padomju pavadoņa «Astron» cietā rentgenstarojuma instrumenti, tomēr galvenais pētniecības rīks mūsu valsts pirmajā automātiskajā orbitā-



2. att. Ap 1667. gadu uzliesmojušās supernovas atlieku (pazīstamas arī kā radioavots Kasiopēja-A) rentgenspektrs, iegūts ar padoņa HEAO-2 aparāturu.

lajā observatorijā bija ultravioletais teleskops, kura izmantošanai tad arī tika atvēlēta lielākā daļa novērojumiem derīgā laika.) No otras puses, jau 1985. gada vidū orbītā īslaicīgi pabija pirmā no dažādās valstīs gatavotajām jaunas paaudzes rentgenobservatorijām, un 1987. gada sākumā tai sekoja vēl divas, jau daudz ilgākai darbībai domātas.



3. att. Paņēmieni, kādu lieto rentgenastronomijā, lai iegūtu matemātiski atšifrējamu informāciju par vāji spidoša objekta izskatu cietajos rentgenstaros (1 — starojuma avots, 2 — necaurspīdīga plāksne ar caurumiņiem, 3 — starojuma uztvērējs).

1985. gadā no 29. jūlija līdz 6. augustam, amerikāņu kosmiskajā kompleksā «Challenger» — «Spacelab-2» uzstādīti, pirmo reizi orbītā darbojās divi Anglijā izstrādāti attēlus reģistrējoši cietā rentgenstarojuma teleskopi (sk. krāsu ielikuma 2. lpp., apakšā). Optikas vietā tajos bija tā dēvētā kodētā maska — teleskopa augšgalā nostiprināta necaurspīdīga materiāla plāksne ar daudziem šķietami haotiski, taču patiesībā stingri noteiktā veidā izvietotiem caurumiņiem. Darbojamies kā miniatūri objektīvi, tie projicēja uz starojuma uztvērēja virsmas daudzus savstarpēji pārklājošos attēlus (3. att.) — atsevišķi ļoti vājus, taču kopā pietiekami spožu «attēlu» veidojošus. Uz Zemes pēc šā nosacītā attēla, zinot caurumiņu izvietojumu uz plāksnes, tika matemātiski restaurēts attiecīgā debess apgabala patiesais izskats cietajos rentgenstaros.

Abi «Spacelab-2» rentgenteleskopi darbojās 2,5—25 keV diapazonā, turklāt pietiekami spožiem objektiem, izmantojot starojuma uztvērēja (proporcionālā skaitītāja) jutīgumu pret kvantu enerģijas lielumu, varēja iegūt attēlus uzreiz daudzās šā diapazona joslās. Teleskopa redzes lauks bija $5 \times 5^\circ$, leņķiskā izšķirtspēja — vienam 12, otram 3 loka minūtes. Pateicoties šo instrumentu uzstādīšanai uz autonomi notēmējamajām platformām un to darbības pilnīgajai automatizācijai, tikai nedēļas lidojuma laikā novērojumu kopīgums sasniedza veselas 70 stundas, pētīto objektu skaits — 52. Pēc pēdējām ziņām, abi teleskopi tiek gatavoti jaunam lidojumam, taču pagaidām nav skaidrs, kad tas reāli varētu notikt.

1987. gada 5. februārī Japāna ar nesējraķeti Mi-3S ievadīja orbītā rentgenastronomiskiem novērojumiem domāto pavadoņi «Astro-C» jeb «Ginga». Tā zinātniskajā ekipējumā dominē Anglijā izveidota iekārta spektru reģistrēšanai 1,5—30 keV diapazonā, kurai starojuma uztvērēju — atkal proporcionālo skaitītāju — efektīvais laukums ir gandrīz 5000 kvadrātkilometru. Pavadoņī uzstādīts arī neliels japāņu instruments pastāvīgai visas debess patrolēšanai (spoži uzliesmojušu rentgenavotu tūlītējai pamanīšanai u. tml.) un ASV izgatavots kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu detektors. Pirmie novērojumi ar šīs automatiskās rentgenobservatorijas aparāturu tika izdarīti marta sākumā, bet 15. augustā (kā teikts 8. septembrī

Lielākie orbitālie rentgeninstrumenti (līdz 1984. g.)

(Pēc grāmatas «Методы внеатмосферной астрономии» datiem.)

A. Darbam mīkstajos rentgenstaros (minēti instrumenti, kam optiskās sistēmas efektīvais laukums ir vismaz 100 cm²)

Kosmiskais aparāts, valsts	Starta gads	Starojuma diapazons, angstrēmi	Efektīvais laukums, cm ²	Leņķiskā izšķirtspēja	Optiskās sistēmas paveids un diametrs, cm
ANS (Holande)	1974	45—70	140	0,5°	Koncentrators, 10
Salūts-4 (PSRS)	1974	45—80	100	3,5°	Koncentrators, 20
HEAO-2 (ASV)	1978	3—120	400	2''	Teleskops, 57
Salūts-7 (PSRS)	1982	45—80	100	3,5°	Koncentrators, 20
EXOSAT (ESA)	1983	6—300	2×90	8''	Teleskopi, 28

B. Darbam cietajos rentgenstaros (minēti instrumenti, kam starojuma uztvērēju efektīvais laukums ir vismaz 1000 cm²)

Kosmiskais aparāts, valsts	Starta gads	Starojuma diapazons, keV	Efektīvais laukums, cm ²	Lokalizācijas precizitāte	Novērošanas objekts
SAS-1 (ASV)	1970	2—20	2×700	minūtes	Debess kopumā
HEAO-1 (ASV)	1977	0,2—20	7×2200	minūtes	Debess kopumā,
		0,2—60	5×800	minūtes	vēlāk arī
		1—15	2×1000	sekundes	konkrēti obj.
Salūts-7 (PSRS)	1982	2—25	3×1000	minūtes	Konkrēti obj.
Astron (PSRS)	1983	2—25	2×1000	minūtes*	Konkrēti obj.
EXOSAT (ESA)	1983	1—15	4×500	minūtes*	Konkrēti obj.
		5—60	4×500	minūtes*	Konkrēti obj.

*Novērojot, kā rentgenstarojuma avotus aizklāj Mēness, — sekundes.

Piezīme. Viļņa garumu λ un kvanta enerģiju E saista sakarība $\lambda[A] \cdot E[keV] \approx 12$. Piemēram, kvanta enerģijai 0,1 keV atbilst viļņa garums 120 angstrēmi, enerģijai 1 keV — viļņa garums 12 angstrēmi.

izdotajā IAU cirkulārā) pirmoreiz reģistrēts 1987. gada februārī uzliesmojušās supernovas starojums.

1987. gada 31. martā atbilstoši padomju orbitālās stacijas «Mir» lidojuma programmai ar nesējraķeti «Protons» tika palaists astrofizikālais modulis «Kvants», kura galvenā zinātniskā krava ir starptautiskā kosmiskā observatorija «Rentgens». Tajā ietilpst, pirmkārt, Padomju Savienībā izveidots cietā rentgenstarojuma instruments «Pulsārs X-1», kurš domāts novērojamo objektu spektra noteikšanai 20—800 keV diapazonā. Šajā observatorijas vislielākajā instrumentā iebūvēts arī ļoti jutīgs gamma starojuma uzliesmojumu detektors, kura redzes lauks ap-

tver pusi debess sfēras. Otrkārt, observatorijā ir VFR izgatavotais cietā rentgenstarojuma instruments HEXE, kuram jāreģistrē detalizēti spektri 12—200 keV diapazonā, treškārt — Eiropas kosmonautikas pārvaldes izstrādātais instruments «Sirene-2», kuram jāveic analogisks uzdevums 2—100 keV diapazonā. Ceturtkārt, observatorijā «Rentgens» ietilpst Holandē un Anglijā radītais cietā rentgenstarojuma teleskops COMIS attēlu iegūšanai 2—30 keV diapazonā vai, ja objekts ir pietiekami spožs, uzreiz daudzās šā diapazona joslās. Attēla atveidošanai atkal izmantota kodētā maska, instrumenta redzes lauks ir $7 \times 7^\circ$, leņķiskā izšķirtspēja — divas loka minūtes.

Modulis «Kvants» līdz galam saslēdzās ar orbitālo staciju «Mir» 12. aprīlī, pirmie novērojumi ar observatorijas «Rentgens» aparāturu tika izdarīti jūnija vidū. Pēc laikraksta «Pravda» ziņām, līdz augusta beigām bija notikuši 170 pētniecības seansi 60 stundu kopilgumā, kuru gaitā tika novēroti pirmie no apmēram 200 programmā ietvertajiem rentgenavotiem. (Novērojumi ar attēlus veidojošo cietā rentgenstarojuma teleskopu ilga īsāku laika sprīdi — kopumā ap 12 stundas.) Kā 18. septembrī pavēstīja TASS, 10. augustā ar observatorijas spektrometriem pirmoreiz uztverts 1987. gada februārī uzliesmojušās supernovas rentgenstarojums.

Saskaņā ar projektu «Granāts», Padomju Savienībā tiek gatavota startam šā gada beigās automātiska orbitālā observatorija dažādu tālā kosmosa objektu pētīšanai cietajos rentgenstaros un mīkstajos gamma staros. Tās zinātniskais ekipējums, kas izstrādāts PSRS un Francijā, ietver instrumentus spektru reģistrēšanai 3—2000 keV diapazonā un attēlu iegūšanai 3—500 keV diapazonā, kā arī aparāturu gamma uzliesmojumu izpētei. Pavadoni paredzēts ievadīt stipri iz-

stieptā orbītā, lai tas lielāko daļu laika atrastos ārpus Zemes radiācijas joslas.

Lai aplūkotu mīkstajos rentgenstaros HEAO-2 jutības līmenī ne vien atsevišķus objektus, bet visu debesi, VFR uzbūvēts pavadonis ROSAT, kura galvenais instruments ir 83 cm diametra spoguļteleskops ar optiskās sistēmas efektīvo laukumu vairāk nekā 1000 kvadrātcentimetru. Šo automātisko rentgenobservatoriju vajadzēja ievadīt orbītā ar «Space Shuttle» jau 1987. gada beigās, taču tagad — pēc «Challenger» katastrofas — atbilstošā vieta kosmoplāna kravas telpā tam provizoriski atvēlēta tikai 1994. gadā. Tomēr pašlaik diezgan reāla šķiet iespēja, ka pavadoni ROSAT palaidīs jau 1989. gadā — izmantojot no rezerves daļām samontētu nesējraķeti «Atlas-Centaur» vai jaunizgatavotu raķeti «Delta-II».

Tādējādi pēc vairākus gadus ilga apsūkuma rentgenastronomijas tehniskās apgādātības līmenis sāk pamazām atkal augt, paverot perspektīvas jauniem svarīgiem atklājumiem šajā nozīmīgajā astronomisko novērojumu nozarē.

E. M ū k i n s

PAR «SPACE SHUTTLE» LIKTENI

Amerikāņu daudzkārt izmantojamā kosmoplāna «Challenger» katastrofa, izraisīdama kosmonautikā vēl nepieredzētus cilvēku upurus, materiālos zaudējumus un plānoto kosmosa apguves pasākumu aizkavēšanos, likusi vēlreiz no visiem aspektiem izanalizēt «Space Shuttle» koncepciju, līdzšinējās ekspluatācijas pieredzi un turpmākās izmantošanas iespējas. Jo aktuālāki šie jautājumi ir tādēļ, ka šogad pēc vairāk nekā divu gadu pārtraukuma jāatsākas triju atlikušo amerikāņu orbitālo lidmašīnu reisiem.

KOSMOPLĀNS TRANSPORTLĪDZEKĻA LOMĀ

Kā zināms, programmas «Space Shuttle» galvenais mērķis bija izveidot daudzkārt izmanto-

jamu lidmašīnas tipa orbitālo transportaparātu, kurš tieši uz atkārtotās izmantojamības rēķina vairākkārt palētinātu gan pavadoņu un citu objektu palaišanu, gan cilvēka darbību kosmosā, un ar šādiem aparātiem pēc iespējas ātrāk aizstāt gandrīz visas kosmiskās nesējraķetes.

Patiesi, parastās raķetes galvenais un acīm redzamais trūkums ir tas, ka, pretstatā visiem uz Zemes lietojamiem transportlīdzekļiem, tā kalpo vienu vienīgu reizi. Līdz ar to kosmiskās kravas pārvadāšana, kura jau tāpat iznāktu dārga lielā degvielas patēriņa un citu faktoru dēļ, kļūst vēl krietni dārgāka (ar amerikāņu nesējraķetēm — vairāki tūkstoši pašreizējās vērtības dolāru par katru orbītā nogādāto kilogramu). Taču jebkuras palīgierīces, kuras nodrošinātu raķetes vai tās sastāvdaļu atgriešanos uz Zemes, — izpletņu sistēma, nosēšanās amor-

fizatori — sarežģī raķetes konstrukciju un samazina jau tāpat relatīvi niecīgo (salīdzinājumā ar starta masu) derīgo kravu. Tādēļ veselu ceļturtdaļgadsimtu parastās raķetes bija vienīgais līdzeklis mākslīgo pavadoņu, kosmosa kuģu, automātisko staciju un citu kravu nogādāšanai kosmosā. (Būtisks iemesls bija arī tas, ka gandrīz visu agrīno un daudzu vēl tagad lietojamo kosmisko nesējaķešu pamatā ir kaujas raķetes, kurām atkārtotās izmantošanas iespēja ir absolūti lieka.)

Tiecoties radīt daudzkārt izmantojamu kosmosa transportlīdzekli, pats vienkāršākais un drošākais (taču arī lēnākais) ceļš būtu pakāpeniska nesējaķešes pārveidošana. Pirmajā etapā varētu panākt, lai uz Zemes veseli atgriežas tie elementi, kuri lidojuma gaitā nesasniedz īpaši lielu ātrumu un tādēļ nav saglabāšanas labad jāapriko ar speciālu siltumaizsardzības pārklājumu, — pirmā pakāpe, starta paātrinātāji vai kā viens, tā otrs. (Šī iespēja realizēta arī «Space Shuttle» konstrukcijā: jau pirmajā izmēģinājuma lidojumā, kurš notika 1981. gada aprīlī, abi paātrinātāji lēni nolaidās okeānā un dažos mēnešos tika sagatavoti jaunam startam.)

Otrajā etapā varētu padarīt daudzkārt izmantojamu arī augšējo pakāpi, kura gan ir aprīkota ar daudz mazākiem un tādēļ lētākiem dzinējiem nekā apakšējā pakāpe, toties ietver sarežģīto un dārgo raķetes vadības sistēmu. Šim nolūkam nepieciešams visai biezs un smags siltumaizsardzības pārklājums, kurš jāved augšup līdz orbītai un tādējādi būtiski samazina nesējaķešes derīgo kravu. Tādēļ lietderīgs varētu būt kompromiss — no bojāejas atceļā uz Zemi pasargāt tikai dārgākās sastāvdaļas, proti, dzinējus un vadības sistēmu, bet relatīvi lēto degvielas tvertņu bloku atstāt vienreiz izmantojamu. (Arī šis risinājums, kā zināms, ietverts «Space Shuttle» konstrukcijā.) Tā kā dzinēji un elektronikas bloki ir samērā kompakti, siltumaizsardzības pārklājuma plātība un masa šādā variantā būtu neliela, tādējādi derīgā krava iznāktu vairs tikai par dažiem desmitiem procentu mazāka nekā vienreiz izmantojamai pakāpei. Rezultātā šāda daļēji saglabājama nesējaķeše varētu izrādīties, viena kilograma transportēšanas izdevumus rēķinot, pat ekonomiskāka nekā visā pilnībā saglabājamā.

Jau šie divi etapi kopā ņemti būtu liels solis uz priekšu kosmosa transporta pārorientēšanā uz daudzkārt izmantojamiem lidaparātiem, taču amerikāņi faktiski mēģināja spert uzreiz vēl otru tikpat platu, no vairākiem elementiem sastāvošu soli. Pirmkārt, ietvert augšējās pakāpes saglabājamajā daļā derīgās kravas nodalījumu, kurš tad ļautu principā jebkuru pavadoni vai citu objektu nogādāt arī atpakaļ uz Zemi un tādējādi padarīt daudzkārt izmantojamu. Otrkārt, augšējo pakāpi taisīt pilotējamu, lai būtu iespējams, pateicoties cilvēka tiešai līdzdalībai, satvert orbītā arī šādai operācijai speciāli nepielāgotus un pat vairs nedarbojošos pavadoņus un relatīvi vienkāršos gadījumos tos tehniski apkopt un saremontēt turpat kosmosā. Treškārt, pilotējamo augšējo pakāpi izveidot līdzīgu lidmašīnai, līdz ar to būtiski vienkāršojot operācijas, kas saistītas ar liela, gan apkalpi, gan kravu pārvadājoša transportaparāta nolaišanos. (Kā viegli noprast, visi šie jauninājumi ir savstarpēji saistīti.)

Taču stacionārs kravas nodalījums, apkalpes kabīne, spārni un — it sevišķi — šo sastāvdaļu siltumaizsardzības pārklājums vairākkārt palielina to lidaparāta masu, kura reizē ar derīgo kravu jānogādā orbītā ap Zemi. Rezultātā kosmosa transportlīdzeklim, kuram starta masa nedaudz pārsniedz 2000 t (tieši tāds ir kosmoplāns «Space Shuttle»), augšup vedamā krava samazinās no ~100 t uz ~30 tonnām. Tādēļ pārvadājumos uz orbītu šāda raķešlidmašīna var būt daudz ekonomiskāka par tradicionālajiem transportlīdzekļiem vienīgi tad, ja ar kārtējo reisu saistītie pasākumi — tehniskā apkope, vienreiz izmantojamo elementu izgatavošana utt. — tai izmaksā vismaz desmit reizes mazāk nekā tikpat lielas (pēc starta masas) parastās nesējaķešes lidojums.

Tik krasi samazināt kosmiskā lidaparāta ekspluatācijas izdevumus līdzšinējā programmas «Space Shuttle» īstenošanas gaitā amerikāņiem nav izdevies — pirmām kārtām sakarā ar galveno dzinēju (sevišķi degvielas turbosūkņū) un dažu citu daudzreiz izmantojamo agregātu neparedzēti straujo nolietošanos. Rezultātā viena kilograma nogādāšana uz zemu orbītu pēdējos pirmskatastrofas lidojumos bija nevis teicrētās piecas, bet gan tikai divas reizes lētāka

Transportsistēmas «Space Shuttle» izmantošana pagātnē un nākotnē

Galvenās derīgās kravas pastāvīgais vai pagaidu (ja krava iznomāta) īpašnieks	Relatīvais reisu skaits, %		
	1981—1982 (izmēģinājumi, 4 lidojumi ¹)	1982—1986 (ekspluatācija, 20 lidojumi ²)	1988—1994 (ekspluatācija, ... lidojumi ³)
ASV Nacionālā aeronaut. un kosmonaut. pārvalde (NASA)	50	30	45—50
ASV Aizsardzības ministrija (Pentagons)	25	10	40—45
ASV privātās firmas un ārvalstu organizācijas ⁴	—	60	~ 10

¹ Pirmajā lidojumā kravas nebija, pārējos lidojumos tā bija relatīvi neliela.

² Neskaitot lidojumu, kura starta posmā gāja bojā kosmoplāns «Challenger».

³ Plānoti sākumā ~ 5 lidojumi gadā, vēlāk — līdz ~ 15 lidojumiem gadā.

⁴ Šādu pasūtītāju apkalpošanai domātajos reisos bieži tika pārvadāta arī kāda NASA krava.

nekā ar ekonomiskākajām amerikāņu nesējraķetēm. (Piemēram, raķetes «Titan-34D» starts un «Space Shuttle» reiss izmaksāja apmēram vienādi — vairāk nekā 100 miljoni dolāru, bet celtpēja kosmoplānam bija divreiz lielāka.)

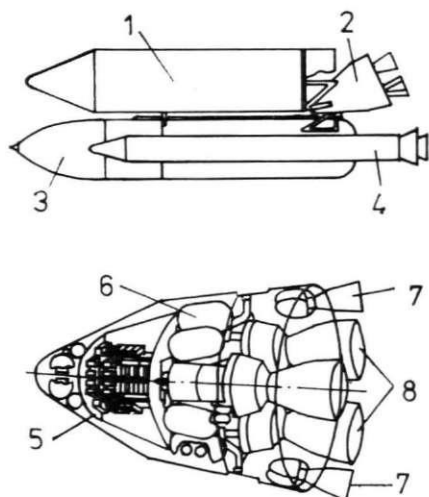
Protams, arī divkārtš ietaupījums kosmosa transportā nebūtu mazsvarīgs. Taču līdz šim ar «Space Shuttle» visbiežāk tika pārvadāti nevis zemā, bet gan ģeostacionārajā orbītā ievadāmi kosmiskie aparāti — lielākoties ASV privātajām firmām un ārvalstu organizācijām piederošie sakaru pavadoni (tab.). Orbītas paaugstināšanai tika liktas lietā vienu vienīgu reizi izmantojamas papildu raķešpakāpes, turklāt tieši visizplatītāko pavadona, papildpakāpes un palaišanas iekārtas kombināciju nevarēja optimāli izvietot kosmoplāna kravas telpā. Tādēļ vairākumā «Space Shuttle» reisu nebija vispār nekāda ietaupījuma salīdzinājumā ar parasto nesējraķešu lidojumiem.

Tofies dažādu kravu vešana atpakaļ uz Zemi un pavadonu remontēšana turpat kosmosā izrādījās ekonomiski visai efektīva. Šo operāciju īstenošanai nebija vajadzīgi speciāli «Space Shuttle» lidojumi, tās visas tika paveiktas kā ierindas transportreisu «Zeme—orbīta» papildinājumi un tādēļ izmaksāja 5—10 reizes mazāk nekā jaunu kosmisko aparātu būve un palaišana. (Piemēram, Saules izpētes pavadona SMM saremontēšana orbītā ietaupīja vairāk nekā 100 miljonus dolāru.) Tādējādi kopvērtējumā var teikt,

ka amerikāņu mēģinājums spert kosmosa transporta jomā divus lielus soļus uzreiz no ekonomiskā viedokļa izrādījies tikai daļēji sekmīgs.

Izklāstītajā situācijā acīmredzot būtu racionāli līdztekus kosmoplāniem uzbūvēt arī bezpilota transportaparātus, kuriem būtu tādi paši starta paātrinātāji un ārējā degvielas tvertne, bet orbitālo lidmašīnu aizstātu dzinēju un vadības iekārtu bloks un viegls vienreiz izmantojams derīgās kravas konteiners (1. att.). Šādas daļēji saglabājamās nesējraķetes celtpēja varētu sasniegt 70 un vairāk tonnas, bet lidojuma izmaksa būtu nedaudz zemāka kā variantam ar orbitālo lidmašīnu, tātad viena kilograma nogādāšana kosmosā maksātu vismaz divarpus reizes mazāk. Šādu lielaudas transportlīdzekļu projektus, kuri balstās uz jau pastāvošo komponentu (starta paātrinātāju, galveno dzinēju utt.) izmantošanu un tādēļ būtu samērā vienkārši īstenojami, izvirzījušas vairākas amerikāņu firmas. Taču līdz šim nedz NASA, nedz ASV Gaisa kara spēki nevienu no tiem nav pieņēmuši īstenošanai — lai gan loģiskāk būtu bijis tieši sākt ar šādu daļēji saglabājamu nesējraķeti un tikai vēlāk turpināt ar pilotējamu kosmoplānu...

Sakarā ar tehniskiem pasākumiem apkalpju drošības paaugstināšanai «Space Shuttle» kravnesība augšupceļā tūlīt pēc lidojumu atsākšanas būs apmēram par 15% un lejupceļā — par 10% mazāka nekā agrāk, tātad attiecīgi ~ 25



1. att. Nesējraķete ar daudzkārt izmantojamiem dārgākajiem elementiem, kas izveidota uz kosmoplāna «Space-Shuttle» konstrukcijas bāzes (projekts): 1 — derīgās kravas konteiners (vienreiz izmantojams), 2 — dzinēju un vadības iekārtu bloks (sk. shēmu apakšā), 3 — degvielas tvertne (vienreiz izmantojama), 4 — starta paātrinātāji, 5 — vadības iekārtu elektronika, 6 — manevrēšanas dzinēju degvielas tvertnes, 7 — manevrēšanas dzinēji, 8 — galvenie dzinēji.

un 13 tonnas. Turpmākajos gados starta paātrinātāju, manevrēšanas dzinēju un citu agregātu pilnveidošana, domājams, ļaus kosmoplānu celtspēju uz mēreni slīpu orbītu atkal palielināt līdz nominālajai vērtībai — gandrīz 30 tonnām. Turpretī celtspēja uz polāru orbītu un kravenesība atceļā uz Zemi, lai arī nedaudz pieaugs, nominālās 14,5 t acīmredzot tā arī nesaņiegs. Apkalpju drošības dēļ plašāka un rūpīgāka būs kosmoplānu tehniskā apskate un apkope lidojumu starplaikos, tādēļ reisi notiks retāk — katram konkrētajam «Space Shuttle» eksemplāram sākumā ar pusgada, vēlāk ar trīs mēnešu intervālu — un izmaksās dārgāk. Visbeidzot, līdz 1992. gadam, kad stāsies darba ierindā pašlaik būvējamais «Challenger» dublikāts, NASA rīcībā būs tikai trīs kosmoplāni.

Minēto apstākļu dēļ «Space Shuttle» perspektīvā, pirmkārt, pārvadās lielākoties tikai tādās kravas, kurām patiešām nepieciešamas kos-

moplāna specifiskās iespējas — cilvēka tieša līdzdalība to izvēršanā vai darbināšanā, kā arī atgādāšana atpakaļ uz Zemi. Šādu sarežģītu kosmisko aparātu vidū dominē zinātniskie un militārie pavadoņi, tādēļ nākotnē šīs transport-sistēmas galvenie lietotāji būs NASA un Pentagons (sk. tab.). Turpretī relatīvi vienkāršie, ģeostacionārajā orbītā ievadāmie un pēc tam kosmoplānam vairs neaizsniedzamie sakaru pavadoņi turpmāk tiks palaisti ar «Space Shuttle» vienīgi izņēmuma kārtā, tādēļ īstu komercreisus būs pavisam maz. Otrkārt, kamēr nebūs pabeigts «Challenger» aizstājējs, polāru orbītu sasniegšanai piemērotais «Space Shuttle» starta komplekss Vandenbergas Gaisa kara spēku bāzē paliks iekonservēts un kosmoplāni lidos vienīgi no NASA Kenedija Kosmiskā centra uz mēreni slīpām orbītām.

KOSMOPLĀNS PILOTĒJAMA LIDAPARĀTA LOMĀ

Atšķirtībā no situācijas, kāda bija visu agrāko kosmosa transportlīdzekļu izstrādāšanā, pilotējamā kravas kosmoplāna «Space Shuttle» radīšanas gaitā nācās risināt jautājumu par šā lidaparāta apkalpes drošību.

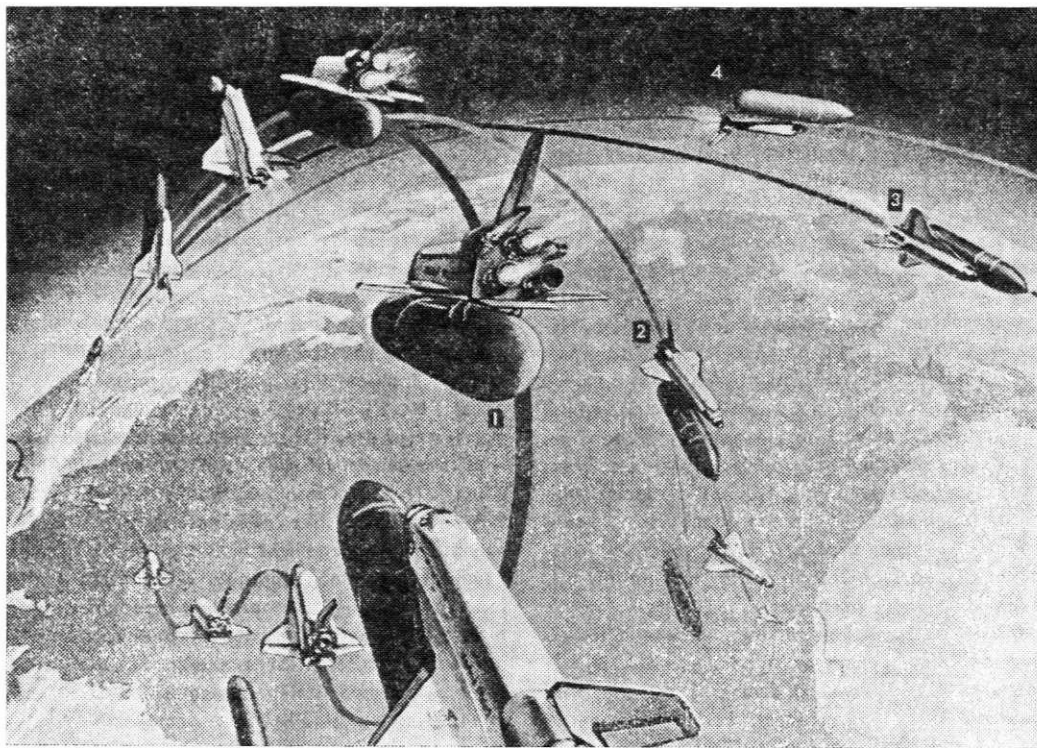
Jau programmas «Space Shuttle» īstenošanas sākumā tika pieņemts pamatprincips, ka pirmām kārtām jācenšas nevis padarīt kosmonautu glābšanas līdzekļus tik universālus, lai tie palīdzētu pat vissarežģītākajās un mazvarbūtiskākajās avārijas situācijās, bet gan jācenšas novērst šādu situāciju rašanās iespēju. Tādēļ daudzas svarīgākās funkcijas tika sadalītas starp vairākiem identiskiem agregātiem ar tādu aprēķinu, lai viena vai pat dažu agregātu sabojāšanās gadījumā pārējie varētu nodrošināt daudz maz normālu lidojuma turpināšanu vai priekšlaicīgu atgriešanos uz Zemi. Šāda pieeja tika realizēta attiecībā uz kosmoplāna galvenajiem dzinējiem, orientācijas un stabilitātes dzinējiem, manevrēšanas dzinējiem, hidrauliku darbinošajiem turbosūkņiem un citiem agregātiem. Lidojuma drošībai kritiskās iekārtas, kurām ir relatīvi maza masa un gabarīti, tika tiešā veidā dublētās vai pat vairākkārtīgi rezervētas (piemēram, radio-

sakaru iekārtas — trīskārši un četrkārši, centrālā ESM — pat pieckārši). Konstrukcijas elementiem un agregātiem, kurus dublēt vai sadalīt mazākos nebija iespējams, tika paredzēta lielāka izturības rezerve nekā parasti. Piemēram, «Space Shuttle» starta paātrinātāju korpusiem tika noteikts drošības koeficients 2,0, lai gan paātrinātājiem, kurus izmanto parastajās amerikāņu nesējraķetēs, šis koeficients ir tikai 1,3—1,5. Taču korpusa sekciju salaiduma konstrukcijā bija būtiskas nepilnības, un neparastākos ekspluatācijas apstākļos (zemā temperatūrā) «Challenger» paātrinātājs tomēr cieta smagu avāriju.

Atbilstoši jau minētajam pamatprincipam, laikposmā pēc «Challenger» katastrofas amerikāņu speciālisti galvenās pūles veltīja kosmoplāna

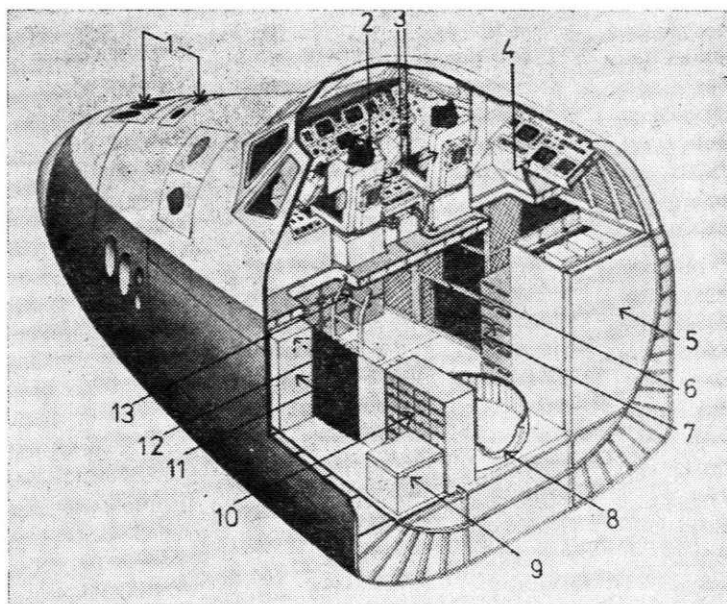
bortsistēmu darbības drošuma paaugstināšanai. Tika būtiski pārveidota paātrinātāja sekciju salaiduma konstrukcija, tur ievietotas nevis divas, bet trīs gredzenveida blīves, tām pierīkoti temperatūras sensori un elektriskie sildītāji. Ne mazums izmaiņu tika ieviests arī orbitālajā lidmašīnā un ārējā degvielas tvertnē.

«Space Shuttle» apkalpes glābšanai avārijas situācijā jau kopš paša sākuma bija pieņemts būtībā tāds pats princips, kāds mūsdienās tiek izmantots parastajos kosmosa kuģos. Protī, uz Zemes priekšlaikus jānolaīžas tai pašai lidaparāta sastāvdaļai, kura atgrieztos arī normāla lidojuma nobeigumā, — parastā kosmosa kuģa nolaižamajam aparātam vai atiecīgi kosmoplāna orbitālajai lidmašīnai. Piemēram, ja augšupceļā



2. att. Kosmoplāna «Space Shuttle» orbitālās lidmašīnas glābšanas varianti kāda galvenā dzinēja kļūmes gadījumā: 1 — atgriešanās un nolaišanās starta rajonā ASV austrumpiekrastē, 2 — lidojums pāri Atlantijas okeānam un nolaišanās Ziemeļāfrikā vai Dienvidēropā, 3 — nepilns Zemes apriņķojums un nolaišanās ASV rietumpiekrastē, 4 — ieešana zemākā orbitā.

3. att. Kosmoplāna «Space Shuttle» orbitālās lidmašīnas priekšdaļa ar apkalpes kabīni: 1 — orientācijas un stabilizācijas dzinēji, 2 — kosmoplāna galvenā vadības pults, 3 — komandiera un pilota sēdekļi, 4 — derīgo kravu apkalpošanas pults, 5 — bortaparātūras nodaļums, 6 — guļamtelpa, 7 — statnis sīku derīgo kravu izvietojšanai, 8 — kabīnes-kraavas telpas slūžu kameras pamatne, 9 — atkritumu konteiners, 10 — bortaparātūras un inventāra (instrumentu, dokumentācijas u. c.) nodaļums, 11 — personīgās higiēnas telpa, 12 — pārtikas glabātuve un virtuve, 13 — kāpnes uz augšējo klāju. Augšējā klājā ir pavisam četri sēdekļi, apakšējā — viens līdz četri sēdekļi.



nahtos apturēt kādu galveno dzinēju, lidmašīnai, darbinot atlikušos dzinējus, būtu jādodas kāda aerodroma virzienā vai, ja šāda situācija rastos attiecīgi vēlāk, jāieiet zemākā orbitā ar Zemi (2. att.).

Tomēr nebija pienācīgi sagatavota glābšanās iespēja gadījumam, ja kļūme rastos kādā no starta paātrinātājiem, kuri darbojas lidojuma pirmajās divās minūtēs un, kā jau cietās degvielas raķešdzinēji, līdz pat degvielas izsīkšanai praktiski nav izslēdzami. Vēl darbības laikā atdalīti, tie strauji un nevadāmi aizdrāztos uz priekšu un ar savu izplūdes strūklu vai korpusa pakalgalu varētu bīstami bojāt ārējo degvielas tvertni vai orbitālo lidmašīnu. Šādu briesmu novēršanai paātrinātāju vilci vajadzēja kaut kā neitralizēt, piemēram, atverot to priekšgalus un tādējādi radot arī pretējā virzienā vērstas izplūdes strūklas. Taču tik milzīgam raķešdzinējam attiecīgais drošības vārsts iznāktu liels un masīvs, tādēļ kosmoplāna derīgā krava samazinātos par vairāk nekā 10 t, t. i., gandrīz uz pusi. Bez tam pastāvēja uzskats, ka šie raķešdzinēji, būdami konstrukcijā visai vienkārši — ar cieto degvielu pildīta čaula bez jebkādam

kustīgām daļām —, ir gandrīz absolūti droši. Tādēļ amerikāņu speciālisti no ierīcēm vilces neitralizēšanai atteicās un, kā pēc «Challenger» katastrofas kļuva zināms, vispār neieprogramēja kosmoplāna skaitļotājos starta paātrinātāju priekšlaicīgu atdalīšanu — lai gan cerības šādā veidā izglābties nebūt nebija vienādas ar nulli...

Turpretī iespēja nekavējoties atdalīt no ārējās degvielas tvertnes pašu orbitālo lidmašīnu bija programmās paredzēta, lai gan patiesībā šāds variants būtu pat grūtāks un bīstamāks nekā paātrinātāju atdalīšana. Pirmkārt, caurules, pa kurām degviela tiek sūknēta no tvertnes uz galvenajiem dzinējiem, aizķertos aiz strauji atpaliekošās lidmašīnas pakaljala un sagrieztu to vairāk vai mazāk šķērsām lidojuma virzienam. Līdz ar to rastos bīstami liela aerodinamiskā slodze uz lidmašīnas spārniem — tiesa, reizē arī spēks, kas traucējošos cauruļu galus nolauztu. Otrkārt, galvenie dzinēji paliktu bez degvielas, tādēļ pagriezīenu atpakaļ uz starta vietu vajadzētu veikt tikai ar aerodinamiskiem paņēmieniem, kas starta paātrinātāju darbības beiguposmā vairs nav izdarāms, jo

kosmoplāns jau atrodas pārāk retinātos gaisa slāņos (taču bija vēl pilnīgi iespējams brīdī, kad radās karsto gāzu parazītiskā noplūde «Challenger» paātrinātājā). Tomēr reāli piedzīvotajā avārijas situācijā, kā zināms, netika mēģināts uzsākt pat šo stipri riskanto glābšanās operāciju, jo atbilstošo sensoru trūkuma dēļ nebija brīdinājuma par kļūmes rašanos.

Nodrošināt starta paātrinātāju normālu atdalīšanos no ārējās degvielas tvertnes arī to darbības laikā, būtiski nepalielinot šo raķešbloku masu, joprojām ir visai grūti (lai gan vismaz viena kaut cik perspektīva ideja ir atrasta), tādēļ pirmie «Space Shuttle» pēckatastrofas lidojumi vēl notiks bez šāda uzlabojuma. Daudz vienkāršāk ir panākt, lai degvielas caurules varētu avārijas gadījumā pāršķelt tādā vietā, ka pie tvertnes palikušie gali neaizķertos aiz lidmašīnas, un līdz lidojumu atsākšanai tas, domājams, būs izdarīts.

Tā kā orbitālā lidmašīna, ja nāktos atdalīties no ārējās degvielas tvertnes paātrinātāju darbības beiguposmā, nevienam aerodromu aizsniegt reāli nevarētu, bet nolaišanās okeānā saistīta ar visai nopietnu risku, visnotaļ vēlams būtu arī kāds līdzeklis, kas ļautu apkalpei izkļūt no šī aparāta lidojuma pašā pēdējā fāzē. Turklāt šāds glābšanās līdzeklis izrādītos ļoti noderīgs arī tad, ja smaga kļūme atgadītos pašā lidmašīnā, vienalga, piespiedu atceļā uz Zemi vai līdz tam normāla reisa beigās. (Šajā ziņā panākt lidojuma drošību kosmoplānam ir krietni sarežģītāk nekā parastajam kosmosa kuģim: lai orbitālā lidmašīna nosēžoties neaizietu bojā, darba kārtībā jābūt veselai virknei komplicētu bortsistēmu, turpretī parastajam nolaižamajam aparātam principā pietiek ar izpletņu sistēmas normālu funkcionēšanu.)

Taču ieviest jau pastāvošajā kosmoplāna konstrukcijā atdalāmu un ar izpletņiem lēni nolaižamu kabīni būtu ļoti sarežģīti, turklāt uz attiecīgo papildmezglu un ierīču rēķina derīgā krava samazinātos par 6—8 t, tas ir, par aptuveni ceturto daļu līdzsīnējās celtspējas. Individuāli katapultēt visus astoņus apkalpes locekļus, kuri izvietoti dziļi kabīnē divos klājos (3. att.), praktiski nav iespējams. (Kosmoplāna «Columbia» izmēģinājuma lidojumos katapultējami sēdekļi gan bija, taču tad apkalpi veidoja tikai divi cilvēki un abi atradās kabīnes augšējā klājā.) Tādēļ amerikāņu speciālisti tagad izraudzījušies šādu risinājumu: kad orbitālā lidmašīna būs noplanējusi līdz dažu kilometru augstumam un lidos ar ātrumu ~500 km/h, apkalpes locekļi varēs to atstāt cits pēc cita caur kabīnes sānu lūku, izmantojot tauvā iesietas miniatūras raķetes, un nolaišties ar izpletņiem. (Raķetes ne vien palīdzēs kosmonautiem izkļūt ārpusē, bet arī, pats galvenais, uzreiz aizraus viņus pietiekami tālu no lidmašīnas, lai nedraudētu sadursme ar tās spārniem vai asti.)

Tā kā līdz «Space Shuttle» lidojumu atsākšanai vēl nebūs īstenoti gluži visi drošības uzlabošanai iecerētie pasākumi, tuvākajā laikā kosmoplāna apkalpē būs tikai pieci locekļi, visi — profesionāli kosmonauti (divi piloti un trīs tā dēvētie misijas speciālisti). Neprofesionālie kosmonauti pagaidām drīkstēs lidot vienīgi tad, ja viņi būs pilnīgi nepieciešami kādas konkrētas derīgās kravas apkalpošanai, taču pirmajos divos jaunā ekspluatācijas posma gados tik specifisku kravu acīmredzot būs pavisam maz. Pasažieru jeb, pēc oficiālās terminoloģijas, lidojuma dalībnieku pārvadāšana atsāksies ne agrāk kā trešajā gadā kopš pirmā pēckatastrofas starta.

E. M ū k i n s



«ZVAIGŽŅU KARŠ» MŪSDIENĀS

NATĀLIJA
CIMAHOVIČA

Kurp mūs ved modernās tehnikas straujā attīstība! Vai panāksim līdzsvaru starp to un cilvēka gara pasaules pilnveidošanu? Šie jautājumi kļūst arvien aktuālāki un liek mums arvien biežāk aizdomāties par progresa ceļiem. Šoreiz pievērsīsimies «zvaigžņu kara» tēmai.

Šķiet, pirmais domu par «zvaigžņu karu» izteicis slavenais amerikāņu rakstnieks Herberts Velss fantastiskajā romānā «Pasauļu karš» (1898), kurā tēlots marsiešu uzbrukums mūsu planētai. Šodien mums ir zināms, ka uz Marsa saprātīgu būtņu nav un vispār jebkāda kontaktēšanās ar citu planētu iemītniekiem ir stipri problemātiska. Toties liela mēroga militārus konfliktus laiku pa laikam izraisa paši Zemes apdzīvotāji. Šī cilvēces aktivitātes galēji absurda darbība nule, nule var pārcelties arī uz kosmosu: visas zemeslodes presē tiek diskutēti ASV pasākumi kosmosa militarizācijai.

ASV valdība paredzējusi izveidot grandiozu militāru sistēmu, kuras pamatā būs kosmiskās raķetes, ieroči kosmosā un kompjūteri šo ierīču automātiskai vadīšanai. Viss šis pasākums saucas «Stratēģiskā aizsardzības iniciatīva» (SAI). Starptautiskajā presē to dēvē arī par ASV «zvaigžņu kara» programmu. Izmantojot zinātnisko publikāciju datus, iepazīsimies ar šīs sistēmas fizikālo pamatstruktūru un zināmā mērā arī ar tās militārajām iespējām.

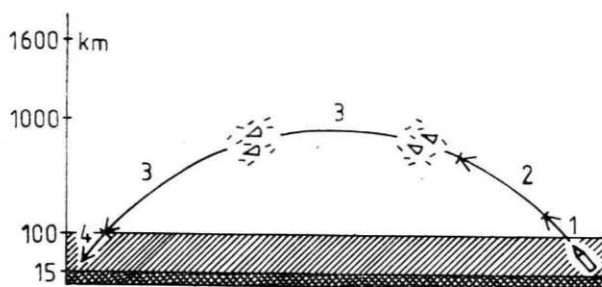
SAI pretraķešu sistēmas princips atšķirībā no citiem projektiem ir ballistisko raķešu iznīcināšana jebkurā to trajektorijas vietā, nevis vairs tikai lidojuma beiguposmā, mērķa tuvumā.

Vispirms aplūkosim uzbrūkošās ballistiskās raķetes trajektoriju (1. att.). Parasti to nosacīti iedala četrās daļās. Pirmais ir aktīvais posms,

kurā raķete dzinēju darbības rezultātā iegūst nepieciešamo ātrumu — 6—7 km sekundē. Seko fragmentācijas posms, kurā kaujas galviņa atdalās no tās imitācijām — viltus galviņām. Trešajā — ballistiskajā posmā visi šie objekti pārvietojas pa brīva lidojuma trajektorijām. Ceturtajā jeb beiguposmā kaujas galviņa iekļūst atmosfērā un dodas uz mērķi, bet tās imitācijas atmosfēras augšējos slāņos sadeg.

Patī efektīvākā pretraķešu sistēma ir tā, kura spēj iznīcināt uzbrūkošu raķeti tās trajektorijas aktīvajā posmā. Šajā laikā, pirmkārt, lidojumā ir daudz mazāk objektu nekā vēlāk, kad atdalījušās kaujas galviņas un viltus galviņas. Otrkārt, uzbrūkošo raķeti šai posmā vieglāk atklāt tās degošās «astes» dēļ, un, treškārt, raķete ir lielāka par kaujas galviņu, tāpēc to vieglāk pamantīt. Bez tam raķete ir vieglāk iznīcināma, jo tās sienas veido degvielas tvertnes.

Tā kā trajektorijas aktīvais posms sniedzas līdz 200—300 km augstumam, tas no Zemes novērojams tikai 1600—2000 km attālumā. PSRS teritorija ir daudz lielāka par ASV teritoriju, tāpēc, piemēram, ballistisko raķeti, kas tiek palaista Centrālajā Sibīrijā, iespējamo pretinieku virszemes novērošanas sistēmas nevar konstatēt pat tad, ja tās izvietotas pie pašām mūsu valsts robežām. Tātad, lai ballistiskās raķetes varētu atklāt to trajektorijas aktīvajā posmā, jāizveido īpašu ZMP — militāru kosmisko sta-



1. att. Starpkontinentālās ballistikās raķetes trajektorijas shēma: 1 — aktīvais posms; 2 — fragmentācijas posms; 3 — ballistikais posms; 4 — lidojuma beiguposms. Ar horizontālām līnijām atzīmēts atmosfēras efektīvais līmenis (100 km) un aptuvens mākoņu slāņa augstums (15 km). Ballistikajā posmā lido istās un viltus kaujas galviņas.

ciju sistēma. Daļa amerikāņu pētnieku uzskata, ka pietiek ar dažiem desmitiem, bet citi ir pārliecināti, ka nepieciešami vairāki tūkstoši kosmisko stacijas.

Tālāk aplūkosim raķetes trajektorijas ballistisko posmu. Starpkontinentālajām ballistikajām raķetēm, kuru lidojums sniedzas ap 10 000 km tālu, ballistikais posms ilgst 20—25 min, tas ir, piecreiz vairāk nekā aktīvais trajektorijas posms. Tomēr šajā posmā ir grūti pamanīt mērķi, jo kaujas galviņu un to imitāciju skaits ievērojami pārsniedz startējušo raķešu skaitu. Katra tipiska raķete var nest desmit kaujas galviņu un tikpat daudz viltus galviņu, turklāt vēl simt vai pat vairāk citu primitīvu imitāciju ballistikās trajektorijas piesātinājumam, piemēram, metalizētus balonus, kuros iespējams arī noslēpt kaujas galviņu. Ballistikā posmā «apkalpošana» tāpat vislabāk veicama, izmantojot Zemes mākslīgos pavadoņus.

Arī trajektorijas beiguposma uzmanīšanai ļoti efektīvas ir kosmiskās stacijas. To ierīces spēj sekot kaujas galviņām un iznīcināt tās 40—50 km augstumā virs Zemes. Ar parastajiem pretraķešu ieročiem kaujas galviņas var iznīcināt tikai pašās trajektorijas beigās.

Tāpat kaujas galviņu iznīcināšana to trajektorijas beiguposmā ir lokāla rakstura pasākums, bet iedarbība uz ballistisko un aktīvo posmu paredzēta savas teritorijas vispārējai aizsardzībai.

Ballistisko raķešu trajektorijas atsevišķo posmu pamatparametri un taktiskie raksturlielumi doti 1. tabulā.

Kādas ir pašreizējās fizikāli tehniskās iespējas iznīcināt uzbrūkošās raķetes un kaujas galviņas?

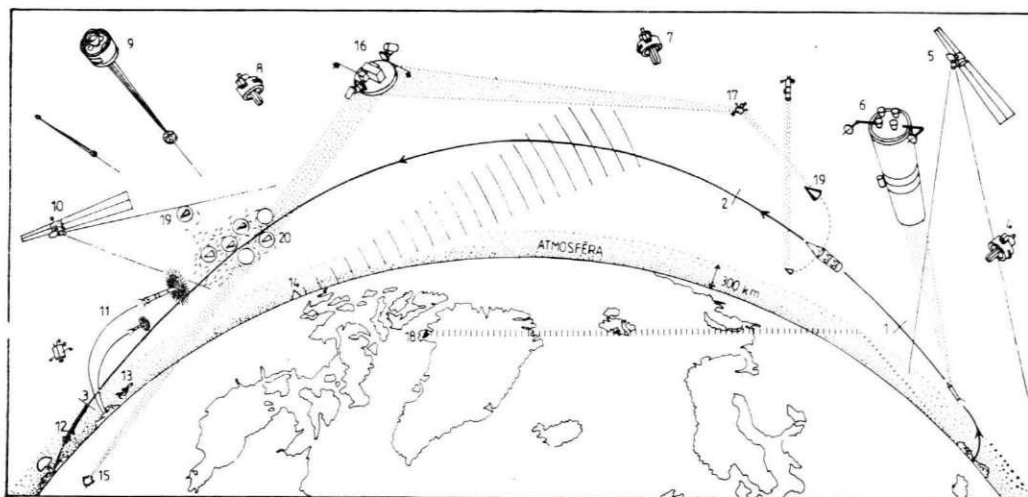
Mūsdienu fizikas arsenālā šim nolūkam atrodami šādi līdzekļi:

1. Virzītas enerģētiskās iedarbības ieroči, kuru

1. tabula

Ballistisko raķešu trajektorijas raksturojums un preddarbības iespējas

Trajektorijas posms	Raķetes lidojuma ilgums, s		Mērķu skaits raķetei	Galvenie trāpījuma objekti	Pretraķešu sistēmas izvietojums
	kopā	atmosfērā			
Aktīvais	200—300	100—150	minimāls	raķešu degvielu tvertnes	kosmosā
Ballistikais	1000	—	maksimāls	kaujas galviņas vai visi lidojošie objekti	kosmosā
Beiguposms	100	100	tuvs minimālam	kaujas galviņas	uz Zemes vai atmosfērā



2. att. SAI pretraķešu sistēmas kopskats: 1 — aktivā posma beigas (7 min pēc starta); 2 — fragmentācijas posma beigas (10 min pēc starta); 3 — ballistikā posma beigas (27 min pēc starta); 4 — ZMP raķešu pamanīšanai aktivajā posmā; 5 — novērošanas ZMP; 6 — ZMP ar lāzerlielgabalu; 7 — ZMP raķešu pamanīšanai fragmentācijas posmā; 8 — ZMP raķešu pamanīšanai ballistikajā posmā; 9 — ZMP ar elektromagnētisko lielgabalu; 10 — ZMP kaujas galviņu pamanīšanai; 11 — trieciendarbības pretraķete pārtveršanai kosmosā; 12 — trieciendarbības pretraķete pārtveršanai atmosfērā; 13 — lidmašīna kaujas galviņu pamanīšanai; 14 — agrās brīdināšanas radiolokators; 15 — lāzerlielgabals uz Zemes; 16 — ZMP ar spoguļi; 17 — ZMP ar spoguļi; 18 — agrās brīdināšanas radiolokators; 19 — kaujas galviņa; 20 — kaujas galviņas imitācija — viltus galviņa.

nestā enerģija iedarbojas uz mērķa virsmu. Pie tiem pieder visi lāzeru ieroči.

2. Virzītas enerģētiskās iedarbības ieroči, kuru enerģiju iespējams ievadīt dziļākos mērķa materiāla slāņos. Tie ir t. s. kūlstarojuma ieroči.

3. Kinētiskie ieroči — ballistiskie lādiņi vai lādiņi ar automātisku mērķa lokāciju. Šie lādiņi tiek paātrināti līdz lielam ātrumam un iznīcina mērķi, to mehāniski sagraujot.

4. Elektromagnētiskā impulsa ieroči. Tie darbojas analogi kodolsprādzienam, izstarojot milimetru diapazona radioviļņu kūļus vai intensīvu lādētu daļiņu kūli, kas ģenerē enerģiju plašā frekvenču diapazonā.

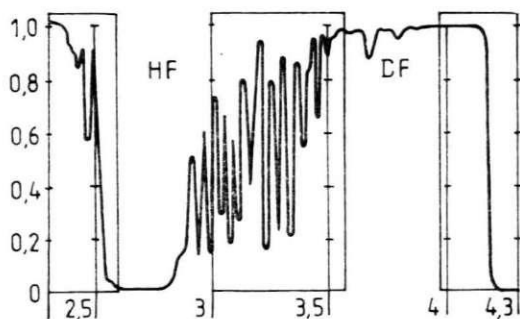
Aplūkosim katru ieroču grupu nedaudz sīkāk.

Pirmās grupas ieroči ir ļoti efektīvi. Pirmkārt, tie trāpa mērķi gandrīz acumirklī, jo lāzera stars izplatās ar gaismas ātrumu, t. i., 300 000 km sekundē. Tāpēc, piemēram, 3000 km tālu objektu tas sasniedz 0,01 sekundē. Mērķa pārvietošanos

šajā laiksprīdī par dažiem desmitiem metru iepriekš var izskaitļot. Otrkārt, lāzera staru maz ietekmē Zemes gravitācijas spēks, tāpēc tas izplatās gandrīz taisnā virzienā — 3000 km tālumā noliecas par nepilnu milimetru. Treškārt, lāzera staru kūlis sniedzas ļoti tālu, to ierobežo tikai stara izkliede, kuras dēļ mērķim tiek trāpīts nevis vienā punktā, ar maksimāli koncentrētu enerģiju, bet gan izplūdušā laukumīnā.

Minētās lāzeru ieroču priekšrocības vislabāk realizējas, ja tie izvietoti kosmiskajā telpā. Turklāt kosmiskie lāzeru ieroči var tikt vērsti ne vien pret raķetēm, kas lido kosmosā, bet arī pret dažādiem mērķiem uz Zemes.

Zemes atmosfēra attiecībā pret lāzera staru ir tikpat caurlaidīga kā attiecībā pret parasto redzamo gaismu; caurlaidības intervāls ir pat nedaudz platāks, 0,3—1 μm (3. att.). Bet, tāpat kā parastā gaisma, arī lāzera stars intensīvi izkļiedējas mākoņos, miglā, aerosolos un pufek-



3. att. HF un DF lāzeru starojuma absorbcija Zemes atmosfērā. Uz vertikāles — absorbcijas pakāpe, apakšā — viļņu garums μm .

jos. No kosmosa raidīti lāzeru stari spēj bojāt dažādas plānas tvertnes: degvielu tilpnes, lidaparātu fizelāžu un tamlīdzīgas.

Pagaidām gan lāzeru enerģētiskās iespējas vēl ir pārāk mazas, lai tos varētu izmantot minētajiem nolūkiem. Piemēram, nepārtrauktas darbības ķīmiskajiem lāzeriem stara spožums ir ap 10^{15} W/sr. Tas ir miljoniem reižu mazāk, nekā nepieciešams efektīviem kosmiskajiem ieročiem. Bez tam, ja lāzers raida ļoti lielu enerģijas plūsmu, šī enerģija sagrauj pati savu aktīvo

vidi, resp., katram nākamajam šāvienam tā kaut kādā veidā jāatjauno. Bet bruņota konflikta gadījumā vienā laidā startē daudz ballistisko raķešu un kosmiskajai stacijai vai stacijām jāiznīcina to vairāki simti, tas ir, katras stacijas krājumā jābūt līdz 1000 šāviņiem un tie jāizšauj ar ātrumu desmitiem šāviņu sekundē. Tātad šajā jomā vēl daudz risināmu problēmu.

Dažādu kaujas lāzeru operatīvie parametri doti 2. tabulā. SAI pretraķešu sistēmā paredzēti divu tipu ķīmiskie lāzeri, īstentībā divi pa-

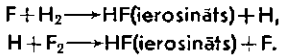
2. tabula

Dažādu tipu kaujas lāzeru pamatparametri un darbība

Lāzera tips	Viļņa garums	Absorbcija atmosfērā	Enerģijas avots	Izvietojums	Darbības veids	Masa
Ķīmiskais, HF	2,8 μm	ir	iekšējais	kosmosā	K—K	~2t degvielas katram šāvienam
Ķīmiskais, DF	3,8 μm	nav	iekšējais	kosmosā	K—K	tāpat kā HF
Eksimērais	0,2—0,3 μm	nav	ārējais	uz Zemes, ar spoguļiem kosmosā	Z—K	
Rentģena	10^{-4} μm	ir	kodolsprādziens	kosmosā (vai palaišana no Zemes pēc traucsmes)	K—K	mazāka nekā citu tipu lāzeriem
Ar brīviem elektroniem	jebkurš	daļēji	ārējais	kosmosā(?) vai uz Zemes, ar spoguļiem kosmosā	K—K K—Z(?) Z—Z(?) Z—K	

veidi — fluorūdeņraža lāzers ar parasto ūdeņradi (HF) un ar deiteriju (DF).

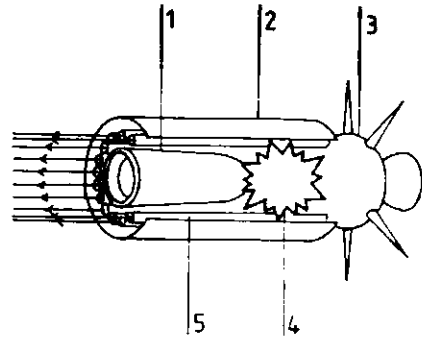
HF lāzera enerģijas avots ir reakcija starp fluoru un ūdeņradi:



Reakcijā radušās fluorūdeņraža molekulas ir ierosinātā stāvoklī. Ierosināti tiek vairāki apmēram vienāda attāluma enerģētiskie līmeņi, tāpēc šie lāzeri nav stingri monohromatiski, bet staro veselu līniju spektru, kas centrējas ap 2,8 mikrometriem. Taču tieši šajā joslā (sk. 3. att.) atrodas ūdens tvaiku molekulu absorbcijas līnijas, tāpēc kosmosā izvietotā HF lāzera stars neiet cauri Zemes troposfērai. Šā trūkuma novēršanai ieteikts DF lāzers, kurš staro citā viļņu garuma — 3,6 — 4 μm — joslā. Tajā Zemes atmosfēra ir samērā caurlaidīga. Tomēr arī šajā gadījumā pastāv vēl daudzas neatrisinātas tehniskas problēmas. To vidū var minēt, piemēram, grūtības, kas saistītas ar lāzernesējas kosmiskās stacijas orientāciju un stabilizāciju telpā.

Pēdējos gados strauji attīstās jauns lāzeru tips — eksimērie lāzeri. Tie ir impulsdarbības monohromatiski lāzeri, kurus aktīvā vide ir inerto gāzu ķīmiskie savienojumi, kam ir nestabili ierosinātie stāvokļi. Lai panāktu destabilizāciju, kuras rezultātā šīs molekulu sistēmas ģenerē enerģijas impulsus, gāzu maisījumu sakarsē — vai nu ar elektrisku dzirksteli, vai ar kodolreakciju neitroniem.

Viena no galvenajām problēmām ir eksimēro lāzeru dzesēšana pēc katra šāviena. Relatīvi mazjaudīgiem rūpniecībā lietojamiem eksimēro lāzeriem gāzu maisījumu samērā vienkārši iespējams atdzēsēt un iegūt garus gandrīz 1 kHz lielu impulsa frekvenci. Turpretī SAL sistēmā, kur vajadzīgs ļoti liels jaudas lāzers, nepieciešamo impulsa frekvenci vairs neizdodas sasniegt. Acīmredzot jāveido lāzeru bloks, bet tas ievērojami palielina kosmiskās kaujas stacijas gabarītus un masu. Bez tam eksimērie lāzeri staro ultravioletajā diapazonā, un šāds starojums stipri absorbējas Zemes atmosfērā. Tomēr amerikāņu militārie speciālisti uzskata šos lāzerus par piemērotiem darbībai no Zemes. Aktīvo staru paredzēts novirzīt uz tuvojošos raķeti ar ZMP orbītā paceltu spoguļi.



4. att. Rentgenlāzera shēma: 1 — vadības teleskops; 2 — apvalks; 3 — tēmēšanas ierīce un dzinējs; 4 — kodolbumba; 5 — lāzerserdeņi.

Augstas enerģijas impulsu, kuram ir liels enerģijas blīvums, principā iespējams iegūt ar rentgenlāzeriem. To darbības nosacījumu būtībā jau 1917. gadā formulējis A. Einšteins. Šis nosacījums skan:

$$A/B \sim \lambda^{-3},$$

kur A — Einšteina spontānās izstarošanas koeficients, B — Einšteina inducētās izstarošanas koeficients, λ — iegūtā starojuma viļņu garums. Resp., ja gribam iegūt iespējami īsu viļņu impulsus, nepieciešama ļoti liela ierosmes enerģija. Tāpēc tikai mūsdienās, kad pētnieku rīcībā ir kodolenerģija, var realizēt rentgenlāzeru. 1981. gadā amerikāņu presē parādījās ziņa, ka Nevadas štata apakšzemes kodolspēdziena laikā iegūts rentgenlāzera starojums, kura viļņu garums ir $\sim 0,014 \mu\text{m}$, impulsa ilgums $\approx 10^{-9}$ s, enerģija ≈ 100 kJ.

Rentgenlāzera shēma redzama 4. attēlā.

Tā kā rentgenstarojums stipri absorbējas atmosfērā, šā tipa lāzeru iekārtas kaujas vajadzībām izdevīgi novietot zemās kosmiskajās orbītās un paredzēt tās kosmisku mērķu iznīcināšanai.

Visu iepriekš aplūkoto lāzeru starojums lielākā vai mazākā mērā absorbējas atmosfērā. Bez tam to iedarbību ierobežo ģenerētā impulsa noteiktais viļņu garums. Šādu ierobežojumu nav lāzeriem ar brīviem elektroniem. Tajos pēc daļiņu paātrinājuma principa tiek iegūti elektronu kūļi, kuri pēc tam, mijiedarbojoties

ar speciālām magnētiskajām struktūrām, t. s. viglieriem, ģenerē intensīvu elektromagnētisko starojumu. Tā kā elektronu enerģiju iespējams variēt ļoti plašā diapazonā, ļoti plašs ir arī lāzera viļņu garumu diapazons. Šādā veidā var iegūt pat cieto rentgenstarojumu. Pagaidām gan šāda tipa lāzeru lietderības koeficients nepārsniedz dažus procentus, neliela ir arī to ģenerētā jauda. Tāpat problemātiska ir iespēja izvietot kosmosā daļiņu paātrinātāju. Tāpēc brīvo elektronu lāzeri, tāpat kā eksimērie lāzeri, acīmredzot būs to ierīču vidū, kas darbosies uz Zemes.

Tagad pievērsīsimies otrās grupas ieročiem. To darbīgais aģents ir ne vairs elektromagnētiskais starojums, bet daļiņu — elektronu vai protonu — kūlis. Sasniedzot mērķi, daļiņas ietriecas tā materiālā un jonizē tā atomus. Šie radiācijas defekti var, piemēram, izraisīt bojājumus pusvadītāju aparatūrā, tā padarot raķeti nelietojamu. Daļiņu nestā enerģija var arī izkausēt atsevišķus raķetes konstruktīvos elementus.

Tomēr šāda veida ieročiem tāpat būs savi ierobežojumi. Elektronu un protonu kūļi brīvi, bez absorbcijas, izplatās tikai vakuumā. Atmosfērā tie ar minimālu absorbciju izplatās tikai sākot ar 200 km augstumu. Līdz ar to kuļstarojuma ieroči var bojāt raķetes ballistikajā trajektorijā un iznīcināt lādīņus kosmosā.

Trešās grupas ieroči ir kinētiskās iedarbības ieroči. Tie ir pārtvērējādīņi, kas paredzēti pretinieka kosmisko objektu mehāniskai sagraušanai. Šādam nolūkam pietiek, lai lādīņa relatīvais ātrums attiecībā pret mērķi būtu daži kilometri sekundē. Tā kā kosmiskajiem lidaparātiem raksturīgs lielāks ātrums (≈ 8 km/s), tad ierocim nepieciešamais ātrums ir samērā viegli iegūstams, pat tikai izvēloties attiecīgu sadursmes ģeometriju. Turklāt mērķi var sagraut ne tikvien tiešā trāpījumā, bet arī izraisot ieroča sprādzieni mērķa tuvumā.

Kinētiskie ieroči iedalāmi trijās grupās.

1. Ballistiskie lādīņi, kas lido pēc inerces ārpus Zemes atmosfēras. Tie pakļauti vienīgi Zemes gravitācijas lauka ietekmei; ir iespējamas to trajektorijas nelielas novirzes iepriekš nezināmu gravitācijas lauka nehomogenitāšu dēļ.

2. Pārtvērējādīņi ar neautonomu tēmēšanas sistēmu. Tie izmantojami gan atmosfērā, gan

ārpus tās. Šie lādīņi nav paredzēti tiešam trāpījumam, bet darbojas ar eksplozijā radītajām šķembām.

3. Pārtvērējādīņi ar autonomu tēmēšanas sistēmu, paredzēti tiešam trāpījumam.

ASV speciālisti kinētiskos ieročus uzskata par vienīgajiem vai vismaz galvenajiem ieročiem, kuri var iznīcināt ballistikās raķetes to trajektorijas beiguposmā. Tomēr šie ieroči var darboties arī trajektorijas aktīvajā un ballistikajā posmā. Ballistikajam posmam domātos militāros ZMP lietderīgi izvietot ap 1000 km augstumā.

Par kinētisko ieroču konkrēto tehnisko izpildījumu nav gandrīz nekādas informācijas. Acīmredzot arī šī joma vēl maz izstrādāta.

Pēdējā aplūkojamā ieroču grupa ir elektromagnētiskā impulsa ieroči.

Spēcīgs elektromagnētiskais impulss, kā zināms, rodas kodolsprādzienā. Tas — galvenokārt gamma staru un rentģensiaru veidā — bojā elektronisko aparatūru lielā attālumā.

Kodolsprādzienā ģenerētās enerģijas kvanti darbojas divējādi. Gamma kvanti, reaģējot ar atmosfēras gaisa molekulām, veido kompton-elektronus. Pēdējie, vijoties ap ģeomagnētiskā lauka spēka līnijām, ģenerē elektromagnētisko starojumu. Bet kodolsprādziena rentģenstarojums jonizē atmosfēru, līdz ar to izraisot impulsveidīgu ģeomagnētiskā lauka struktūras izmaiņu.

Ja kodolsprādziena jauda bijusi 1 megatonna, tad elektromagnētiskā starojuma veidā izdalās 10^{11} J enerģijas. Tādā gadījumā uz kosmiskā mērķa virsmas var tikt ģenerēta līdz 45 kA stipra strāva un objektā radīti elektriskie impulsi 1—100 V diapazonā.

Bez tam kodolsprādzienā tiek ģenerēti arī elektromagnētiskais starojums radiofrekvēnu diapazonā — milimetru viļņi. Minētā 1 megatonnas sprādziena rezultātā 1000 km attālumā šā starojuma jaudas blīvums ir ~ 100 W/cm². Milimetru viļņi samērā labi iet cauri atmosfērai, tāpēc elektromagnētisko impulsu pārtvērējsistēmas var izvietot ne vien kosmosā, bet arī uz Zemes. Protams, šādas sistēmas var darboties arī virzienā no kosmosa uz Zemi.

Iepriekš teiktāis liecina, ka kosmisko aizsardzības sistēmu, tāpat kā jebkuru citu aktīvo aizsardzības sistēmu, var izmantot arī uzbrukumu



Andronišku (Padvarininku) meteorita fragments. Akmens ahondrits, eikrits (šergotīts). Svārs 98,1 g. Ģarums 5,1 cm, platums 4,1 cm, augstums 3,5 cm. Nokritis Lietuvas PSR, Aknišū rajonā, Andronišku un Padvarininku ciemu apkaimē 1929. gada 9. februārī. Ģlabājas Lietuvas ģeolģijas institūta muzejā.

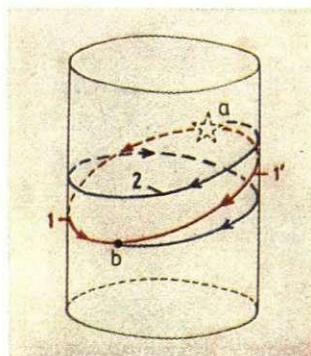


Zemaitķiemes meteorīts. Akmens hondrits. Svārs 1840 g. Ģarums 13,2 cm, platums 11,6 cm, augstums 6,7 cm. Nokritis Lietuvas PSR, Ukmerģes rajonā, Zemaitķiemes ciemā 1933. gada 2. februārī. Ģlabājas Lietuvas ģeolģijas institūta muzejā.



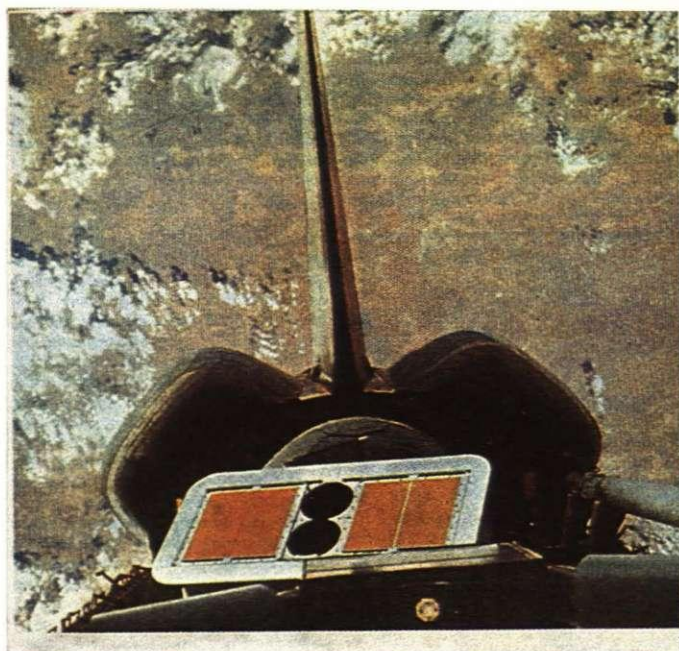
1980. gadā Kokneses senpilsētas vietā atrastais akmens ar iegriezumiem. M. Vanagas foto. (Sk. J. Ūrtāna rakstu.)

Zvaigzni (a) vai kādu citu kosmisku objektu divdimensiju telpā, piemēram, uz cilindra virsmas, ar novērotāju (b) saista divas išākās ģeodēziskās līnijas 1 un 1', kas atbilst objekta oriģinālam. Ģeodēziskā līnija 2, ko veido avota raidītais gaismas stars, kas nonāk pie novērotāja, vienreiz «apskrienot» pasauli, atbilst «ģaram», kura kārtas numurs ir 1 (pirmās kārtas «ģars»). (Sk. rakstu «Pirmie «ģaru» meklējumi — nesekmīgi».)

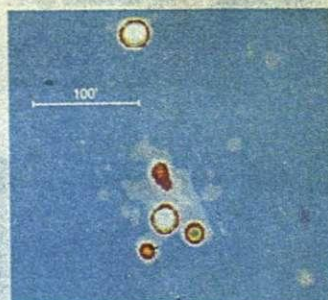




Pilotējamie kosmiskie kompleksi ar orbitālajām astronomiskajām observatorijām, kurās ietilpst attēlus reģistrējoši cietā rentgenstarojuma teleskopi. *Augšā* — padomju komplekss «Mir»—«Kvants» (izveidots 1987. g. 12. IV) un tam pieslēgtais apkalpes transportkuģis «Sojuz TM» brīdī, kad modulim «Kvants» tuvojas kravas transportkuģis «Progress». (*A. Sokolova zīmējums.*) *Apakšā* — amerikāņu komplekss «Challenger»—«Spacelab-2» (lidoja 1985. g. 29. VII—6. VIII) novērojumu seansa laikā un ar tā aparāturu iegūts Galaktikas centra uzņēmums cietajos rentgenstāros. (*NASA attēli.*)

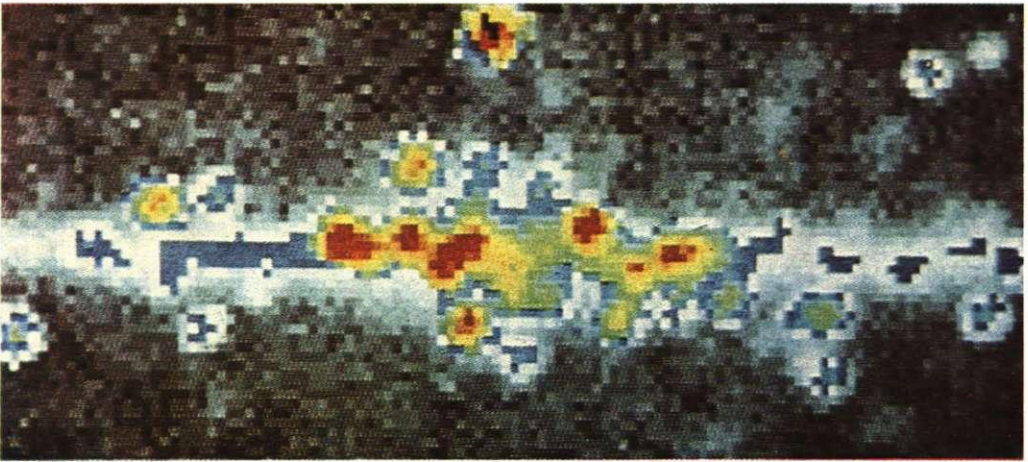


Galaktikas centrs



«Spacelab-2» cietā
rentgenstarojuma
teleskopi XRT

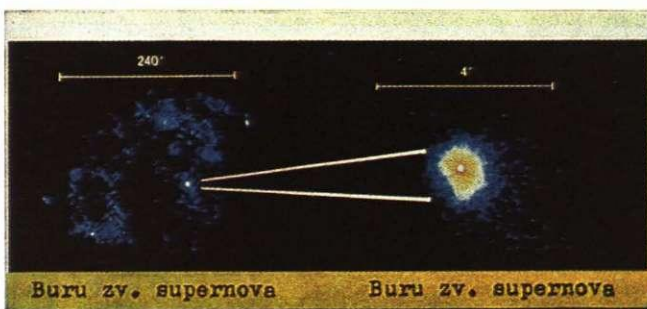
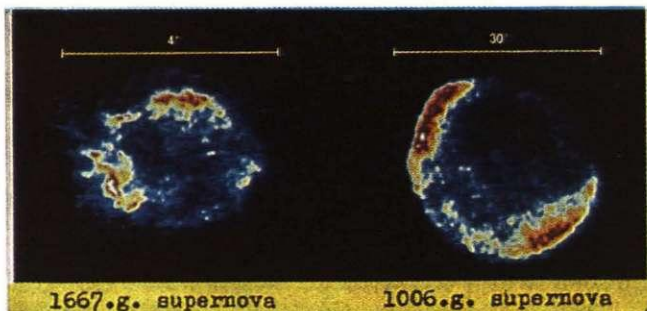
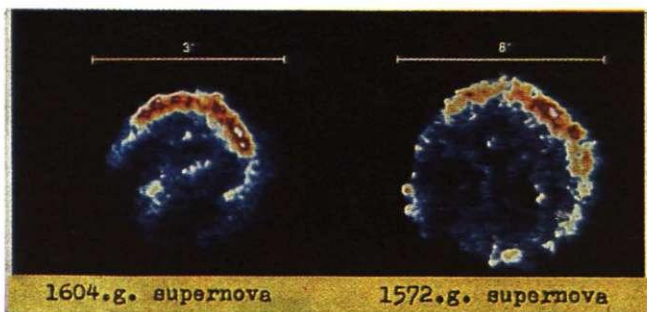
1985.g. VII/VIII



Augšā — ap 120° garš Piena Ceļa posms Galaktikas centra apkaimē, 1977. gadā kartēts ar pa vadoņa HEAO-1 aparāturu cietajos rentgenstaros (katra rūtiņa — viens novērojums). (NASA attēls.)

Apakšā — kvazāri 3C 273 (apakšā pa labi) un OQ 172 (augšā pa kreisi), uzņemti 1978. gadā ar pavadoņa HEAO-2 spoguļteleskopu mikstajos rentgenstaros (gaišais punkteņums — kosmiskā rentgenstarojuma fons). (NASA attēls.)





Supernovu atlieku uzņēmumi mikstajos rentgenstaros, iegūti ar pavadoņa HEAO-2 spoguļteleskopu 1978.—1980. gadā. Cetram tā devētajām I tipa supernovām, kuras uzliesmojušas 1006., 1572., 1604. un 1667. gadā (pēdējā tolaik nav pamanīta, tādēļ gadaskaitlis ir aptuvens), redzama tikai eksplozija izsviestās gāzes čaula, kura augstās temperatūras dēļ rentgenstaros spīd. Līdzšinējā izplešanās gaitā daudz maz stipru starpzvaigžņu vides pretestību nesastāpusi, tā joprojām saglabā sākotnējo sfērisko formu. Nekāds zvaigžņuveida objekts šajās atliekās nav saskatāms — tas vai nu pēc sprādziena vispār nav palicis pāri, vai arī rentgendiapozonā praktiski neizstaro. Turpretī trim tā devētajām II tipa supernovām, no kurām viena uzliesmojusi 1054. gadā, bet divas citas — daudz senāk, atlieku vidusdaļā skaidri redzams pulsārs — ar ārkārtīgi stipru magnētisko lauku apveltīta ļoti ātri rotējoša neitronu zvaigzne. Gāzveida atlieku rentgenstarojums šīm supernovām, kā liecina tā spektrs, lielākoties rodas nevis augstās temperatūras dēļ, bet gan ļoti ātriem elektroniem kustoties spēcīgā magnētiskajā laukā (t. s. sinhrotronstarojums). Atliekās MSH 15-52 otrs rentgenspožais plankums (pa labi uz augšu no pulsāra) droši vien ir apgabals, kur gāzveida čaulas fragments stipri sakarsis sadursmē ar blīvu starpzvaigžņu vielas mākonī. Buru zvaigznāja supernovas gāzveida atliekas savā diezgan ilgajā pastāvēšanas laikā tā izpletušās, ka to kopskata iegūšanai bijuši jāsamontē veseli četrdesmit HEAO-2 rentgenteleskopa uzņemtie attēli. (Pēc «Sky and Telescope».)

mam. Turklāt to var izvietot kosmosā tieši virs pretinieka teritorijas, tai piemīt liela jauda, tā spēj pārraidīt savu trieciena enerģiju gandrīz acumirkli un ļoti tālu. Tāpēc šādu sistēmu var izmantot ne vien militāru mērķu iznīcināšanai kosmosā, bet arī pret dažādiem objektiem atmosfērā un uz Zemes.

Svarīgākais tomēr ir tas, ka šīs aizsardzības sistēmas daudzie objekti, kas ilgstoši atrastos kosmosā, būtiski izmainītu kosmiskās telpas raksturu. Pirmkārt, būtu radītas lielas zonas, kurās nedrīkstētu ielidot parastie kosmiskie aparāti, lai automātiski neizraisītu militāru akciju. Otrkārt, šāis zonās varētu iemaldīties dabiskie debess ķermeņi — asteroīdi un meteorīti, kā arī veci Zemes mākslīgie pavadoņi un to fragmenti. Uz visiem šādiem ķermeņiem aizsardzības sistēmas automātika reaģētu kā uz militāriem objektiem. Jau tagad Zemei tuvajā kosmosā ir desmitiem tūkstošu dažādu kosmisko aparātu fragmentu, un to skaits strauji pieaug. Līdz ar to palielinās vilnus trausmju varbūtība ar tālejošām starptautiskām militārām sekām. Jāatceras, ka kosmiskās sistēmas trausmes reakcija iesaistīs darbībā arī aizsardzības sistēmas bāzi uz Zemes. Tātad kosmiskā «aizsardzības» sistēma ne vien piesārņo dabas telpu, bet arī rada bīstamu pasaules stratēģisko destabilizāciju.

SAI pretraķešu sistēmai piemīt arī būtisks iekšējs trūkums. Tā cēlonis ir sistēmas ārkārtīgi augstā kompjuterizācijas pakāpe. Speciālisti zina, ka ir grūti izvairīties no dažādām sīkām kļūdām skaitļotāju vadības matemātiskajās programmās, nemaz nerunājot par tehniskas dabas kļūmēm. Līdzīgi ir ar iespiedkļūdām grāmatās — varbūtību teorija pierāda, ka apjomīgā izdevumā pilnīgi izvairīties no tām nav iespējams, jo, darbojot pamanītās, rodas jaunas kļūdas. Līdzīgs ir stāvoklis ESM matemātiskā nodrošinājuma jomā. Jo komplicētāka matemātiskā programma, jo biežāk gadās nepamanīt kādu kļūdu tajā.

Piemēram, pirmais mēģinājums palaist «Shuttle» tipa kosmisko kuģi bija neveiksmīgs. Kuģa matemātiskā programma satur apmēram 500 000 ESM komandu. Analizējot kļūmju cēloņus, izrādījās, ka pirms diviem gadiem šai programmā ir tikusi labota kāda kļūda, bet labošanas gaitā radusies cita kļūda, kas varēja

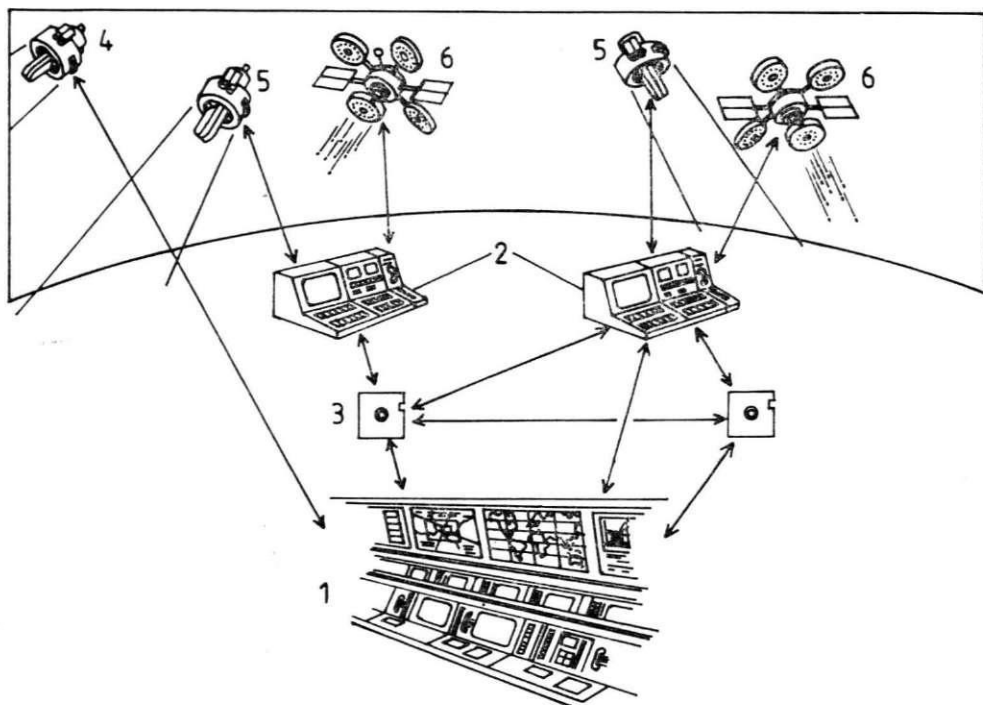
izpausties tikai vienu reizi no 67 programmas darbināšanas mēģinājumiem. Šāda slēpta programmas defekta dēļ «Shuttle» palaišanas brīdī izjuka vadības ESM sinhronizācija.

SAI pretraķešu sistēmas matemātisko nodrošinājumu rūpīgi izanalizējis amerikāņu zinātnieks Herberts Lins (Masačūsetsas Tehnoloģiskais institūts), kas pēta zinātnes un tehnikas attīstības ietekmi uz ASV nacionālo politiku militārās drošības jomā. Viņš uzsver, ka, realizējot SAI projektu, gluži neapverams kļūst jau to sagatavošanas darbu apjoms, kuri jāveic, iekams var ķerties pie pašas programmēšanas. Sistēmas vadībai vajadzēs ne mazāk kā 10 miljonus ESM komandu. Lai realizētu šādas programmas projektu (tikai projektu!), 3000 speciālistiem jāstrādā piecus gadus. Iespējams pat, ka tas vēl ir pārāk optimistisks vērtējums.

Pēc H. Lina un citu speciālistu domām, pretraķešu aizsardzībā ESM sistēmai ir tikpat liela loma kā pārtvērējierociem. Taču, kā aprēķināts, pastāv 15—50% liela varbūtība programmas labošanas gaitā pieļaut citu kļūdu. Galvenais ir tas, ka programmēšanas kļūdas izpaužas pa lielāku daļu tikai tad, kad sistēma darbojas savu funkcionālo iespēju maksimālajās robežās — reālos kara apstākļos. Kā gan tad lai vairs labo programmu?

Liela mēroga pretraķešu sistēmas automātiskajam vadības kompleksam jābūt spējīgam ne ilgāk kā pusstundā uztvert, analizēt un atbilstoši reaģēt uz informāciju par tūkstošiem raķešu, desmitiem tūkstošu kaujas galviņu un simtiem tūkstošu imitāciju parādīšanos ballistikajās trajektorijās. Atbilstoši ballistisko raķešu trajektorijas četriem principiāli atšķirīgajiem posmiem, kuri aplūkti iepriekš, automātiskajai ESM sistēmai jāapstrādā informācija par norisēm katrā no šiem četriem posmiem un arī jākoordinē dažādo pretraķešu ierīču darbība. Šo koordinācijas procesu speciālisti sauc par kaujas vadīšanu. Tātad ESM nostājusies karavadoņa lomā. Kaujas uzdevumu problēmas risina būtībā visas cilvēces smadzeņu darba kvintesence — supermoderna skaitļošanas tehnika.

Globālā kaujas vadīšanas sistēma ietver sevī lokālās ESM (S. att.). Lokālo informācijas sistēmu uzdevums ir atrast uzbrūkošo raķeti, sekot tai un atšķirt īsto kaujas galviņu no imitā-



5. att. SAI pretraķešu sistēmas vadības shēma: 1 — globālā kaujas vadības sistēma; 2 — lokālā kaujas vadības sistēma; 3 — sekošanas fails; 4 — agrās konstatācijas ierīces; 5 — lokālās konstatācijas ierīces; 6 — lokālie aizsardzības līdzekļi.

cijām. Saņemtā informācija (sekošanas fails) saskaņā ar lokālās ESM speciālo programmu kļūst par pamatu attiecīgo kaujas līdzekļu iedarbināšanai. Katra posma darbības rezultāti tiek pievadīti nākošajam posmam, virsvadību realizē globālā sistēma.

Jau šādas kompjūteru sistēmas izstrādes un realizācijas sākumā izvirzās daudzas jo daudzas neskaidrības. Piemēram: kā lai atšķir, vai «pretinieka» teritorijā tiek palaista starpkontinentālā ballistiskā kaujas raķete vai zinātniskiem pētījumiem domāts kosmiskais kuģis? Līdzīgu problēmjautājumu saraksts ir ārkārtīgi garš. Un pārpratumi jau ir bijuši. Piemēram, 1980. gada 3. jūnijā Ziemeļamerikas pretgaisa aizsardzības dienests (NORAD) ziņoja, ka uz ASV pusi lido raķetes. Par laimi, izdevās konstatēt, ka šā signāla cēlonis ir defekti ESM darbībā, bet attiecīgajā matemātiskajā programmā šāda defekta izpausme nebija paredzēta.

Pretēja rakstura piemērs: Folklanda salu konflikta laikā argentīniešu raķete «Exocet» netraucēti trāpīja angļu karakuģim «Sheffield». Kuģa radiolokācijas sistēmās nebija ieprogrammēta trauksme attiecībā pret šāda tipa raķetēm, jo līdzīgas raķetes bija arī Lielbritānijas armijas bruņojumā.

Vēl cits piemērs: realizējot pilotējamā kosmiskā kuģa «Gemini-5» lidojumu, tā vadības programmā nebija ņemta vērā Zemes kustība attiecībā pret Sauli, un rezultātā kuģis piezēmējās 100 jūdžu attālumā no paredzētās vietas.

Tātad kļūdu atrašana un novēršana ir viena no svarīgākajām programnodrošinājuma izstrādes daļām, bet absolūtas drošības šai jautājumā nav. Drošākais programmu pārbaudes paņēmieni ir eksperiments. Taču maza mēroga eksperimentā var kādu kļūdu arī nepamanīt, turpretī liela mēroga eksperiments, kas būtu tuvināts īstiem kaujas apstākļiem, pirmkārt, ļoti dārgi

izmaksātu, otrkārt, būtu tik līdzīgs īstam kaujas pasākumam, ka analogas citu valstu pretraķešu sistēmas varētu nonākt trauksmes režīmā.

Vispār, pārejot no šaurāku uzdevumu risināšanas pie globāliem eksperimentiem, var rasties dažādas neparedzētas kļūmes. Piemēram, 1977. gadā ASV militāro mācību laikā, kad globālā militārā vadības sistēma tika savienota ar vairākām citām reģionālām vadības sistēmām, informācijas pārraides ātrums samazinājās pat līdz 38 procentiem no teorētiski paredzētā.

Varbūt kaujas apstākļus var modelēt? Bet arī šai metodei piemīt dažādi ierobežojumi. Allaž jārēķinās ar to, ka patiesās ekstremālās situācijās — īstos kaujas apstākļos — komplicētās automātiskās vadības sistēmas darbībā var rasties neparedzētas kļūmes. Piemēram, amerikāņu pretgaisa aizsardzības sistēma «Aegis», kas paredzēta, lai sekotu vairākiem simtiem objektu gaisā 300 km rādiusā un vadītu aizsardzības ierīces pret apmēram 20 tuvākiem mērķiem, mācību kaujas apstākļos programmu defektu dēļ neiznīcināja sešus no paredzētajiem 16 mērķiem. Visos iepriekšējos izmēģinājumos šīs sistēmas kaujas uzdevums nebija pārsniedzis trīs mērķus. Tāpēc «Aegis» pakāpenisku izmēģinājumu gaitā

liek nemitīgi pilnveidota. Bet globālo pretraķešu sistēmu taču nav iespējams vairākkārt izmēģināt! Tā sāks darboties ekstremālajā režīmā tikai jau īstā kaujas situācijā, kur katrai kļūmei būs tālejošas un nelabojamas taktiskas sekas.

Situācija SAI sistēmas veidošanā atgādina seno teiksmu par Bābeles torni. Cilvēki, gribēdami fikt debesīs, sākuši celt milzu torni, bet Dievam tas nav patīcis, un viņš izdarījis tā, lai cilvēki vairs nesaprastu cits citu — lai viņi runātu kairs savā valodā. Dabiski, ka nekāda celtniecība vairs nav bijusi iespējama. Tā arī milzīgā SAI sistēma sastāv no tik daudzām apakšvienībām, ka to darbības saskaņotāju — matemātisko programmu savstarpējo «sarunu» — atsevišķo komponentu kļūmes var padarīt neiespējamus adekvātus tehniskos kontaktus.

Tehnikas progress cauri laiku lokiem ir kārtējo reizi parādījis cilvēkiem, ka necienīgi mērķi nestimulē radošu potenciālu atraisīšanos. Turpretī, apvienojot visas zemeslodes zinātnieku pūles planētas dzīvības glābšanai, rastos arī jauni, negaidīti risinājumi šodienas šķietamajā progresā strupceļā. Pozitīva pavērsiena iezīme šai jomā ir vienošanās starp ASV un PSRS par vidējās un mazākas distances kodoltraķešu likvidēšanu.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ 1987. gadā nedēļas izdevumi «Moskovskije novosti» un «Argumenti i fakti» ziņoja par visai dramātisku notikumu, kurš atgadījies 1983. gada septembrī. Kārtējam kosmosa kuģim «Sojuz T», kura apkalpē bijis Vladimirs Titovs un Genādijs Strekalovs, dažus mirkļus pirms pacelšanās aizdegusies nesējraķete. Taču starta kompleksa operatori paspējuši iedarbināt avārijas glābšanas sistēmu, tā atdalījusi kuģa nolaidzamo aparātu no liesmu pārņemtās raķetes un pacēlusi 500—700 m augstumā, no kurienes tas nolaidies ar izpletni. Kosmosa kuģa apkalpe šajā incidentā nav cietusi.

★★ Pēc vairāk nekā gadu ilga lidojumu pārtraukuma, kurš sekoja 1986. gada maijā piedzīvotajai neveiksmei, atsākusies Rietumeiropas nesējraķetes «Ariane» ekspluatācija. 1987. gada septembrī tā ievadīja pārejas trajektorijā uz ģeostacionāro orbītu divus komerciālos sakaru pavadoņus, novembrī — VFR sakaru pavadoņi, kura translētās telepārraides var uztvert ar miniatūrām (antenas diametrs 0,5—1 m), parastajam televīzoram pieslēdzamām uztvērējiekārtām.



VĒLREIZ TITS LUKRĒCIJS KĀRS UN VIŅA POĒMA «PAR LIETU DABU»

Fragmentā, ko šoreiz piedāvājam «Zvaigžņotās Debess» lasītājiem, izklāstīta Lukrēcija Kāra kosmogoniskā koncepcija un viņa priekšstats par debess ķermeņu kustību. Tāpat kā iepriekš publicētajā fragmentā*, te skaidri parādās Lukrēcija konsekventi materiālistiskā un dažos aspektos arī dialektiskā pieeja dabas procesiem. Jāteic, ka tieši materiālistiskā doma ir pamatā visam Lukrēcija darbam. Un varbūt galvenais nav tas, ka daudzas parādības dabā un cilvēku dzīvē, no mūsdienu zinātnes viedokļa, izskaidrotas naivi [jo Lukrēcija ir sava laikmeta produkts], — svarīgāka ir viņa viscaur metodoloģiski zinātniskā pieeja, cenšanās dabu izskaidrot ar pašas dabas leikšējiem likumiem, nevis ar dievišķu spēku darbību. Tieši šīs patiesības pierādīšana un cilvēka prāta atbrīvošana no mānītības un reliģijas žņaugiem ir Lukrēcija pamatmērķis:

Pirmais, ko mācīšu es, būs par lietām un gudrībām lielām;
Tiecos es atbrīvot prātu no ficības šaurajiem
valgiem . . .
(I, 931, 932).

Līdz ar to viņš nostājas pretī citiem dabas filozofiem, piemēram, Talesam, Anaksimēnam, Anaksimandram un Heraklītam, kuri materiālās pasaules pamatā lika vienu vai vairākas pirmvielas [zemi, ūdeni, gaisu, uguni], tāpat Empedoklam un citiem filozofiem, kuri par pirmelementiem uzskatīja visus četrus. Viņa uzskati ra-

dikāli vērsās arī pret Platona un Aristoteļa idejām, ka pasaule atīstās saskaņā ar noteiktiem likumiem, bet paši šie likumi ir dievu radīti.

Šajā «Zvaigžņotās Debess» numurā publicētajā Lukrēcija darba fragmentā var saskatīt vairākus lieliskus dialektiskus formulējumus, kas saistīti ar Visuma izcelšanos. Visums izveidojies no sākotnēja haosa un nesakārtotības, kurā «pirmējās daļiņas» — atomi — atrodas pastāvīgā haotiskā kustībā. Ideju par Visuma rašanos atīstības rezultātā pierāda fakts, ka Visumā arī pašlaik norisinās atīstības process, kas ir mūžīgs un noved pie pasaules rašanās un iznikšanas.

Pirmējo daļiņu kustība, kaut haotiska, taču ir pakļauta smaguma spēkam. Šur tur dažbrīd gadās nejaušas atkāpes no pamatlikumības, un tad daļiņas var sadurties un salipt. Šai salipšanai, kuras rezultātā rodas visdažādākie veidojumi, ir gadījuma raksturs. Citiem vārdiem sakot, nebūtu jādama, ka aiz dažādu daļiņu konglomerātu veidošanās stāvētu kāds augstāks saprāts. Un tomēr šie nejausie procesi noved pie noteiktas evolūcijas, jo turpina pastāvēt tikai tādi daļiņu sakopojumi, kuri ir dzīvotspējīgi, bet pārējie nolemti iznīcībai. Tā pamazām veidojas pirmie ķermeņi, rodas debesis, zeme, jūra, uguns, gaisma, zvaigznes un planētas. Šī pasaule ir tomēr tikai daļa no Visuma, kurā nepārtraukti rodas un iznīkst visdažādākās citas pasaules.

Tālāk Lukrēcija pievēršas debess ķermeņu kustībai. Šeit viņam neizdodas sniegt viennozīmīgu izskaidrojumu. Viņš pieļauj dažādus

* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1986. gada vasara, 35.—42. lpp.

fraktējumus, gan, jāsaka, dodot priekšroku vistīcamākajiem (piemēram, izskaidrojot Saules un Mēness aptumsumus). Neparasta liekas viņa argumentācija, ka Saule un Mēness īstenībā ir tik lieli, cik lielus mēs tos redzam, bet jāatgādina, ka priekšstats par perspektīvu radās tikai kāda pusotra tūkstoša gadu vēlāk. Viena otra no Lukrēcija izteiktajām versijām par debess ķermeņu kustību mūsdienu cilvēkam var izraisīt smīnu, tomēr galvenais ir tas, ka autors atzīst savu zināšanu trūkumu, nevis aizstāj to ar ticības elementiem.

Kad Zeme ir izveidojusies, tajā sākas arī dzīvības evolūcija, kuras rezultātā pasaule tiek apdzīvota. Taču attīstība ar to nebeidzas, jo savā laikā pienāk gals arī šai apdzīvotajai pasaulei un tā sadalās atkal pirmējās daļiņās, no

kurām savukārt bezgalīgā secībā rodas un iznīkst citas pasaules:

Lemts katrai lietai vērsties no viena stāvokļa citā, Nepaliek itin nekas, kā bijis, jo pārejošs taču Viss, un visu izmaina daba, pārvēršot lietas.

Kaut kas pūst un sāk iznīkt, vecuma nespēka nomākts, Cits atkal izaug no jauna un atstāj kaunpilno tumsu.

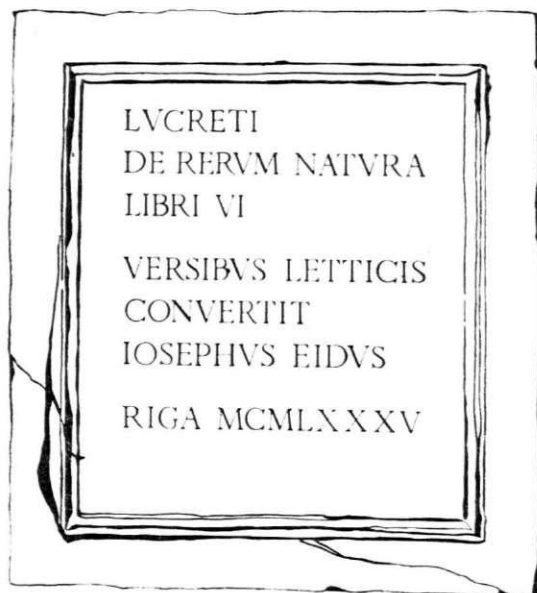
Tā, lūk, laiks savā plūdumā izmaina pasaules dabu,

Pārvēršas viss, no viena stāvokļa pārejot citā; Neveic vairs to, ko varēja; paveic, ko nespēja agrāk.

(V, 829—836)

J. Eiduss





NO PIEKTĀS GRĀMATAS

(Visuma izcelšanās. Par debess ķermeņu kustību)

Kādā tad tomēr veidā varēja vielas kopums
Zemi un debesis radīt, kā arī jūras dzīles,
Saules un Mēness gaitu, to nu es klāstu pēc kārtas.
Protams, ne jau pēc padoma viedīga sākumi pirmie,
420 Ne jau pēc noteikta nodoma kārtībā saplūda stingrā,
Nebija norunāts viņiem, kā sastāties kopā tiem vajag,
Bet gan sākumi pirmie, daudzos un dažādos veidos
Triezienus saņemot vienmēr no pašiem senākiem laikiem,
Kā arī smaguma dzīti, mūžīgi kustas visapkārt,
425 Dažādā veidā saskrienot kopā, mēģinot visu,
Ko tie sadursmēs savās varētu kopīgi veidot.
Tā kā ilgajos mūžos visapkārt daudz viņi maldās,
Visādas kustības mēģinot, kā arī sasaistes veidus,
Tad tomēr beidzot salīp un veido saistību tādu,
430 Kāda par sākumu spējīga kļūt jo izcilām lietām,
Zemei un jūrai, kā arī dzīvajai dižajai ciltij.
Brīdī šai nebija redzams vēl Saules spožuma aplis,
Augstu kas debesīs lido, nedz lielās pasaules zvaigznes,
Nedz arī jūra, nedz debesis, beidzot, ne gaisis un ne Zeme,
435 Tāpat arī nekā, kas mūsu lietām ir līdzīgs,
Bija vienīgi vētrains jūklis un sajaukta masa,

- /440/ Visādu veidu sākumi, kuru nekārtīgs jukums,
 /441/ Atstarpes, ceļi, saites, triecieni, sadursmes, svāri
 /442/ Kustības jauca, izraisot kauju virpuļus visur,
 /443/440 Kuros dažādas formas un figūras sajauktas bija.
 /444/ Nebija iespējams tām tā palikt saistītām kopā,
 /445/ Nedz arī kustības veikt, kas saskaņā vienotas būtu.
 /437/ Sāka tad šķirties, kas atšķirtīgs, toties tas, kas ir līdzīgs,
 /438/ Sāka ar līdzīgu saslēgties kopā un robežas veidot,
 /439/445 Atdalīt locekļus, kā arī dalīties lielākās daļās.
 Proti, debesis augstās no Zemes nošķirtas tika,
 Atgāja atpakaļ jūra, lai veidotos ūdeņu plašums,
 Skaidrās ugunis līdzīgi nošķīrās ēterā plašā.
 Sākumā saistīties vidū Zemes ķermenī sāka,
 450 Sekojot smagumam savam un būdami sapīti kopā.
 Tā tie aizņēma telpu, kas atrodas dziļumā plašā;
 Jo tie vairāk arvienu sapinās, saejot kopā,
 Jo tie izspieda to, kam jūru, zvaigznes un Sauli,
 Mēnesi lemts bija veidot un atdzan pasaules mūri.
 455 Tāpēc, ka sastāv tas viss no gludām un apaļām sēklām,
 Saturot pamatvielas, kas vieglākas ir nekā Zeme.
 Tādā, lūk, veidā, pa atverēm smalkām, kādas ir zemē,
 Pirmais izrāvās ēters, nesdams uguni sevī,
 Paņēmis līdzī sev citas bezskaita ugunis vieglas,
 460 Pilnīgi līdzīgā veidā, kā itin bieži mēs redzam
 Rītos, kad pārļainās rasas slacītā vizošā zālē
 lemidzas sārtenā liesmā lecošās Auroras stari,
 Mūžīgās upes un ezeri izelpo gaistošu miglu,
 Kā arī zeme izskatās kūpošas dūmakas klāta;
 465 Viss tad ceļas uz augšu un augstumā sabiezē kopā,
 Veidojot mākoņus kuplus, kuri mums debesis aizsedz.
 Toreiz tad arī vieglais un visur plūstošais ēters
 Izlicās aplī un, kļūstot par apvalku cietu un stingru
 Izplūstot tālu un plaši itin uz visām pusēm,
 470 Aptvēra cieši ar saviem kārajiem skāvieniem visu.
 Tālāk sekoja Saules un Mēness rašanās brīži,
 Kuru lodes griežas starp Zemī un debesīm gaisā,
 Tāpēc ka nepieņem tos pie sevis ne Zeme, ne ēters,
 Tāpēc ka nav tie tik smagi, lai zemē nolaisties spētu,
 475 Nedz tik viegli, lai slīdētu debesu augstumos plašos.
 Tomēr kā dzīvas būtnes tie vienmēr griežas pa vidu,
 Ejot Visumā plašajā mūžīgi noteikto ceļu,
 Līdzīgi tam, kā mums visiem locekļi daži ir mierā,
 Kamēr ir, savukārt, citi, šai pašā brīdī kas kustas.
 480 Tūliņ pēc tam, kad tas viss no kopuma atdalīts bija,
 Tur, kur tagad izplatās jūras tālumi zilie,
 Zeme iegrīma iekšā un pārplūda ūdeņiem sāļiem.
 Dienu no dienas arvienu pieaugot ētera svelmei,
 Kā arī Saules siltumam, Zeme saspiesta tika,
 485 Saņemot triecienus biežus savās ārējās malās,



- Sarāvās tā un uz vidu* blīva un smagnēja kļuva.
Vēl tad jo vairāk aizvien no tās ķermeņa sāļainie sviedri
Izspiedās, pildot ar valgmi jūru un ūdeņus plašus.
Taču pie tam vēl jo vairāk lidoja projām uz āru
490 Tveices un gaisa ķermeņi, ceļoties debesīm pretī,
Tālu no Zemes kuplinot zibošās debesu vītnes.
Sāka nosēsties lauki, jo augsti pacēlās kalnu
Stāvumi: nespēja taču klintis nospiesies zemē,
Tāpat nespēja visas vietas kļūt vienādi zemas.
- 495 Tā, lūk, veidoties varēja Zemes smagnējā masa,
It kā no pasaules visas saplūda dubļi uz leju,
Smaguma dzīti, un nosēdās apakšā nogulšņu veidā;
Virš tām pacēlās jūra, gaiss un svelmainais ēters,
Kuri ar šķidrību savu palika tīri un skaidri.
- 500 Vieglāks ir cits par citu, taču visvieglākais — ēters,
Kā arī plūstošs visvairāk un ceļas virs gaisa plūsmām.
Nejūk tā plūstošā masa ar gaisa pūtienu strāvām,
Ļauj tas niknām vētrām griezties virpulī trakā,
Ļauj tas sacelties negaisiem skaudriem un untuma pilniem,
- 505 Pats pie tam uguņus savus drošā kustībā vada.
To, ka ēters spēj tecēt mērenā plūsmā it rimtā,
Pierāda plašais Ponts, kura viļņi mierīgā straumē
Virzās plūdumā rāmā, nemainot vērsumu savu.
Tagad dziedāšu es par kustības cēloni zvaigznēm.
- 510 Pirmkārt, ja griežas debesu velves milzīgais aplis,
Jāpieņem mums, ka gaiss tā asi no abiem galiem
Spiež un to noslēdz no ārienes cieši no divām pusēm.
Tālāk, ka cita strāva, plūstot no augšas, to bīda
Virzienā, kādā slīd vienmēr mūžīgā Visuma zvaigznes;
- 515 Vai arī cita strāva, no apakšas nākdama pretī,
Aplim liek atpakaļ griezties, līdztīgi ūdens raftam.
Iespējams tomēr, ka debess stāv pilnīgā mierā uz vietas,
Tikai mirdzošās zvaigznes pašas virzās uz priekšu,

* Oriģinālā medīo, ko var tulkot arī «serde», «kodols», bet ne gluži «centrs», kā sastopams dažos atdzejojumos. Tomēr jāatzīst, ka Lukrēcijs te ir tuvu domai par Zemi kā lodi ar centrālo daļu, kas blīvēka nekā tās ārējais apvalks. Tāda mūsu planēta, gan nebūdana precīza lode, tiešām ir. (Tulk. piez.)

- Vai nu tāpēc, ka ieslēgtas straujā ētera liesmās
 520 Tā, ka, izeju meklējot, griežas tās, velkot sev līdzi
 Ugunis apkārt debesu lielajiem plašumiem naktī;
 Varbūt arī no ārpuses nākošās gaisa plūsmas
 Ugunis griež; vēl var būt, ka pašas tās spējīgas slīdēt
 Virzienā tādā, kur barība sauc un aicina līdzi,
 525 Jo taču uztur tās liesmainais ķermenis debēsīs visur.
 Grūti ir pateikt, kāds šajā pasaulē cēlonis spēkam;
 Taču, kas varētu būt un kas noīek dažādās saulēs,
 Kuras, iespējams, dažādos veidos radušās kādreiz,
 To nu skaidrošu es un vairākus cēloņus sniegšu,
 530 Kuri pie zvaigžņu kustības telpā varētu novest:
 Vienam no visiem šiem taču jābūt šeit cēlonim īstam,
 Kustību zvaigznēm kas rada; bet tas, kurš nu būtu tas īstais,
 Tas nav jāmeica tam, kas pēta soli pa solim.
 Zemei, lai varētu pasaules vidū atrasties mierā,
 535 Vajaga pamazām dilt, kļūdamai vieglākai svarā.
 Bez tam apakšā* Zemei vajag būt citādas dabas,
 Ja reiz kopš sākuma paša ar pasaules gaisa daļām,
 Kurās norit tās dzīve, ciešām tā saistīta saiļēm.
 Lūk, kāpēc gaisam Zeme nav smaga un nospiest to nespēj.
 540 Tāpat kā cilvēkam katram paša locekļi nesver,
 Galva nespiež uz kaklu, nedz arī mainīt mēs varam
 Ķermeņa svaru, kas taču vienmēr balstās uz kājām;
 Ja turpretī no ārienes tiek mums uzlikts kāds smagums,
 Tad tas mums sagādā mokas, kaut gan ir bieži daudz mazāks.
 545 Svarīgi taču ir zināt iespējas katrai lietai.
 Tā arī Zeme svešniece nav, ja tā iemesta pēkšņi
 Gaisā, vidē šai rēnajā, kura būtu tai sveša,
 Jo taču kopā ar to tā no pasaules sākuma radās,
 Būdamā pasaules daļa, tāpat kā mums locekļi mūsu.
 550 Bez tam, ja pērkona grāviens pēkšņi tricina Zemi,
 Tad tā savukārt tricina visu, kas tai atrodas virsū;
 Paveikt tā nespētu to, ja tā nebūtu saistīta cieši
 Kopā ar pasaules gaisa daļām un debesīm plašām.
 Tāpēc, ka kopā tie abi ar kopējām saistīti saknēm,
 555 Kas no sākuma paša tos ciešā vienībā sajūdz.
 Vai arī neredzi tu, ka ķermeņa lielo svaru
 Mūsu dvēseles smalkais spēks ir izturēt spējīgs
 Tieši tāpēc, ka abi tie cieši ir vienoti kopā?
 Kas tad, visbeidzot, spējīgs ir pacelt lēcienā miesu,
 560 Ja ne dvēseles spēks, kas pār visiem locekļiem valda?
 Neredzi tu, cik spēcīga ir šī esība smalkā,
 Būdamā vienota kopā ar ķermeņa smagumu lielo,

* Šeit (sk. arī iepriekšējo piezīmi) Lukrēcijs it kā atvīrās no domas par Zemes centru un pievēršas jautājumam, kāda ir Zeme «apakšā», tur, kur Saule un citi spīdekļi veic sava diennakts ceļojuma neredzamo daļu. (Tulk. piez.)

- Līdzīgi gaisam ar Zemi pie ķermeņa dvēsele sieta?
Nespēj būt lielāka mirdzošās Saules liesmainā rīpa,
- 565 Nedz arī mazāka būt par tādu, ko redz mūsu acis.*
Tāpēc ka, lai ar no kāda tāluma kvēlošā uguns
Starotu gaismu un raidītu svelmi uz locekļiem mūsu,
Neatņem attālums taču nekā no liesmainās vielas
Spozmes, nedz arī vājāka acīm kļūst viņas uguns.
- /573/ 570 Tāpēc, ja karstums un gaisma, kas dāsni izplūst no Saules,
/570/ Nonāk jutekļos mūsu un visu apkārtni glāsta,
/571/ Jāatzīst mums, ka zeltainās Saules apveids un lielums
/572/ Tiešām nedz pieaug, nedz arī mainās tas mūsu skatam.
Tā arī Mēness, vienalga, vai svešā tas spīdētu gaismā,
- 575 Vai arī savējo īpašo gaismu starotu spoži,
Kā arī būtu, nav tam lielāka izmēra veidols
Kā tikai tāds, kāds rādās, veroties tajā ar skatu.
Tāpēc ka itin viss, ko no liela tāluma redzam
- 580 Gaisa biežumam cauri, izplūdis rādās mums esam,
Nevis ar mazākiem izmēriem. Tāpēc, lūk, Mēnesim jābūt
Tādam, kāds acij tas liekas ar savu apveidu skaidro,
Pilnīgi tādam, kādu to asi apzīmē malas,
Tā tad, lūk, tādam, kādu to augstajās debesīs redzam,
- 585 Beidzot, ētera ugunis, kuras tu ieraugi mirdzam:
Visas ugunis, kuras uz Zemes mēs novērot varam,
Redzam, ka mirgo tās un reizē siltumu staro;
Taču to lielumi liekas mums maināmiem niecīgā mērā
Virzienā vienā vai otrā, ja tik tās atrodas tālu.
- /594/ 590 Skaidrs, ka tikai nedaudzi izmēri mazāki liksies
/595/ Vai arī drusku tik lielāki rādīsies tie mūsu skatam.
/590/ Nav arī jābrīnās taču, kā tad tas iznāk, ka Saule,
/591/ Tāda neliela būdama, spējīga dot tik daudz gaismas,
/592/ Lai ar to varētu aizpildīt tādu milzīgu telpu,
Visas jūras un zemes, kā arī debesis plašās,
- /593/ 595 Pārņemt ar svelmainu karstumu visu plašumu apkārt.
597 Jādomā būtu, ka pasaulē atvērts ir vienīgais dāsnaiss
Avots, no kura tad izplūst un izplatās mirdzošā gaisma,
Sanākot kopā šeit no visas pasaules plašās
- 600 Karstuma daļiņām, šādi veidojot vienīgo vietu,
Kura uz visām pusēm izstaro karstumu kvēlo.
Vai tad tu neredzi bieži, ka neliels ūdens avots
Valgmi spējīgs ir dot gan pļavām, gan plašajiem laukiem?
Līdzīgā veidā var saprast, ka nelielās Saules uguns
- 605 Sakarsēt spējīga gaisu un piepildīt to ar svelmi.
Jādomā mums, ka pret uguni gaisa ir uzņēmīgs ļoti,
Tā, no nelielas liesmas tas aizdegties var itin viegli;

* Lukrēcijs nepazīna perspektīvu (tās likumus atklāja tikai Leonardo da Vinči) un domāja, ka Saule, Mēness utt. ir tik lieli, cik lielus tos redzam; attālums, pēc viņa domām, to starojumu neietekmē. Sk. arī turpmāk. (Tulk. piez.)

- Līdzīgā veidā mēs redzam, ka uzliesmot spējīgi ātri
Salmi un sējumu lauki no vienas dzirksteles mazas.
- 610 Iespējams arī, ka zeltsārto Sauli, kas debesīs kvēlo,
Aņņem kā vainags daudzas slēptas ugunis karstas,
Kuras, bez spīduma būdamas, redzamas nav mūsu acīm,
Vientīgi karstumu nes un klāt dod stiprumu stariem.
Nav arī vienkārši izprast un atrast atbildi skaidru,
- 615 Kāpēc gan rudenī Saule no vasaras platībām dodas
Mežāža saulgriežiem pretī, griežas tur atpakaļceļā,
Nonākot vasaras saulgriežos Vēža zvaigznāja lokā.
Vai atkal kāpēc mēs redzam, ka Mēness mēnesī vienā
Apskrien ceļu, kas Saulei prasa veselu gadu.
- 620 Nevar jau vienkārši atrast šīm lietām cēloni skaidru.
Varētu būt, ka tas notiek viss pēc likumiem tādiem,
Kādus Dēmokrits paudis, šis svētais, dievišķais cilvēks,
Protī, jo vairāk Zemei tuvojas spīdekļi spožie,
Jo tos vājāk spēj aizraut debesu virpuļi līdzi.
- 625 Tāpēc ka lēnāks kļūst to spēku varenais straujums,
Nonākot zemākā līmenī, tāpēc tad pamazām pierimst
Sauls skrējieni un atpalikt sāk tas no debesu zvaigznēm,
Kustoties manāmi zemāk par liesmaino zvaigznāju ceļu.
Tā vēl jo vairāk Mēness, jo ceļš taču tam ir vēl zemāks,
- 630 Tālāks no debesīm, tuvāks Zemes vēsajai virsmai.
Jo tas mazāk ir spējīgs turēties spīdekļu pulkā,
Jo ir vājāks tas virpulis, kas to aizrauj tiem līdzi,
Kustoties zemāk par Sauli, jo vieglāk debesu zvaigznes
Panākt to spēj un tiek nestas garām tam un uz priekšu.
- 635 Tāpēc šķiet mums, ka, atpakaļ ejot, tas tuvojas zvaigznei,
Patiesībā ir tā, ka zvaigznes to kustībā apdzen,
Var arī būt, ka gaiss no pasaules pretējiem galiem
Plūst sāk pretējos virzienos ik pēc noteikta laika.
Tas tad varētu Sauli dzīt no vasaras punkta
- 640 Līdz pat pašai siltajai ziemas saulgriežu viefai.
Tālāk tas atpakaļ vērs to no ziemas stinguma aukstā
Atkal siltumam pretim zem vasaras zvaigznāju zīmēm.
Līdzīgā veidā, var domāt, planētas, kā arī Mēness,
Ilgus mūžus kas kustas pa milzīgām aplocēm savām,
- 645 Virzās pa saviem ceļiem, divēju plūsmu dzīti.
Vai tad neredzi tu, ka dažādu virzienu vēji
Mākoņus augstāk un zemāk pretējos virzienos dzenā?
Kāpēc tad nespētu zvaigznes lielajos ētera lokos
Traukties dažādos virzienos, pretēju virpuļu dzītas?
- 650 Kad ar varenu ēnu pārsedzam Zemi redz nakti,
Protī, kad nonāk Saule pēc dzižā skrējiena galā
Debesu malā, tad dzēs tā gurušo uguni savu,
Kura tālajā ceļā sista un dauzīta gaisā.
Taču ir iespējams arī, ka tiek tā pazemē vilkta,
- 655 Līdzīgu spēku spiesta kā tie, kas to virza pār Zemi.
Savā noteiktā laikā Matuta debesīs rādās,

- Rožaino saullēkta blāzmas gaismu ēterā nesot.
Vai nu tā pati Saule, kas gāja pa apakšu Zemei,
Atgriežas, sūtot uz priekšu starus, kas debesis aizdedz,
- 660 Vai arī notiek tā vienmēr, ka uguns un karstuma sēklas
Sanāk allažiņ kopā stingri noteiktā laikā,
Ikreiz aizdegties liekot jaunas Saules liesmai;
Tāda aina, kā stāsta, no Īdas kalnāja augstā
Redzama esot, proti, daudzdaudzu uguņu mirdzums,
- 665 Kuras tad, saplūstot kopā, izveido apaļu sfēru.
Nevajag tomēr brīnumus saskatīt visās šais lietās,
Kopā kad noteiktā laikā spēj saplūst uguņu sēklas,
Tādā veidā liekot no jauna, lūk, uzmirdzēt Saulei.
Daudz ko taču mēs redzam, kas notiek noteiktā laikā
- 670 Visādās jomās: piemēram, koki zied noteiktā laikā,
Kā arī noteiktā laikā šos ziedus tie birdina zemē.
Līdzīgi noteiktā laikā izkrīt cilvēkam zobi,
Brieduma vecumā zēnam vieglas parādās pūkas,
Pārklājot jauneklja vaigus ar maigu sprogainu bārdu.
- 675 Beidzot, zibeņi, sniegi, lietavas, mākoņi, vēji
Arīdzan vienmēr parādās gada noteiktos laikos.
Jo, ja jau tādi ir bijuši cēloņu sākumi pirmie,
Tādas reiz veidojās lietas no pasaules sākuma paša,
Tad arī tagad tās atgriežas atpakaļ kārtībā stingrā.

(Nobeigums nākamajā numurā.)



KĀ ELEKTRISKĀ STRĀVA MIJIEDARBOJAS PATI AR SEVI

Runājot par elektriskām parādībām, parasti vispirms nāk prātā elektriskā strāva. To novēro gan dzīvu organismu nervu darbībā, gan starpgalaktiskās plazmas strūklās, to izmanto tehnikā — sākot ar pikoampēriem mikroelektronikā līdz pat simtiem tūkstošu ampēru lielām strāvām metalurģijā. Tāpēc jo divaināk šķiet tas, ka diskusija par spēku, kas iedarbojas uz elektriskās strāvas vadu, turpinās jau vairāk nekā pusotra gadsimta — kopš Ampērs atklāja strāvu mijiedarbību.

Jau vecos elektrodinamikas traktātos un pētījumos konstatējamas atšķirīgas teorijas. Viena no tām ir mūsdienās vispārpieņemtā klasiskā Maksvela elektrodinamika, kura ir loģiski būvēta un skaista savā matemātiskajā formā. Tomēr vienmēr — arī mūsdienās — ir bijuši zinātnieki un inženieri, kuri nav pieņēmuši dažus šīs teorijas secinājumus.

Piemēram, dažos pēdējos gados zinātniskajā literatūrā parādīties ap diviem desmitiem rakstu, kuros tiek meklēti pierādījumi mūsdienu klasiskās elektrodinamikas «nepilnībai» jautājumā par spēkiem, kas darbojas uz elektrisko strāvu vadītājos. Šo rakstu autori gan teorētiski, gan ar efektīgiem eksperimentiem mēģina parādīt, ka uz elektrisko strāvu var iedarboties jauns magnētiskais spēks tās plūšanas virzienā, izraisot vadu pārtrūkšanu vai šķidra metāla sprādzienveida izvirdumus. Tāds gareniskais spēks ir pilnīgā pretrunā ar vispārpieņemto magnētiskā spēka izteiksmi $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$, kas paredz tikai strāvas blīvuma vektora \mathbf{j} virzienam perpendikulāru elektromagnētisko spēku. Līdz ar to jautājums par gareniskā spēka

eksistenci kļūst principiāls mūsdienu fizikas vienotībai, jo tā atzišanas gadījumā nāktos pārskatīt arī relativitātes teorijas ciešo saistību ar elektrodinamiku.

Piebildīsim, ka šajā rakstā aplūkoto jautājumu izklāstu veltī meklēt mūsdienu elektrodinamikas mācību grāmatās, pat tādās, kas sarakstītas atbilstoši augstskolu programmām.

Kā zināms, speciālā relativitātes teorija radās tikai pēc tam, kad 1904. gadā tika atrasti tādi elektrodinamikas pamatlīkumi — lauku vektoru — matemātiskie pārveidojumi, kas ļauj saglabāt nemainīgus Maksvela elektrodinamikas vienādojumus, kurus formulējuši divi savstarpēji relativā kustībā esoši novērotāji. Šo pārveidojumu autors ir holandiešu fiziķis H. Lorencs, un viņam par godu tos sauc par Lorencas transformācijām. A. Einšteins pirmais saprata, ka tāda invariance (nemainīgums) ir vispārējs fizikas princips, un, pamatojamies uz to, sacerēja savu slaveno darbu «Par kustībā esošu ķermeņu elektrodinamiku» (1905. g.) — speciālās relativitātes teorijas pamatu izklāstu.

Izmantojot tikai speciālās relativitātes teorijas transformācijas un zinot eksperimentāli atrasto Kulona spēku starp nekustīgiem lādiņiem, var atrast magnētiskos spēkus, kas darbojas uz kustībā esošiem lādiņiem. Elektromagnētiskais Lorencas spēks jāuzskata par elektrostātiskās lādiņu mijiedarbības relativistisko korekciju. Tā, piemēram, divi elektroni 5 cm attālumā atgrūžas ar Kulona spēku, kura lielums ir aptuveni 10^{-25} ņūtonu. Ja elektronu pārvietošanās ātrums v attiecībā pret novērotāju ir 0,001 m/s un elektroni pārvietojas paralēli viens otram, tad magnētiskais pievilksnāns spēks starp tiem būs aptuveni v^2/c^2 ($c=3 \cdot 10^8$ m/s — gaismas ātrums) reizes ma-

zāks par Kulona spēku*, t. i., 10^{-48} ņūtonu. Daudzu lādiņu kustība ir elektriskā strāva, tāpēc elektromagnētiskais spēks, kas darbojas uz strāvas vadu, arī ir šāda relativistiskā korekcija. Vara vadā vadītspējas elektronu termiskais kustības ātrums ir aptuveni $c/1000$, taču kristāliskajā režģī tas pārvēršas haotiskā joņošanā šurpu, turpu. Vidējais elektronu dreifa ātrums strāvas virzienā, ja strāvas blīvums 10 A/mm^2 , ir ap $0,001 \text{ m/s}$; to skaits 1 mm diametra un 1 cm garā vadā ir tuvs $6 \cdot 10^{20}$. Dīvainākais tomēr ir tas, ka strāvas vads kopumā nav uzlādēts, t. i., negatīvo un pozitīvo lādiņu vidējais blīvums ir praktiski vienāds. Ja tā nebūtu, tad lādiņu sadalījums, ko radītu tikai vadītspējas elektroni, liktu vadiem, kas mūsu piemērā novietoti 5 cm attālumā, atgrūsties ar fantastisku spēku — $4 \cdot 10^{13}$ spēka tonnas uz katru garuma centimetru. Tomēr, kristāliskā režģa jonu kompensēts, kopējais Kulona spēks ir vienāds ar nulli, bet paliek pāri mazā relativistiskā korekcija, kas ļoti daudzo kustībā esošo lādiņu dēļ dod reālu, viegli novērojamu spēku. Tā aprēķināšanai jāatrod kopējais spēks, ar kādu visi otrā vada elektroni iedarbojas uz vienu elektronu pirmajā vadā, un tas jāreizina ar elektronu skaitu pirmajā vadā, piemēram, 1 cm garā vada posmā. Iegūstam $4 \cdot 10^{-6} \text{ N/cm}$ lielu spēku, kāds darbojas uz katru vada centimetru abos vados, ja tajos plūst 10 A strāva.

Tāda veida aprēķinos, izmantojot Kulona likumu un speciālās relativitātes teorijas pārveidojumus, vienmēr iegūst magnētisko spēku, kas vērsts perpendikulāri pret vadā plūstošu strāvu. Gareniskos (strāvai paralēlus) magnētiskos spēkus vispārpieņemtā mūsdienu elektrodinamika kopā ar speciālo relativitātes teoriju neparedz. Bet varbūt tādus spēkus ir izdevies atrast tiem, kuri mēģina atjaunot mūsdienās gandrīz aizmirsto Ampēra—Neimaņa elektrodinamikas teoriju?

Diskusija par magnētiskajiem spēkiem starp strāvas vadiem sākas drīz vien pēc to atklā-

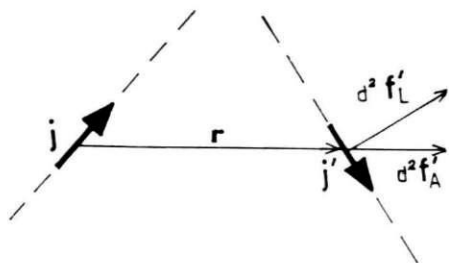
šanas 1820. gadā un ar atsevišķiem «uzliesmojumiem» turpinās līdz mūsdienām. Tāpēc nevar piekrist sensacionālajiem paziņojumiem «par patiesās elektrodinamikas atklāšanu» un par to, ka «līdz šim zinātņu doktori, kas specializējas elektromagnētisma jautājumos, veiksmīgi izliekas, it kā nekas nenotiek».*

Sāksim ar pašiem pirmsākumiem. 1820. gada 11. septembrī franču zinātnieks D. Arago ziņo Franču akadēmijā par dāņu fiziķa H. Ersteda tā paša gada atklājumu, ka strāva vadā liek novirzīties magnētiskajai kompasu adai. Šis ziņojums izraisa intensīvu aktivitāti. Jau 18. septembrī franču fiziķis A. Ampērs Akadēmijas sanāksmē pastāsta par novērojumu, ka divi paralēli strāvas vadi savstarpēji pievelkas, ja strāva pa tiem plūst vienā virzienā, un atgrūžas, ja strāva plūst pretējos virzienos. Tā paša gada oktobrī franču fiziķi Ž. Bio un F. Savārs jau bija izpētījuši, ka spēks, ar kādu strāva vadā iedarbojas uz magnētu, ir perpendikulārs strāvai. Taču spēku, kas darbojas uz strāvas vadu, nebija tik vienkārši izmērit, un Ampēram nācās paveikt patiešām neaptveramu darbu, lai izveidotu tam nepieciešamās eksperimentālās iekārtas. Grūtības radīja tas, ka tolaik nebija strāvas avotu, kas nodrošinātu pietiekami pastāvīgu strāvas lielumu ķēdē. Bez tam bija jāņem vērā mazi spēki, kas darbojas uz ķēdes daļu, kura atdalīta ar slidošiem dzīvsudraba kontaktiem. Ampērs savos eksperimentos izmantoja ķēdes daļu statisku līdzsvaru. Pētījumu rezultātus viņš apkopoja četros postulātos:

- 1) strāvas iedarbības virziens mainās uz pretējo, ja tiek mainīts strāvas virziens,
- 2) strāvas iedarbība, plūstot ķēdē, kuru veido mazās cilpās salocīti vadi, ir tāda pati kā tad, ja ķēde ir gluda,
- 3) spēks, ar kādu iedarbojas noslēgta ķēde uz citas ķēdes elementu, ir vērsts taisnā leņķī pret pēdējo,
- 4) spēks starp divu ķēžu elementiem nemainās, ja visi lineārie izmēri tiek proporcionāli palielināti, nemainot strāvas stiprumu.

* Spēks F ir proporcionāls $(1/c) \cdot evB$, otra elektrona magnētiskais lauks B proporcionāls $e \cdot (v/c)$, tātad $F \sim e^2 \cdot (v^2/c^2)$ CGS mērvienību sistēmā vai $F \sim \mu_0 e^2 v^2$ SI sistēmā.

* Sk.: Техника и наука, 1984, № 1, с. 25—27; Техника — молодежи, 1984, № 1, с. 42, 43.



1. att. Spēks $d^2f'_A$ pēc formulas (A) un $d^2f'_L$ pēc (L), kas darbojas uz strāvas elementu $j'dV'$, sadarbojoties elementiem $j'dV$ un $j'dV'$.

Skaidrs, ka šo rezultātu nepietiek, lai viennozīmīgi formulētu likumu, pēc kura varētu noteikt spēkus, kas darbojas starp diviem strāvas vadiem. Tāpēc Ampērs pieņēma, ka spēks starp diviem maziem strāvas elementiem darbojas virzienā, kas sakrīt ar šos elementus savienjošu taisni (1. att. tas ir vērsts rādiusvektora r virzienā). Tas šķiet ļoti loģisks pieņēmums, jo tolaik zināmie tāldarbības spēki, t. i., gravitācijas un elektrostatiskais spēks, tieši tā arī ir vērsti. Sarežģītu matemātisku pārveidojumu rezultātā Ampērs ieguva galīgo formulu, kuru viņš publicēja 1826. gada traktātā «Elektrodinamisko parādību teorija, kas viennozīmīgi iegūta no eksperimentiem»:

$$d^2f' = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} \left\{ \frac{3}{r^2} (\mathbf{j} \cdot \mathbf{r})(\mathbf{j}' \cdot \mathbf{r}) - 2r(\mathbf{j} \cdot \mathbf{j}') \right\} dV dV'. \quad (A)$$

Tas ir spēks, kas, mijiedarbojoties strāvas elementiem $j'dV$ un $j'dV'$, darbojas uz otro no tiem. Strāvas elementu $j'dV'$ izsakām šādi: $j'dV' = j'dS'dl' = dl'd'$, kur j' ir strāvas blīvums tievā vadā (šķērsgriezums dS'), pa kuru plūst strāva dI' , bet tilpuma elements $dV' = dS'dl'$. Formula (A) uzrakstīta mūsdienu vektoru rēķinu apzīmējumos SI vienību sistēmā. Ampēra pieraksts satur trīs telpiskus leņķus un ir grūtāk saprotams un izmantojams.

Galvenā šā lieluma īpašība ir tā centrālais raksturs: tas nozīmē, ka spēki vienmēr ir vērsti rādiusvektora r virzienā pa elementus savienjošo taisni. Bez tam, formulā (A) apmaiņot vietām j un j' , bet r vēršot pretēji —

$(-r)$ virzienā, atrodam spēku, kas darbojas uz elementu $j'dV$: $d^2f = -d^2f'$. Tātad iedarbība ir vienāda ar pretdarbību pilnīgā saskaņā ar Ņūtona trešo likumu, jeb — impulsu formulējumā — divu elementu sistēmas kopējais impulss saglabājas, kaut arī katram elementam atsevišķi tas mainās. Ampēra formula ļauj uzskatīt magnētiskos spēkus par tādiem pašiem centrālajiem spēkiem, kam izpildās impulsa saglabāšanās likums, kā gravitācijas un elektrostatiskie spēki. Tātad varēja tikt izveidots vienots priekšstats par tāldarbības spēkiem.

Piecdesmit gadus vēlāk mūsdienu elektrodinamikas teorijas izveidotājs angļu fiziķis Dž. Maksvels nosauca Ampēru par elektrības Ņūtonu un formulu (A) novērtēja kā «perfektu formā un nepārspējamu precizitātē», piebilzdam, ka tai «vienmēr jāpaliek elektrodinamikas pamatformulai». Tomēr elektrodinamikas attīstība, pateicoties tam pašam Maksvelam, aizgāja pa gluži atšķirīgu ceļu. Cita autoritāte šai zinātnē — angļu fiziķis O. Hevisajds 1888. gadā izteica viedokli: «. ja Ampēra likums ir pamatformula, vai mums nav jālieto tā vienmēr? Vai mēs vispār to lietojam? Vai Maksvels to lietoja savā Traktātā?» Tiešām, formulu (A) neatradīsim gandrīz nevienā mūsdienu mācību grāmatā.

Domstarpības radās jau pašā sākumā, kad Bio ievēroja, ka Ersteda un Ampēra eksperimenti varētu liecināt arī par spēku necentrālu raksturu. Tomēr tāda doma likās pārāk neparasta, lai uz tās pamata veidotu jaunu teoriju. Tāpēc Bio ieteica jautājumu par magnētiskajiem spēkiem apspriest publiski. Diskusijā piedalījās arī A. Ampērs, K. Gauss, H. Grasmanis un V. Vēbers. Formulas (A) vietā tika iegūtas citas, no kurām mūs visvairāk var interesēt Grasmaņa piedāvātā*:

* Divu vektoru, piemēram, \mathbf{j} un \mathbf{r} (sk. arī formulu (A)), skalārais reizinājums $\mathbf{j} \cdot \mathbf{r}$ nozīmē skaitli, kuru iegūst, reizinot viena (jebkura) vektora moduli ar otra vektora projekciju uz pirmo, t. i., $j \cdot r \cos \alpha$, ja leņķis starp vektoriem ir α (sk. arī: Zvaigžņotā Debess, 1986. gada pavasaris, 61. lpp.). To vektorālais reizinājums $\mathbf{j} \times \mathbf{r}$ ir vektors, kura modulis ir $j r \sin \alpha$, bet virziens — perpendikulārs abu reizināmo vektoru plaknei un vērsts labās skrū-

$$d^2f' = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} \left[\mathbf{j}(\mathbf{j}' \cdot \mathbf{r}) - \mathbf{r}(\mathbf{j} \cdot \mathbf{j}') \right] dV dV' =$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi r^3} \mathbf{j}' \times (\mathbf{j} \times \mathbf{r}) dV dV'. \quad (L)$$

Atbilstoši formulai, spēks, kas darbojas uz elementu $\mathbf{j}'dV'$, vienmēr ir vērsts perpendikulāri pret to, neatkarīgi no elementa $\mathbf{j}dV$ novietojuma (sk. 1. att.), darbība nav vienāda ar pretdarbību, impulss divu elementu sistēmai nesaglabājas. Tomēr tad, ja tiek sasummēti (integrēti) spēki, kuri iedarbojas uz visiem elektriskās strāvas ķēdes elementiem, formula (L) dod pareizu spēka vērtību, kas sakrīt ar to, kāda aprēķināta pēc Ampēra formulas (A). Tā kā eksperimentos ar strāvām izmanto noslēgtas ķēdes, tad spēka izteiksme formulā var saturēt saskaitāmos, kas, summējot gar visu kontūru, dod nulli. Maksvels savā traktātā izteica šaubas, vai pastāv tādi matemātiski spriedumi, kas ļautu dot priekšroku kādai no hipotēzēm.

Pateicoties angļu fiziķu M. Faradeja un Dž. Maksvela darbiem, arvien populārāka kļuva magnētiskā lauka ideja. Magnētisko lauku rada gan pastāvīgie magnēti, gan arī elektriskā strāva. Strāvas elementa $\mathbf{j}dV$ radīto magnētisko lauku \mathbf{B} definē, pārrakstot formulu (L) šādi:

$$d^2f' = \mathbf{j}' \times d\mathbf{B} dV'$$

(klasiskajā elektrodinamikā šo izteiksmi sauc par elektromagnētisko spēku, kas darbojas uz strāvas elementu, tātad $d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} \mathbf{j} \times r dV$.

Redzam, ka, atbilstoši šai izteiksmei, lauks nozīmē spēku, kāds iedarbojas uz vienu vienību lielu strāvas elementu. Ja strāvas elementu $\mathbf{j}'dV'$ veido viens pats lādiņš e , kas pārvietojas ar ātrumu \mathbf{v}' , tad $\mathbf{j}'dV' = e\mathbf{v}'$; spēku $\mathbf{f}' = e\mathbf{v}' \times \mathbf{B}$ sauc par Lorenca spēku. Ja elementārajā tilpumā dV' ir daudzi lādiņnesēji, kopējā spēka iegūšanai tiek vidējots $e\mathbf{v}'$ sada-

ves ass pārvietošanās virzienā, ja skrūvi griež tā, lai pirmais vektors visīsākajā ceļā savietotos ar otro. Tātad $\mathbf{j} \times \mathbf{r} = -\mathbf{r} \times \mathbf{j}$, bet $\mathbf{j} \times \mathbf{r} = 0$, ja reizināmie vektori ir paralēli vai antiparalēli ($\alpha = 0$ vai 180°).

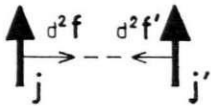
lijums šajā tilpumā: arī lauks \mathbf{B} ir vidējošanas rezultāts. Tāpēc spēku, kas definēts ar izteiksmi (L), turpmāk sauksim par vidējoto Lorenca spēku vai, īsuma labad, tikai par Lorenca spēku, lai gan īsti precīzi tas nav. Lielums $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$ ir elektromagnētiskā spēka blīvums.

Ampēra formulā (A) nevar tik viegli atdalīt magnētisko lauku, tāpēc mūsdienu elektrodinamikā to gandrīz nelieto. Taču no spēka formulas (L) mākslīgi izdalītā daļa, ko nosauca par magnētisko lauku, izrādījās, spēj eksistēt patstāvīgi. Mūsdienās sakām, ka uz elementu $\mathbf{j}'dV'$ iedarbojas magnētiskais lauks, kāds izveidojies $\mathbf{j}'dV'$ apkārtnē. Tāpēc Maksvela elektrodinamika kopā ar vidējoto Lorenca spēka formulu ir tuvdarbības teorija, bet Ampēra spēku sauc par tāldarbības spēku, jo tas raksturo attālā elementa $\mathbf{j}dV$ iedarbību uz $\mathbf{j}'dV'$. Var likties, ka sadalījums tuvdarbības un tāldarbības spēkos ir gluži formāls. Tomēr galvenā doma ir tā, ka magnētiskajam laukam tiek piešķirtas patstāvīga fizikāla objekta tiesības, t. i., šis lauks var tieši radīt spēku, kas darbojas uz strāvu.

Piebildīsim, ka matemātiski pareizas ir abas teorijas, gan Ampēra, gan Maksvela ar Lorenca formulu. Ampēra teorija attīstījās paralēli Maksvela elektrodinamikai un mūsu gadsimta piecdesmitajos gados ieguva samērā pabeigtu formulējumu P. Mūna un D. Spenseres darbos*; tajā ietvertas arī elektromagnētiskās indukcijas, elektromagnētisko viļņu izstarošanas un citas parādības. Ampēra elektrodinamika ir invarianta pret Galileja transformācijām, tāpēc speciālā relativitātes teorija no tās nebūtu varējusi attīstīties. Ampēra teorija ir viegli intuitīvi uztverama, tajā katru elektromagnētisko parādību nosaka sava veida spēki, taču spēku izteiksmes ir samērā sarežģītas.

Tomēr atgriezīsimies pie elementārajām pirmsākuma spēka formulām (A) un (L) un salīdzināsim tās, izmantojot vienkāršus piemērus. Pirmajā piemērā novietosim blakus divus strāvas elementus paralēli vienu otram (2. att.). Atbilstoši Ampēra formulai, elementi

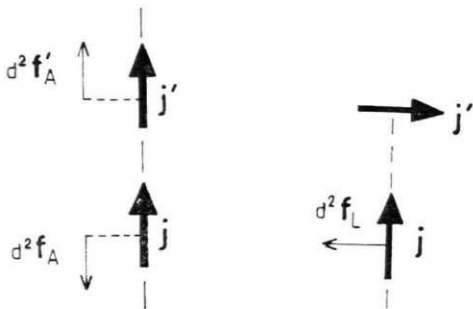
* Moon P., Spencer D. E. — J. Franklin Inst., 1954, vol. 257, pp. 203, 305, 369.



2. att. Ja strāvas elementi ir paralēli viens otram un atrodas blakus, tad $d^2f_A = 2d^2f_L$.

pievelkas ar vienādiem pretēji vēršiem spēkiem, atbilstoši Lorenca formulai — tāpat, bet ar divreiz mazāku spēku. Otrajā piemērā (3. att.) divi elementi, kas atrodas uz vienas taisnes (piemēram, strāvas vadā), atbilstoši Lorenca formulai, neiedarbojas savā starpā, bet, atbilstoši Ampēra formulai, tie savstarpēji atgrūžas. Tāds atgrūšanās spēks, kā apgalvo šīs teorijas aizstāvji, rada sasprīgumu taisnā vadā, pa kuru plūst strāva. Trešajā piemērā (4. att.) divi perpendikulāri novietoti elementi, spriežot pēc Ampēra formulas, neiedarbojas viens uz otru, bet Lorenca formula liecina, ka uz elementu $j'dV'$ spēks nedarbojas, bet uz elementu jdV darbojas sāniski vērsts spēks. Tātad formula (L) rāda, ka šiem diviem elementiem nav spēkā Ņūtona trešais likums, sistēmā nesaglabājas mehāniskais impulss. Pretstatā tam, Ampēra spēks garantē impulsa saglabāšanos jebkurām strāvas elementu sistēmām.

Tomēr fizikālas pretrunas nav arī tad, ja lieto Lorenca formulu, tikai jāņem vērā noslēgtas ķēdes visu elementu ieguldījums. Dabā jau nemaz nepastāv atsevišķi strāvas



3. att. Diviem uz vienas taisnes izvietotiem strāvas elementiem $d^2f_A \neq 0$, bet $d^2f_L = 0$.

4. att. Perpendikulāriem strāvas elementiem $d^2f_A = 0$, bet $d^2f_L \neq 0$, kaut arī $d^2f'_L = 0$.

elementi, strāvas līnijas vienmēr veido noslēgtas cilpas, un eksperimentā var izmērit tikai spēku, ar kādu iedarbojas elektriskās ķēdes visi elementi un kādu izvēlētu mazu elementu. Formulas (A) un (L) dod pilnīgi vienādu summāro spēku, taču tikai tad, ja izvēlēta elementa tuvumā strāva ir pietiekami viendabīga un nav ļoti tuvu citu elementu iedarbības vai pat paša elementa daļas iedarbības uz to. Abos likumos izpaužas mijiedarbības spēku bezgalīga pieaugšana, ja attālums r starp elementiem samazinās līdz nullei. Strāva, kas vadītājā ir viendabīgi sadalīta, ļauj summēt spēkus tā, ka abās pusēs esošo blakuselementu bezgalīgie mijiedarbības spēki līdzsvaro viens otru. Ampēra spēka aizstāvji apgalvo, ka iespējamas tādas situācijas, kurās strāvas nevienāda sadalījuma dēļ var novērot parādības, kas izskaidrojamas tikai ar garenisko Ampēra spēku.

(Nobeigums nākamajā numurā.)

V. Bojarevičs

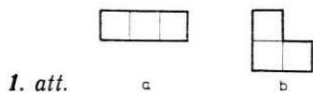
POLIMINO REPRODUCĒŠANĀS

Par polimino sauc plakanu figūru, ko veido galīgs skaits vienādu kvadrātu. Turklāt figūrai jābūt saistītai, t. i., no katra tās kvadrāta jāvar dažos gājienos pāriet uz jebkuru citu, ar katru gājienu šķērsojot kādu divu kvadrātu kopējo malu. Rakstā šos kvadrātus sauksim arī par rūtiņām.

Atkarībā no polimino veidojošo kvadrātu skaita, izšķir monimino (1 kvadrāts), domino (2 kvadrāti), trimino (3 kvadrāti) utt. Piemēram, 1. attēlā parādīti divi iespējamie trimino.

Nodarbošanās ar polimino veicina ģeometrisku iztēli un attīsta algoritmisko domāšanu, kas sevišķi svarīgi mūsdienās*.

* Par dažādiem polimino teorijas jautājumiem sk.: Голуб С. Полимино. М.: Мир, 1975; Кларнер Д. Моя жизнь среди полимино. — В кн.: Математический цветник. М.: Мир, 1975, с. 303—328; Мусенице И. Алгоритмические задания с полимино. — Звёздочка Debess, 1986./87. гada ziema, 40.—48. lpp.



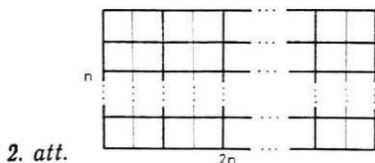
1. att. a b

Sajā rakstā noskaidrosim, kādos gadījumos no vairākām kongruentām polimino figūrām var salikt vienu polimino figūru, kas līdzīga sākotnējām. Salikšanā izmantotās figūras nedrīkst pārklāties. Gadījumos, kad to var izdarīt, izmantoti interesanti induktīvi algoritmi, gadījumos, kad tas nav iespējams, pierādījumam lieto dažādas metodes. Indukcijas metode tiek lietota nestandarta veidā.*

Rakstā iegūtos rezultātus un formulētos uzdevumus var izmantot matemātikas pulciņu un skolēnu zinātniskās biedrības darbā.

MONOMINO, DOMINO UN TRIMINO

No visām polimino figūrām līdzīgi vienīgajam monomino ir tikai kvadrāti, kuros ir $n \times n$ rūtiņas ($n \in \mathbb{N}$). Skaidrs, ka šos kvadrātus var salikt no monomino. Tāpat visas polimino figūras, kas līdzīgas vienīgajam domino, ir taisnstūri, kuros ir $n \times 2n$ rūtiņas (2. att.).



2. att.

Abas iespējamās trimino figūras parādītas 1. attēlā. Uz figūru *a* attiecināms tas pats, kas teikts par domino.

Apzīmēsim ar L_k polimino figūru, kas līdzīga 1. att. *b* parādītajai figūrai L_1 ar līdzības koeficientu k ($k \in \mathbb{N}$).

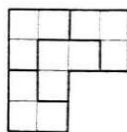
1. teorēma. Figūru L_k var salikt no figūrām L_1 .

Pierādīsim šo teorēmu ar matemātiskās indukcijas metodi, izmantojot induktīvo pāreju no $n-2$ uz n .

* Sk., piemēram: Andžāns A., Zariņš P. Matemātiskās indukcijas metode un varbūtību teorijas elementi. R.: Zvaigzne, 1983.

Bāze. Figūras L_1 un L_2 var salikt no figūrām L_1 .

Attiecībā uz L_1 tas ir acīm redzami, attiecībā uz L_2 sk. 3. attēlu.

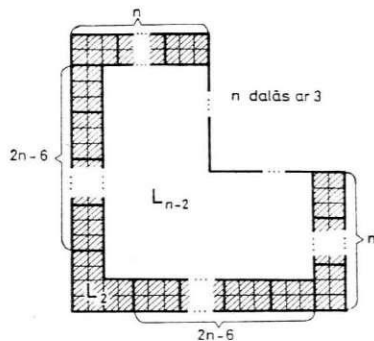


3. att.

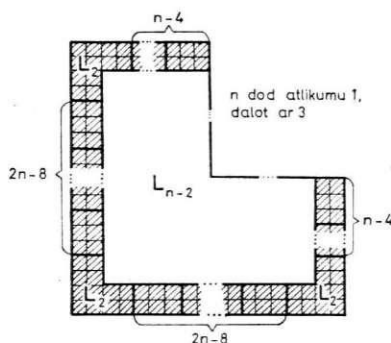


4. att.

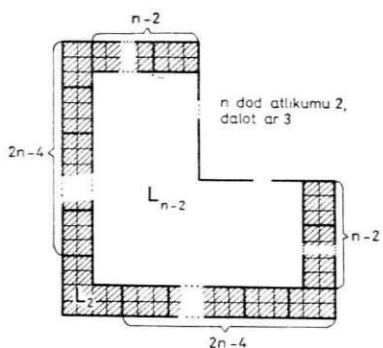
Induktīvā pāreja. Pieņemsim, ka figūru L_{n-2} ($n \geq 3$) var salikt no figūrām L_1 . Aplūkosim figūru L_n . Tajā var izdalīt figūru L_{n-2} , kā parādīts 5., 6. un 7. attēlā. Pēc induktīvā pieņēmuma L_{n-2} var salikt no L_1 .



5. att.



6. att.



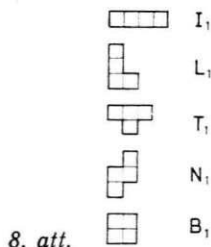
7. att.

Tāpēc atliek tikai pierādīt, ka iesvītroto «apmali» arī var salikt no figūrām L_1 . Attēlos parādīts, kā to izdarīt atkarībā no skaitļa n . Ja n dalās ar 3 bez atlikuma, rīkojamies tā, kā parādīts 5. attēlā; ja n , dalīts ar 3, dod atlikumu 1 vai 2, rīkojamies tā, kā parādīts attiecīgi 6. un 7. attēlā. Atliek ievērot, ka katru taisnstūri, kura izmēri ir 2×3 rūtiņas, var salikt no figūrām L_1 (sk. 4. att.).

Līdz ar to ir aplūkoti visi iespējamie gadījumi un teorēma ir pierādīta.

TETRAMINO

Par tetramino sauc polimino, kurus veido četri vienāda lieluma kvadrāti. Izšķir piecu veidu tetramino (8. att.).



8. att.

Līdzīgi kā iepriekšējā paragrāfā definēsim figūras I_n, N_n, L_n, T_n un B_n .

2. teorēma. Visiem naturāliem n

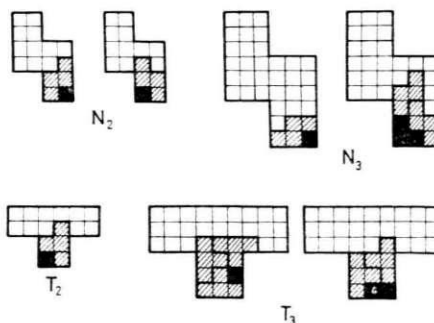
- 1) figūru I_n var salikt no figūrām I_1 ,
- 2) figūru L_n var salikt no figūrām L_1 ,
- 3) figūru B_n var salikt no figūrām B_1 .

Pierādījumā tiek izmantota matemātiskā indukcija līdzīgi kā 1. teorēmas pierādījumā.

3. teorēma. Nav taisnība, ka visiem naturāliem n

- 1) figūru N_n var salikt no N_1 ,
- 2) figūru T_n var salikt no T_1 .

Pierādījumā izmanto piemērus, kuros uzrāda tādus naturālus n , ka figūru N_n vai T_n nevar salikt no figūrām N_1 vai T_1 . Tiešām, 9. attēlā parādītas figūras N_2, N_3, T_2 un T_3 ; visos

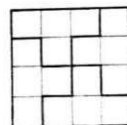


9. att.

gadījumos tumši iekrāsotās rūtiņas nevar pārklāt ar figūrām N_1 vai T_1 .

Tomēr eksistē tādi n , ka figūru T_n var salikt no figūrām T_1 .

4. teorēma. Figūras T_n , kur n dalās ar 4, var salikt no figūrām T_1 .



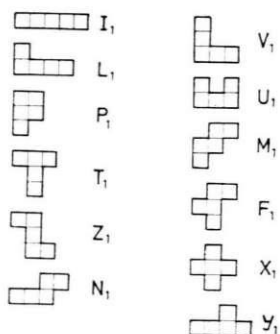
10. att.

Pierādījums izriet no tā, ka jebkuru aplūkojamā T_n veida figūru var sadalīt četros kvadrātos, kuriem malas garums n . Katru tādu kvadrātu var sadalīt sīkāk kvadrātos, kuriem malas garums ir 4. Tādu kvadrātu savukārt var salikt no figūrām T_1 (10. att.).

PENTAMINO

Par pentamino sauc polimino figūras, ko veido pieci vienāda lieluma kvadrāti.

Ir 12 veidu pentamino (11. att.).



11. att.

Līdzīgi kā iepriekš definējam figūras I_n , L_n utt.

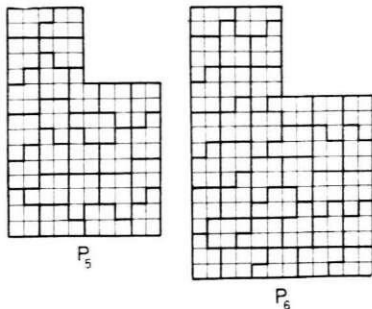
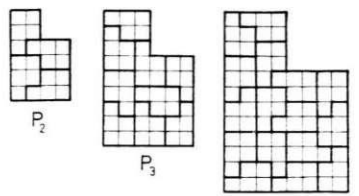
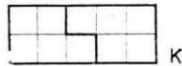
5. teorēma. Visiem naturāliem n

1) figūru I_n var salikt no figūrām I_1 ,

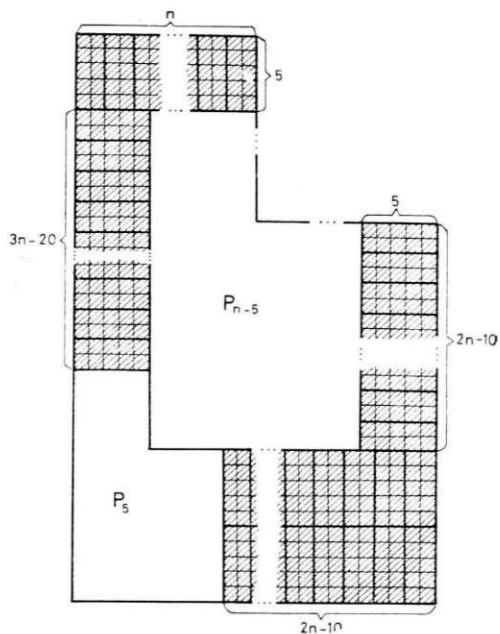
2) figūru P_n var salikt no figūrām P_1 .

Teorēmas pirmās daļas pareizība ir acīm redzama. Otrās daļas pierādījumā izmanto matemātisko indukciju ar pāreju no $n-5$ uz n . Induktīvajā pārejā tiek izmantota figūra K (12. att.) un fakts, ka to var salikt no divām figūrām P_1 .

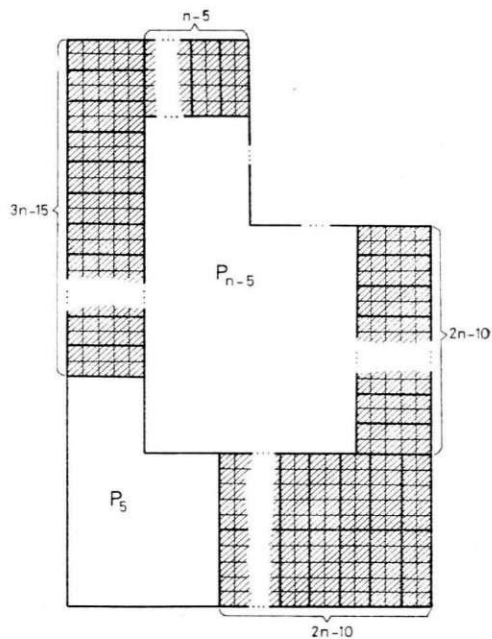
12. att.



13. att.



14. att.



15. att.

Indukcijas bāzē pierādām, ka figūras P_2 , P_3 , P_4 , P_5 un P_6 var salikt no figūrām P_1 (13. att.).

Induktīvo pāreju izdara līdzīgi kā 1. teorēmas pierādījumā, šķirot gadījumus, kad n ir pārskaitlis (14. att.) vai nepārskaitlis (15. att.).

Lasītājs pats var pārliecināties, ka citām pentamīno figūrām līdzīgas teorēmas nav spēkā.

Atzīmēsim, ka visos gadījumos figūras Q_n salikšanā no figūrām Q_1 tika izmantoti n^2 figūras Q_1 eksemplāri. Šis rezultāts viegli izriet no teorēmas par līdzīgu figūru laukumu attiecību.

Sajā rakstā aplūkotā problēma ir tikai maza daļiņa no visas polimīno teorijas. Te sāktos pētījumus var turpināt šādos virzienos:

1) noskaidrot, vai tajos gadījumos, kad nav taisnība, ka patvaļīgam n figūru Q_n var salikt no figūrām Q_1 , to nevar izdarīt dažām īpašām n vērtībām,

2) risināt līdzīgas problēmas polimīno figūrām Q_1 , kas sastāv no sešām, septiņām utt. rutiņām.

L. Fedotova

REPUBLIKAS DIVPADSMITĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

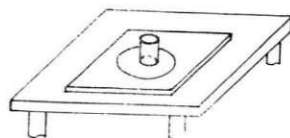
UZDEVUMI*

7.—10. uzdevums paredzēti latviešu plūsmas 10. un 11. klasei, kā arī krievu plūsmas 9. un 10. klasei, bet 11. uzdevums — latviešu plūsmas 11. klasei un krievu plūsmas 10. klasei.

* Olimpiādes pirmo sešu uzdevumu formulējumus un risinājumus sk.: Zvaigžņotā Debess, 1987./88. gada ziema, 50.—54. lpp.

7. uzdevums

Tiek demonstrēts eksperiments. Plānu (2—3 mm) organiskā stikla plāksni novieto uz koka galda (6. att.) un paberzē ar vilnas

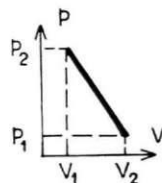


6. att.

lupatiņu. Pēc tam uz plāksnes uzliek neuzlādētu plānu metāla disku (biezums ~ 1 mm, diametrs ~ 40 cm), kura centrā atrodas papīra cilindrs ar nenoslēgtiem galiem. Ja šo sistēmu paceļ virs galda, pēc dažām sekundēm cilindrs «uzlido» gaisā. Aprakstiet un izskaidrojiet novēroto!

8. uzdevums

Pieci moli ($\nu=5$) ideālas gāzes atrodas cilindriskā traukā zem virzuļa. Šīs gāzes stāvokli ļoti lēni izmaina no tilpuma $V_2=33$ l

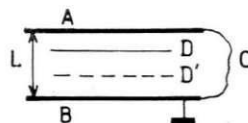


7. att.

uz spiediena $p_1=0,4$ MPa uz tilpumu $V_1=9$ l un spiedienu $p_2=1,5$ MPa. Kādu maksimālo temperatūru T_m šai procesā sasniedz gāze, ja tās spiediena atkarību no aizņemtā tilpuma attēlo taisne (7. att.)?

9. uzdevums

Attālums starp divām paralēlām metāla platēm A un B ir L . Plātes ir savienotas ar vadītāju C un iezemētas (8. att.). Attā-



8. att.

lumā $L/3$ no plates A novietota plāna nevadoša plēvīte D, uz kuras vienmērīgi izvietots lādiņš Q. Aprēķiniet, kāds lādiņš q izplūst caur vadītāju C, ja plēvīti D paralēli pārnēs līdz attālumam $L/3$ no plates B (stāvoklis D').

10. uzdevums

Ikkatri divi no 1987 punktiem savienoti savā starpā ar rezistoru, kura pretestība ir 1 oms. Kāda ir pretestība starp jebkuriem diviem punktiem?

11. uzdevums

Cilvēks, gulēdams baseina dibenā un raudzīdamies uz augšu, redz gaišu plankumu. Aprēķināt šā plankuma redzamos leņķiskos izmērus, ja gaismas laušanas koeficients ūdenim ir n .

ATRISINĀJUMI UN NORĀDIJUMI

7. uzdevums

Organiskā stikla plāksne, ja to paberzē ar vilnas lupatiņu vai kažokādas gabaliņu, uzlādējas.

Nesniedzot izsmelošu eksperimenta analīzi, norādīsim, ka aprakstītais novērojums saistīts ar papīra cilindra uzlādēšanos, gan tam kontaktējoties ar metāla disku, gan elektrostatisks indukcijas ceļā, un sekojošu mijiedarbību ar uzlādētās sistēmas (organiskais stikls un metāla disks) elektrisko lauku.

Paceļot sistēmu no koka galda virsmas, tiek izmainīta vide (koka galda — $\epsilon_k \approx 10$ — pret gaisu — $\epsilon_g \approx 1$) vienā tās pusē, kas izraisa lādiņu pārdalīšanos un elektrostatisks lauka struktūras izmaiņas; tas arī ir novērotās parādības pamatā.

Pacentieties patstāvīgi (vispirms atkārtojot eksperimentu — tas nav sarežģīts, ir veicams arī mājas apstākļos un bez tam ir vizuāli visai efektīgs) izskaidrot visas procesa fāzes detalizētāk!

Ieteicams pagatavot dažāda izmēra cilindrus. Piemērots materiāls šim nolūkam ir puspapīrs.

Jāpiebilst, ka laiks, kāds paiet no organiskā stikla pacelšanas virs galda līdz cilindra «uzlādēšanas» brīdim, reizēm var pārsniegt pat minūti.

Pamēģiniet veikt (un izskaidrot!) analoģu eksperimentu, ja uz organiskā stikla netiek uzlikts metāla disks (vai plāksnīte).

8. uzdevums

Tā kā aplūkojamo procesu, kurā gāze pāriet no viena stāvokļa otrā, koordinātās V un p attēlo taisne, tad tās vienādojums rakstāms formā

$$p = aV + b, \quad (1)$$

kur a un b ir koeficienti, kurus var noteikt, izmantojot informāciju par gāzes parametriem (V un p) procesa sākuma un beigu stāvokļos, kas doti.

Ievietojot šo parametru vērtības vienādojumā (1), iegūstam

$$p_1 = aV_2 + b \quad (2)$$

un

$$p_2 = aV_1 + b. \quad (3)$$

Atrisinot (2) un (3) kā sistēmu attiecībā pret a un b , atrodam, ka

$$a = \frac{p_2 - p_1}{V_1 - V_2} \quad \text{un} \quad b = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{V_1 - V_2}. \quad (4)$$

Lai noskaidrotu, kādu maksimālo temperatūru gāze sasniedz šai procesā, izmantosim Mendeļejeva—Klapeirona vienādojumu, kas apraksta ideālās gāzes stāvokļus:

$$pV = \nu RT. \quad (5)$$

Ja no (5) izsakām spiedienu p un ievietojam vienādojumā (1), tad iegūstam

$$T = \frac{a}{\nu R} V^2 + \frac{b}{\nu R} V. \quad (6)$$

Redzam, ka T ir kvadrātiska argumenta V funkcija. Šādas funkcijas grafiks ir parabola. Tā kā no uzdevuma nosacījumiem un izteiksmes (4) izriet, ka $a < 0$, tad arī $a/\nu R < 0$ un parabolas (6) zari vērsti lejup, bet virsotne uz augšu — t. i., pie noteiktas V vērtības temperatūra sasniedz maksimumu.

Pārveidosim vienādojumu (6) ar t. s. pilnā kvadrāta atdalīšanas metodi. Tad iegūstam, ka

$$T = \frac{a}{\sqrt{R}} \left(V + \frac{b}{2a} \right)^2 - \frac{b^2}{4a\sqrt{R}}. \quad (7)$$

Tāpēc maksimālā temperatūra ir tad, ja

$$V = -\frac{b}{2a}. \quad (8)$$

Maksimālās temperatūras vērtība ir

$$T_{\max} = -\frac{b^2}{4a\sqrt{R}} = \frac{(\rho_1 V_1 - \rho_2 V_2)^2}{4\sqrt{R}(\rho_2 - \rho_1)(V_3 - V_1)}. \quad (9)$$

Ievietojot skaitliskās vērtības, iegūstam, ka $T_{\max} \approx 470$ kelvinu.

Piezīme. Tiem, kuri apguvuši funkciju pētīšanu ar matemātiskās analīzes metodēm, bija iespējams funkcijas (6) maksimumu atrast, izmantojot atvasinājumus.

$$T' = \frac{2a}{\sqrt{R}} V + \frac{b}{\sqrt{R}}. \quad (A)$$

Prasot, lai $T' = 0$ (ekstrēma eksistences nepieciešamais nosacījums), atrodam, ka to nodrošina

$$V = -\frac{b}{2a}. \quad (B)$$

Tā kā $T'' = 2a/R < 0$ (jo $a < 0$), tad $V = -b/2a$ ir funkcijas T maksimuma punkts. Funkcijas vērtība šai punktā ir

$$T_{\max} = T \left(-\frac{b}{2a} \right) = -\frac{b^2}{4a\sqrt{R}}. \quad (C)$$

Redzam, ka izteiksmes (B) un (C), kas iegūtas ar matemātiskās analīzes metodi, dod tos pašus rezultātus, ko ar pirmo metodi iegūtas analogās izteiksmes (8) un (9).

9. uzdevums

Noteiktības dēļ pieņemsim, ka uz plēvītes D izvietotais lādiņš Q ir pozitīvs. Tā kā metāla plates A un B ir savienotas un iezemētas, tās veido ekrānu, ārpus kura nav elektrostātiskā lauka. Tas iespējams tad, ja uz platēm A un B inducējas negatīvi lādiņi q_A un q_B tādi, ka

$$q_A + q_B + Q = 0. \quad (1)$$

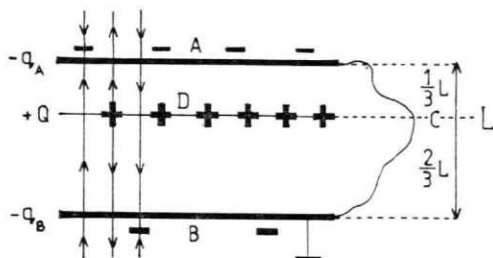
Tā kā metāla plates savieno vadītājs C, šo plašu potenciāli ir vienādi, t. i.,

$$U_A = U_B. \quad (2)$$

Bet

$$U_A = E_A \cdot \frac{L}{3} \quad \text{un} \quad U_B = E_B \cdot \frac{2}{3} L, \quad (3)$$

kur E_A un E_B ir elektriskā lauka intensitāte telpā starp plēvīti D un attiecīgo plati. Ja aplūkojam 9. attēlu, ņemam vērā lādiņu izvietojumu, to zīmes un minēto lādiņu radītos



9. att.

elektriskos laukus, tad, zinot, ka $E \sim \sigma \sim q$, varam rakstīt

$$E_A \sim Q - q_A + q_B \quad \text{un} \quad E_B \sim Q + q_A - q_B.$$

Tāpēc no (2), ievērojot (3), iegūstam

$$\frac{1}{3}(Q - q_A + q_B) = \frac{2}{3}(Q + q_A - q_B). \quad (4)$$

Atrisinot (1) un (4) kā sistēmu, atrodam, ka

$$q_A = -\frac{2}{3}Q \quad \text{un} \quad q_B = -\frac{1}{3}Q. \quad (5)$$

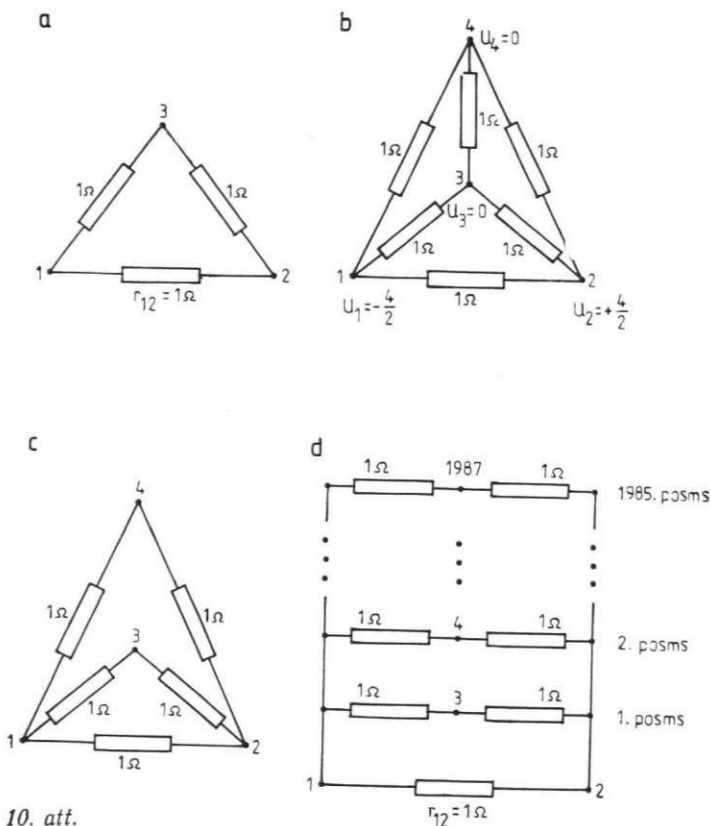
Ja plēvīte D ir stāvoklī D' , tad uzdevuma simetrijas dēļ plates A un B (un arī attiecīgi q_A un q_B) ir mainītās lomās.

Tāpēc caur vadītāju C izplūdis lādiņš

$$q = |q_A| - |q_B| = \frac{2}{3}Q - \frac{1}{3}Q = \frac{1}{3}Q. \quad (6)$$

10. uzdevums

Pakāpeniski veidosim uzdevumā aprakstīto sistēmu. Pieņemsim, ka starp punktiem 1 un 2 pastāv spriegumu starpība U . Ja tā, tad va-



10. att.

ram uzskatīt, ka punkta 1 potenciāls ir $U_1 = -U/2$, bet punkta 2 potenciāls ir $U_2 = +U/2$ (10. att.).

Pievienosim sistēmai trešo punktu, ko $1\ \Omega$ rezistori savieno ar punktiem 1 un 2.

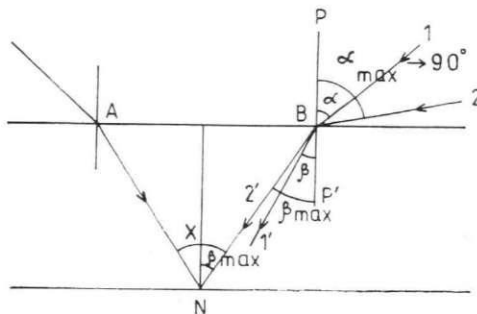
Viegli saprast, ka tādā gadījumā punkta 3 potenciāls $U_3 = 0$.

Pievienosim sistēmai ceturto punktu un, izmantojot $1\ \Omega$ rezistorus, savienosim to ar trim pirmajiem punktiem. Simetrijas dēļ arī šā punkta potenciāls $U_4 = 0$.

Bet, ja tā, tad rezistorā, kas savieno punktus 4 un 3, strāva neplūst (jo šiem punktiem ir vienāds potenciāls). Tātad šo rezistoru var izslēgt no «spēles», t. i., aizstāt slēgumu b ar tam ekvivalentu slēgumu c .

Spriedumu analogi atkārtojot (slēdzot klāt aizvien jaunus punktus līdz pat punktam 1987), iegūstam shēmu, kas sastāv no $1\ \Omega$

rezistora starp punktiem 1 un 2, kurai paralēli pieslēgti 1985 posmi, katrs ar $r = 2\ \Omega$ pretestību. Tāpēc pretestība starp patvaļīgi izvēlētajiem punktiem 1 un 2 vienāda ar R ,



11. att.

kas atrodama no paralēlslēguma pretestības izteiksmes

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_{12}} + 1985 \cdot \frac{1}{r}.$$

Tā kā $r_{12} = 1 \Omega$, tad $R = 2/1987 \Omega$.

11. uzdevums

Pieņemsim, ka ūdens virsmu vienmērīgi apgaismo izkliedēta gaisma, tas ir, uz tās krīt gaismas stari dažādos leņķos.

Novērotāja acī (punkts N 11. attēlā) nāks gaismas stari no apgabala AB uz baseina virsmas, kas arī būs redzams kā gaišs plankums.

Atbilstoši gaismas laušanas likumam,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \quad (1)$$

kur α un β — attiecīgi gaismas krišanas un laušanas leņķi, bet n — gaismas laušanas koeficients ūdenim.

Tā kā maksimālā vērtība leņķim $\alpha = 90^\circ$, tad $\sin \beta_{\max} = 1/n$. Sā iemesla dēļ uz baseina virsmas redzamā gaišā plankuma leņķiskie izmēri ir

$$x = 2\beta_{\max} = 2 \arcsin \frac{1}{n}.$$

(Ja gaismas laušanas koeficients ūdenim ir $n = 1,33$, tad $x \approx 97^\circ 30'$.)

Atsauksmes un priekšlikumus par republikas atklātajām fizikas olimpiādēm lūdzam adresēt 226050 Rīga, Galvenajā pastā, abon. k. 209, ZTB LRP Komitejai darbam ar jaunatni.

L. Smits

AICINA

REPUBLIKAS TRĪSPADSMITĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

Visus «Zvaigžņotās Debess» lasītājus (kā arī viņu draugus un paziņas), kuri mācās 8.—11. klasē skolās ar latviešu mācību valodu vai 8.—10. klasē skolās ar krievu mācību valodu, jebkurā mūsu republikas tehnikumā vai profesionāli tehniskajā skolā, — visus aicina Republikas trīspadsmītā atklātā fizikas olimpiāde, kas notiks 1988. gada 17. aprīlī Rīgā, P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes ēkā Raiņa bulvārī 19. Sākums plkst. 10.30. Dalībnieku reģistrācija turpat no plkst. 9.30.

Uzdevumu veikšanai tiek atvēlētas 4,5—5 stundas, drīkst lietot līdzpaņemto izziņu tipa palīgliteratūru. Olimpiādes laureātus gaida diplomu, vērtīgas piemiņas balvas un ceļazīmes uz republikas olimpiāžu uzvarētāju vasaras nometni «Alfa-88».

Lai kļūtu par olimpiādes dalībnieku, līdz 1988. g. 8. aprīlim jāizsūta paša rakstīts pieteikums, kurā būtu uzrādīts uzvārds, vārds, skola un klase. Pieteikumus lūdzam adresēt 226530 PDP Rīgā, Turgeņeva ielā 19, LPSR ZA Komjaunatnes komitejai.

Uz tikšanos olimpiādē!

Olimpiādes orgkomiteja



MĒNESS – AMATIĒRA ASTROGRĀFA FOTOOBJEKTĪVĀ

1987. gada 8. martā Rīgas centrā ar amatiera 265 mm astrogrāfu iegūti vairāki Mēness attēli. Divi no tiem skatāmi šā «Zvaigžņotās Debess» numura vāku 3. lappusē. Tajos fiksēta Mēness virsma gar terminatoru no ziemeļpola līdz dienvidpolam. Attēlā redzami šādi Mēness objekti: 1 — ziemeļpols; 2 — krāteris Platons (diametrs 96 km); pagaidām vēl nenoskaidrota cēloņa dēļ šā krātera dibens, Saulei ceļoties augstāk, kļūst nevis gaišāks, kā varētu gaidīt, bet gan tumšāks; 3 — Alpi, kuru virsotne Monblans sniedzas 3600 m augstu; 4 — izolēts kalns Pitons, kura augstums ir 2000 m; 5 — zema kalnu sistēma Kaukāzs; 6, 7, 8 — krāteri Aristils (diametrs 51 km), Autoliks (36 km) un Arhimēds (73 km); 20 km uz dienvidrietumiem no Autolika 1959. gada 14. septembrī padomju automātiskā stacija «Luna-2» pirmoreiz sasniedza Mēness virsmu un atstāja tur vimpeli ar Padomju Savienības ģerboņa attēlu; 9 — Jaunie Apenīni (dažu šīs kalnu grēdas virsotņu augstums ir 5000–6000 m); 10 — Lietus jūra; 11 — Skaidrības jūra; 12 — Tvaika jūra; 13 — Tveices

līcis; 14 — Centrālais līcis; 15, 16 un 17 — krāteri Ptolemajs (diametrs 146 km), Alfons (124 km), Arzahels (92 km); 1958. gadā padomju astronoms N. Kozirevs, novērojot krāteri Alfons, fiksēja Mēness vulkāna izvirdumu, kurā izdalījās ogleklis un ūdeņradis, bet 1965. gada 17. februārī krāterī nokrita amerikāņu automātiskā starplanētu stacija «Ranger-9», pirms tam noraidījusi vairākus tūkstošus krātera dibena attēlu; 18 — Mākoņu jūra; 19 — Taisnā Siena (nogruvums Mēness virsmā), kuru pagājušajā gadsimtā daži entuziasti uzskatīja par mākslīgu veidojumu, ko radījuši selenīti — hipotētiski Mēness iedzīvotāji; Taisnās Sienas garums ir apmēram 100 km, augstums — ap 300 m; 20 — krāteris Tiho ar unikālo staru sistēmu, kas, radiāli izejot no tā, sniedzas tūkstošiem kilometru tālu; starus var saskatīt pilnmēnesī (krātera diametrs ir 82 km, dziļums — 3700 m un ietverošo kalnu maksimālais augstums — 2400 m); 21 — krāteris Magins; 22 — dienvidpols.

V. Odinokijs



AUGU DZĪVE MĒNESS RITMĀ

Kopš seniem laikiem Mēness jāzu izmaiņas allaž ņemtas vērā gan lauku, gan dārza un meža darbos, gan arī dažādos citos pasākumos. Pēdējā laikā cenšamies atkal likt lietā senās tautas gudrības, kas tapušas gadsimtiem ilgā praksē. Tā pievēršam uzmanību arī Mēness jāzu nozīmei un lūkojam izprast to ietekmes cēloņus.

Analizējot šo jautājumu, grupu Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedru īpaši ieinteresēja tie gadījumi, kad Mēness jāzu ievērošana nav devusi gaidītos pozitīvos rezultātus. Kā noskaidrojies, tas parasti noticis tad, ja ievērotas gan Mēness fāzes, bet nav ņemtas vērā noteikti gadalaiki. Piemēram, atbilstoši senai tradīcijai, kūkas kaujamas jaunā Mēnesī, tad gaļa labi der tālākai pārstrādāšanai — sāļīšanai, žāvēšanai utt. Vecā Mēnesī iegūta gaļa ir udeņaina, uz pannas cepot sprakšķ un ātri iztek taukos. Taču senāk kūkas kāva rudenos vai ziemas sākumā, bet tagad to dara cauru gadu. Un izrādījās, ka pavasari it kā pareizā Mēness fāzē iegūtai gaļai tomēr ir sliktā kvalitāte. Tātad senās kārtulas attaisnojas tikai tad, ja attiecīgo darbu dara tradicionālajā gadalaikā. Līdz ar to jāmeklē vēl kāds faktors, kas ietekmē dzīvo organismu funkcijas.

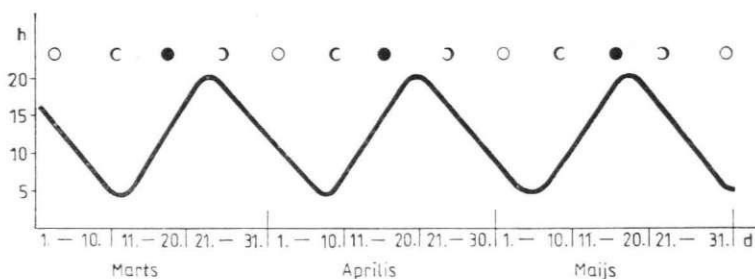
Rūpīgāk iepazīstoties ar Mēness stāvokli pie debesīm dažādos gadalaikos, radās hipotēze, ka augu dzīvē svarīga loma varētu būt Mēness redzamības intervālam — laikam starp Mēness lēktu un rietu dotajā ģeogrāfiskajā punktā. Vienai un tai pašai Mēness fāzei dažādos gadalaikos šis lielums nav vienāds. Pavasaros augošs Mēness vienmēr re-

dzams pie debesīm ilgi, bet dilstošs — īsu laiku, turpretī rudenos ir otrādi. Tāpēc radās domas, ka Mēness fāze ir tikai ērts indikators, bet iedarbīgais faktors meklējams saistībā ar Mēness redzamības intervālu. Kas ir šis spēks — Mēness gravitācijas ietekme vai tā polarizētās gaismas darbība —, tas vēl jāpēta. Taču neatkarīgi no šā spēka dabas, Mēness redzamības intervāla ietekmē acimredzot mainās saistītā ūdens daudzums dzīvo organisma šūnās. Saistītais ūdens ietilpst arī olbaltumvielu molekulās, un tam ir svarīga nozīme organisma funkcijās. Tā ir organisma dzīvības rezerve, un to tas atdod kā pašu pēdējo.

Spējai saglabāt saistīto ūdeni droši vien bija ļoti svarīga nozīme dzīvības pirmsākumos uz Zemes, kad uz tās sāka izplatīties pirms tam tikai ūdenī mītošie organismi. Tiem vajadzēja spēt izdzīvot no viena paisuma viļņa līdz nākamajam, un dzīvi palika tie, kuriem bija vairāk saistītā ūdens. Iespējams, ka ilgstošākā Mēness ietekmē rodas pilnīgāki saistītā ūdens krājumi un ka tieši tas ir arī mūsu pētītās parādības cēlonis.

Ši hipotēze dod iespēju izskaidrot daudzas zemkopības un citas kārtulas, kas saistītas ar Mēness fāzēm. Piemēram aplūkosim divas augu kultūras — kartupeļus un zirņus.

Kartupeļus ieteic stādīt pilnā Mēnesī vai dienu pirms tā, bet zirņi jāstādīja vecā Mēnesī vai jaunā Mēnesī atkarībā no tā, vai tos grib audzēt sēklu iegūšanai vai zaļās masas iegūšanai. Kā zināms, auga raža lielā mērā ir atkarīga no dažādiem ārējiem apstākļiem ziedēšanas fāzē. Ja tie ir labvēlīgi, augs zied ilgi, ja ne — tas sāk krāt rezerves barībai un reģenerācijai. Tāpēc, ja, piemēram, kartupeļu ziedēšana iekrīt garajā Mēness redzami-



Mēness redzamības intervāli 1988. gada pavasarim.

bas intervālā, kad augu šūnās ir daudz saistītā ūdens, tie zied ilgi un paspēj pat nogatavināt sēklas. Tad bumbuži tiem it kā nav tik vajadzīgi. Bet, ja ziedēšana iekrīt šajā redzamības intervālā, kartupeļi sāk krāt rezerves bumbuļos. Analogi «darbojas» zirņi. Ja tie sāk ziedēt garajā Mēness redzamības intervālā, tie zied jo ilgi un mēs ilgi varam priecāties par zaļo zirnišu ražu vai puķuzirņu ziediem. Ja turpretī zirņu ziedēšana iekrīt šajā redzamības intervālā, situācija ir nelabvēlīga un ziedēšana ātri izbeidzas. Augs steigšus briedina sēklas — tās ienākas gandrīz vienlaicīgi.

Tātad svarīgi ir zināt šo kultūru atsevišķo attīstības posmu ilgumu, lai ziedēšanas fāze atbilstu vajadzīgajam Mēness redzamības in-

tervālam. Senlaikus, kad katrā apvidū bija savas gadiem ilgi lietotas šķirnes, šie posmi bija stabili un tāpēc Mēness fāžu — īstenībā Mēness redzamības intervāla — kārtulas bija lieti noderīgas. Mūsdienās derētu katrai jaunai šķirnei noteikt attiecīgos attīstības posmus, lai tad izmēģinājumos tos saskaņotu ar vajadzīgajiem Mēness redzamības datiem. Vēl jāņem vērā, ka jebkura auga attīstību ietekmē arī meteoroloģiskie apstākļi, it īpaši to anomālijas.

Attēlā dots Mēness redzamības intervāls šā gada pavasarim un norādītas arī fāzes. Vēlam panākumus eksperimentos un gaidām vēstules ar ziņām par rezultātiem.

B. Biedriņš



J. I. STRAUME — ZINĀTŅU KANDIDĀTS

1986. gada 24. decembrī Maskavā PSRS MP Augstākā atestācijas komisija akceptējusi A. Zdanova Ļeņingradas Valsts universitātes Padomes 1986. gada 20. marta lēmumu par fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grāda piešķiršanu Jānim Imantam Straumem — Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas zinātniskajam līdzstrādniekam.

Jānis Imants Straume dzimis 1945. gadā. Viņš ir viens no nedaudzajiem profesionālajiem astronomiem observatorijā — beidzis Ļeņingradas Valsts universitāti astronomijas specialitātē. Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijā sācis strādāt 1968. gada 1. augustā par stažieri pētnieku astrofizikas specialitātē (zinātniskais vadītājs — fiz. un mat. zin. kand., vēlāk doktors Jānis Ikaunieks), bet no tā paša gada 9. septembra stažējies ĻVU Astrofizikas katedrā. No 1970. gada līdz 1973. gadam mācījies klātienē mērķa aspirantūrā Ļeņingradas Valsts universitātē (zinātniskais vadītājs — PSRS ZA akadēmiķis V. Soboļevs). Pēc aspirantūras beigšanas strādā Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Astrofizikas grupā (no 1979. g. 3. decembra — Astrofizikas daļa), lai pabeigtu disertāciju. J. I. Straumes kandidāta disertācijas tēma — «Vēlo spektra klašu zvaigžņu atmosfēras».

Pēdējos gados noskaidrota auksto zvaigžņu jeb tā saukto vēlo spektra klašu zvaigžņu īpašā loma zvaigžņu evolūcijā un ķīmisko elementu kodolsintēzes procesā Galaktikā. Šīs zvaigznes, konkrēti, sarkanie milži un pārmilži, intensīvi izsviež vielu starpzvaigžņu telpā, līdz ar to starpzvaigžņu gāze un putekļi bagātinās ar zvaigžņu dzīles sintezē-



tiem smagajiem elementiem. Acīmredzot vismaz daļa sarkano milžu šā masas zuduma rezultātā pārvēršas baltajos punduros; iespējams arī, ka masīvie aukstie pārmilži sprāgst kā II tipa pārnovas. Līdz ar to ir saprotama astronomu lielā interese par auksto zvaigžņu pētījumiem. Lielāko daļu astrofizikālās informācijas par zvaigznēm gūst no to spektru novērojumiem, jo spektri atspoguļo fizikālos apstākļus zvaigžņu atmosfērās (t. i., ārējos slāņos) un atmosfēru ķīmisko sastāvu, tāpēc vēlo spektra klašu zvaigžņu atmosfēru teorētiskajiem pētījumiem pēdējā laikā visā pasaulē tiek veltīta sevišķi liela vērība. Viens no šo zvaigžņu paveidiem — oglekļa zvaigznes — ir arī mūsu Zinātņu akadēmijas observatorijas Smita teleskopa galvenais novērojumu objekts.

Zvaigžņu atmosfēru fizikas progress ir visā pilnībā atkarīgs no elektroniskās skaitļošanas tehnikas attīstības līmeņa. Īpaši tas sakāms par vēlo spektra klašu zvaigžņu atmosfērām, kuru izpēte ir ārkārtīgi sarežģīta daudzo molekulu klātbūtnes dēļ; pagaidām pat labākās ESM nenodrošina pilnīgu teorētisko paredzējumu saskaņā ar visiem novērojumu datiem.

J. I. Straume ir atrisinājis vairākus atsevišķus uzdevumus, ko var veikt ar EC tipa skaitļošanas mašīnām, bet jāteic, ka šajā virzienā darba netrūks vismaz vēl vienai astronomu paaudzei.

Disertācijā aprēķinātas 230 dažādu molekulu un 58 atomu un jonu koncentrācijas auksto zvaigžņu atmosfērās atkarībā no zvaigznes efektīvās temperatūras, smaguma spēka paātrinājuma uz tās virsmas un oglekļa un skābekļa satura attiecības. Daudzām molekulām precizētas vai pirmoreiz aprēķinātas spektroskopiskās konstantes, no kurām atkarīga absorbcijas joslu intensitāte. Izpētīta starojuma absorbcija un izkliede nepārtrauktajā spektrā, ko nosaka svarīgākie atomi un joni; pirmoreiz noteikta absorbcija dažādās molekulāro joslu sistēmās oglekļa zvaigžņu spektros. Aprēķināti vairāki oglekļa zvaigžņu atmosfēru skaitliskie modeļi un parādīts, ka tos var izmantot nepārtrauktā

spektra, kā arī vāju un vidējas intensitātes spektra līniju novērojumu interpretēšanai. Pirmoreiz pasaulē, aprēķinot teorētisko enerģijas sadalījumu oglekļa zvaigžņu spektros, ņemta vērā daudzu molekulāro absorbcijas joslu ietekme. Sastādīts ESM programmu komplekss augstas dispersijas spektru novērojumu detalizētai teorētiskai analīzei.

Līdztekus zinātniskajai darbībai J. I. Straume dzīvi interesējas par sabiedriski politiskiem jautājumiem, aizraujas ar fotografēšanu un kinoamatierismu, ir vairāku sienas avīžu izdevējs, darbojas zinātnes popularizēšanas jomā, uztur ciešus kontaktus ar citiem Padomju Savienības zinātniekiem, kuri pēti auksto zvaigžņu atmosfēras.

Radioastrofizikas observatorija fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta J. I. Straumes personā ir ieguvusi nopietnu speciālistu auksto zvaigžņu fizikā.

J. Freimanis, I. Pundure

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1988. GADA PAVASARĪ

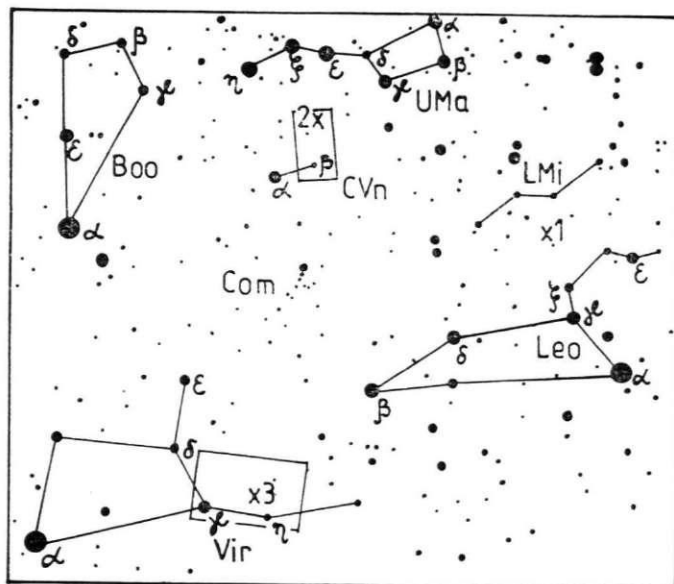
1988. gada astronomiskais pavasaris sākas 20. martā 12^h39^m pēc Maskavas laika, kad Saule savā redzamajā kustībā pa debess sfēru krusto debess ekvatoru un pāriet no dienvidpuslodes ziemeļpuslodē. Šajā dienā Saules deklinācija ir 0°, diena un nakts ir vienādā garumā. 1988. gada pavasaris beidzas 21. jūnijā 7^h56^m.

Latvijas pavasarim raksturīgie ilgstoši skaidra laika posmi vēl pietiekami tumšajās naktīs ļauj mums priecāties par Lauvas, Vēža, Hidras, Jaunavas, Vēršu Dzinēja, Medību Suņa, Lielā Lāča un nelielajiem Berenīkes Matu, Svaru, Mazā Lauvas, Kraukļa, Kausa un Lūša zvaigznājiem. Visu nakti redzams ziemeļu debess gids — Lielais Lācis jeb Lielo Greizo Ratu zvaigznājs. Tā septiņas spožās zvaigznes ļauj nekļūdīgi atrast pavasara trīsstūri — spožās zvaigznes Arkturu

(Vēršu Dzinēja α), Spiku (Jaunavas α) un Denebolu (Lauvas β). Uz rietumiem no Denebolas (Lauvas astes) redzams arī pats Lauva — izteismīgākais pavasara zvaigznājs.

Virš Lauvas galvas atrodas neievērojamais Mazā Lauvas zvaigznājs. Un tomēr tieši viena no tā zvaigznēm interesē Latvijas astronomus jau vairāk nekā 16 gadus. Tā ir ekstremāla oglekļa zvaigzne CIT 6 jeb RW LMi (1. attēlā ar krustiņu atzīmēta tās atrašanās vieta). Diemžēl šī zvaigzne nav pieejama amatieru novērojumiem pat spožuma maksimuma laikā, kad tās vizuālais spožums sasniedz 13^m. Un tomēr CIT 6 īpatnības ir unikālas pat oglekļa zvaigžņu vidū, kuras pašas jau veido īpašu zvaigžņu grupu. Kā aukstajām oglekļa zvaigznēm pienākas, objekts ir ļoti sarkans. Taču pretēji citām C

1. att. Kopējā pavasara debess zvaigžņu karte. Ar cipariem atzīmēti: 1 — CIT 6, 2 — Y CVn, 3 — SS Vir. Šajā kopējā kartē ar taisnstūriem ap atbilstošiem objektiem attēloti 2. un 3. att. dotie debess apgabali.



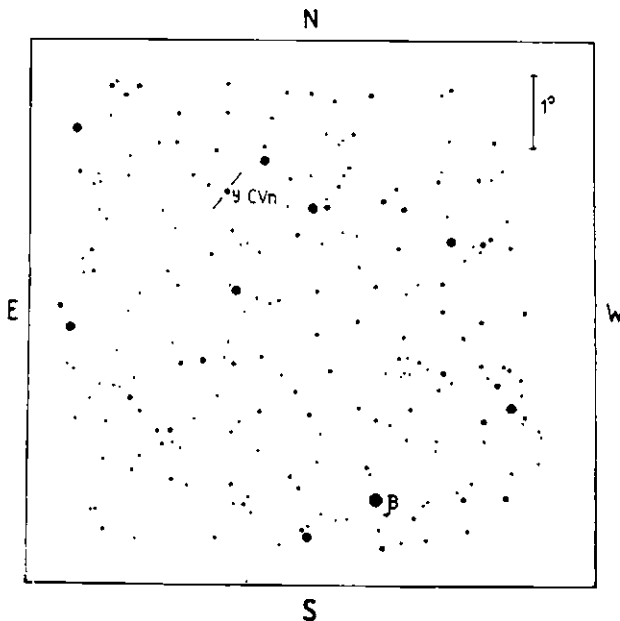
zvaigznēm tam ir spoža arī spektra zilā daļa. Šo krāsu īpatnību astronomi mēģina izskaidrot ar hipotētiska karstāka pavadoņa eksistenci. Jāsaka gan, ka, neraugoties uz daudzkrātējiem mēģinājumiem (pat izmantojot pasaulē vislielāko — 6 m — teleskopu), ne vizuāli, ne spektrāli to konstatēt nav izdevies. Zvaigznei CIT 6, kā rāda Baldonē veiktie novērojumi, raksturīgas spožuma izmaiņas par diviem trim zvaigžņlielumiem ar periodu $P=594^d$. Šīm maiņām klājas pāri īsākas, turklāt mainīga perioda (no 1 līdz 300^d) spožuma fluktācijas, kuru amplitūda sasniedz 1. zvaigžņlielumu, kā arī ilgākas ($P\approx 4200^d$) spožuma izmaiņas. Situāciju vēl vairāk sarežģīt tas, ka no cikla uz ciklu mainās pat pamatperioda ($P=594^d$) ilgums un mainās arī spožuma izmaiņu amplitūda (spožuma vērtību starpība zvaigznes maksimumā un minimumā).

CIT 6 starojuma novērojumos spektra infrasarkanajā daļā atklāts krāsu ekscess $11\ \mu\text{m}$ joslā, ko zvaigznēm izskaidro ar putekļu apvalka starojumu. To apstiprina arī CIT 6 starojuma polarimetriskie novērojumi — objekta starojums ir polarizēts, turklāt spektra zilajā daļā polarizācijas pakāpe sasniedz 20 procentus. Zvaigzni

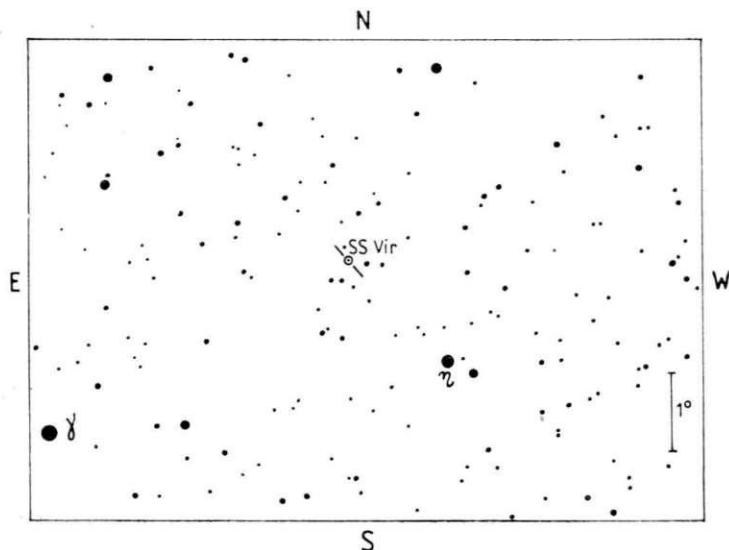
ietver liels putekļu apvalks, kura temperatūra, kā tiek vērtēts, ir 700 kelvinu.

CIT 6 ir viena no nedaudzajām oglekļa zvaigznēm, kurai izdevies reģistrēt hromosfēras starojumu — aizliegtās skābekļa un jonizēta sēra emisijas līnijas. Bez tam tai novēro CO un HCN molekulu mikroviļņu starojumu radiopāzonnā, kas radīja hipotēzi, ka šis objekts varētu būt planetārā miglāja priekštecis.

Pavasārī pie debess kulminē viena no spožākajām oglekļa zvaigznēm — Medību Suņa Y (Y CVn), kas ar neapbruņotu aci tomēr ir tikko saskatāma. Tā ir pusregulāra CS,4 spektra klases zvaigzne (pirmais skaitlis raksturo temperatūras apakšklasi relatīvā skalā no 0 līdz 9, bet otrais raksturo oglekļa saturu — faktiski oglekļa molekulāro savienojumu CN, C₂, CO u. c. joslu intensitāti spektrā — relatīvā skalā no 0 līdz 5). Tās redzamais spožums maksimumā ir $5^m,3$ un spožuma maiņas amplitūda ir ap $1^m,8$ ar stipri nestabilu maiņas periodu, kura aptuvenā vērtība ir 158^d . Oglekļa zvaigznēm ir izteikti sarkana krāsa, jo tām ir zema virsmas temperatūra. Konkrēti zvaigznei Y CVn tā ir 3000 K (divreiz zemāka nekā Saulei). Oglekļa zvaigžņu, tāpat kā pārējo zvaigžņu, atmosfēra



2. att. Oglekļa zvaigznes Y CVn apkārtnes karte.



3. att. Oglekļa mirīdas SS Vir apkārtnes karte.

pamatā sastāv no ūdeņraža un hēlija. Citu elementu ir pavisam maz. Taču atšķirībā no pārējām sarkanajām zvaigznēm oglekļa zvaigznēm ir oglekļa satura pārsvars pār skābekļa saturu ($C/O > 1$). Šis ķīmiskā sastāva īpatnības ir cēlonis atšķirībām spektrā. Skābekļa secības jeb M klases aukstajām zvaigznēm raksturīgo metālu oksīdu (TiO , VO , LaO u. c.) joslu vietā novērojamas oglekļa molekulāro savienojumu joslas (C_2 , CN , CO , SiC_2 u. c.).

Minētā objekta — Y CVn — spektram konstatēta vēl kāda interesanta īpatnība — tajā ir ne vien parastā oglekļa izotopa ^{12}C , bet arī uz Zemes retāk sastopamā oglekļa izotopa ^{13}C to pašu molekulāro savienojumu joslas. Spektrā tās izvietotas nedaudz citādi nekā parastā oglekļa molekulāro savienojumu joslas. Saules atmosfērā ķīmisko elementu $^{12}C/^{13}C$ attiecība ir 90. Jo vairāk ^{13}C atmosfērā, jo mazāka ir attiecības vērtība. Oglekļa zvaigznēm tā svārstās no 60 līdz 4. Oglekļa zvaigznes, kurām ir maza attiecības vērtība, dēvē par J zvaigznēm. Pie šīs grupas pieder arī mūsu aplūkotais objekts, kuram $^{12}C/^{13}C$ ir apmēram 5.

Šādas atmosfēras ķīmiskā sastāva atšķirības cēlonis meklējams kodoltermiskajās reakcijās zvaigznes dzīlēs. Oglekļa zvaigznēm kadalpārvērtības notiek divos līmeņos. Augšējā ūdeņra-

dis pārdeg hēlijā, bet apakšējā, tuvāk kodolam esošajā, līmenī hēlijs pārdeg ogleklī un skābeklī, veidojot oglekļa-skābekļa kodolu. Blakusprodukts hēlija pārvērtībai ogleklī un skābeklī ir oglekļa izotops ^{13}C . Ja kādas vielas samaisīšanās, piemēram, konvekcijas, rezultātā matērija no zvaigznes iekšējiem slāņiem nokļūst uz tās virsmas un līdz ar to arī tās atmosfērā, ir novērojama ķīmiskā sastāva pekularitāte. Tā notiek zvaigznei Y CVn. Tātad, nosakot zvaigznes ķīmisko sastāvu, iespējams gūt ziņas par kodolprocesiem tās iekšienē. Vēlo spektra klašu zvaigznes kopā ar novām un pārnovām ir smago elementu (t. i., elementu, kuri smagāki par oglekli) kalve Visumā, tādēļ arī saprotama astronomu lielā interese par šīm zvaigznēm.

Zvaigznes Y CVn atrašanās vieta Medību Suņa zvaigznājā ir atzīmēta kopējā kartē (sk. 1. att.), taču, lai šo izteikti sarkanīgo objektu drošāk varētu sameklēt, ieteicams vadīties vēl pēc lielāka mēroga apkārtnes kartes (2. att.), kā arī izmantot nelielu tālskati.

Pavasārī novērojama kāda tipiska oglekļa mirīda (atšķirībā no jau aplūkotās CIT 6) — Jaunavas zvaigznāja SS (SS Vir), C6,3 spektra klases zvaigzne. Jaunavas zvaigznājs atrodas patālu no mūsu Galaktikas plaknes (Piena Ceļa), tāpēc pat tālskatī tur redzams maz zvaigžņu.

Planētas	Novērošanas iespējas un redzamais spožums			
	martā	aprīlī	maijā	jūnijā
Venēra	vakaros Auna zv-jā, $-3^m,1$	vakaros Vērša zv-jā, $-4^m,1$	vakaros kā sirpītis Vērša zv-jā, $-4^m,2$	—
Mars	rītos ļoti zemu pie horizonta, $+1^m,1$	rītos Strēlnieka un Mežaža zv-jā, $+0^m,7$	rītos Mežaža un Ūdensvīra zv-jā, $+0^m,2$	nakts otrajā pusē Ūdensvīra zv-jā, $-0^m,3$
Jupiters	vakaros Auna zv-jā, $-1^m,7$	vakaros zemu pie horizonta, $-1^m,7$	—	rītos Auna un Vērša zv-jā, $-1^m,6$
Saturns	rītos Strēlnieka zv-jā, $+0^m,7$	rītos zemu pie horizonta, $+0^m,6$	rītos Strēlnieka zv-jā, $+0^m,4$	nakts otrajā pusē Strēlnieka zv-jā, $+0^m,2$

Arī spožuma maksimuma laikā SS Vir ar neapbruņotu aci ir tik tikko saskatāma (tās redzamais zvaigžņlielums ir 6,0), un to ieteicams meklēt ar tālskati, vadoties pēc atzīmēm kopējā kartē un pēc lielāka mēroga tuvākās apkārtnes kartes (3. att.). Par orientieri var izmantot spožu ($3^m,9$) zilu zvaigzni — Jaunavas η. Mirīdas SS Vir spožums minimumā ir $9^m,6$, bet spožuma maiņas periods tuvs gadam ($P=355^d$). SS Vir ir izteikti sarkana zvaigzne, tās virsmas temperatūra ap 2800 kelvinu. Kā viena no spožākajām oglekļa mirīdām SS Vir daudz pērtīta, taču tās neizdevīgais spožuma maiņas periods (tuvs gadam) un novietojums pie debess (zemu pie apvāršņa, redzama tikai neilgu laiku gadā) neļauj izsekot visai spožuma maiņas liknei, tāpēc te vēl ir plašs darba lauks gan profesionāliem astronomiem, gan varbūt arī amatieriem.

PLANĒTAS

1988. gada pavasarī redzamas visas spožākās planētas — arī Merkurs un Urāns. Tā kā planētas ir spožas un to attēli nemirgo kā zvaigžņu attēli, tās viegli atrodamas pie debess. Grūtāk būs atrast Urānu. Tā redzamais spožums 1988. gada pavasarī būs tikai ap $6^m,0$, tāpēc meklēšanai nepieciešams tālskatis un drošs orientieris. Par tādu var kalpot Saturns. Martā un aprīlī Urāns redzams rītos Strēlnieka zvaigznājā pa labi no Saturna. Maijā tas meklējams pa labi uz leju, apmēram 3° attālumā no Sa-

turna. Bet visdrošāk Urānu var atrast ap 27. jūniju — tieši zem Saturna 1° attālumā no tā. Šajā laikā Urāna redzamais disks ir $3'',7$ liels.

Savukārt, Merkurs būs novērojams tikai īsu laiku — no 17. maija līdz 21. maijam — debess rietumu pusē vakaros. Tā redzamais spožums būs $+0^m,6$.

Dati par pārējo spožāko planētu redzamību apkopoti tabulā.

KOMĒTAS

1988. gada pavasarī Saulei tuvākajā orbītas punktā — perihēlijā — nonāks piecas īsperioda komētas. Taču pat visspožākai no tām — Tempela 2. komētai — ir tikai 15. redzamais zvaigžņlielums, kas ir daudz par vāju, lai komētu novērotu ar amatieru instrumentiem.

MĒNESS FĀZES

☾ pirmais ceturksnis	☾ pilns Mēness
25. martā 5 ^h 03 ^m	2. aprīlī 13 ^h 22 ^m
24. aprīlī 2 33	2. maijā 3 42
23. maijā 20 50	31. maijā 14 54
☾ pēdējais ceturksnis	● jauns Mēness
9. aprīlī 23 ^h 22 ^m	16. aprīlī 16 ^h 01 ^m
5. maijā 5 24	16. maijā 2 11
7. jūnijā 10 22	14. jūnijā 13 15

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

Valdis BOJAREVIČS — Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta zinātniskais līdzstrādnieks, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts, ap divdesmit zinātnisku rakstu autors, monogrāfijas līdzautors. Pēta plūsmas elektrību vadošos šķidrumos, kuras izraisījusi šajā šķidrumā plūstošās elektriskās strāvas mijiedarbība ar pašas magnētisko lauku, — tā sauktās elektrovirpuļplūsmas.



Lienīte FEDOTOVA — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes studente. 1984. gadā beigusi Lielvārdes vidusskolu. Interese lokā — matemātikas pedagoģija un mūzikas matemātiskā teorija.



СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. Б. Роловс. Триумф в течение 300 лет. А. Гайгалас. Метеориты Литвы. НОВОСТИ. А. Балклавс. Первые поиски «духов» — безуспешны. А. Балклавс. Исследования малых солнечных вспышек. Ю. Уртанс. Новый план древней Кокнесе? ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Продолжается вторая экспедиция на орбитальной станции «Мир» (по материалам советской печати). Э. Мукин. Новые орбитальные рентгеновские обсерватории. Э. Мукин. О судьбе «Спейс Шатл». ТУПИК ПРОГРЕССА. Н. Цимахович. Современные «звездные войны». ПУТИ ПОЗНАНИЙ. Я. Эйдус. Еще раз Тит Лукреций Кар и его поэма «О природе вещей». В ШКОЛЕ. В. Бояревич. Как электрический ток взаимодействует сам с собой. Л. Федотова. Воспроизведение полимино. Л. Шмитс. Двенадцатая открытая республиканская олимпиада по физике. СТРАНИЦА ЛЮБИТЕЛЯ. В. Одинокий. Луна — в фотообъективе любительского астрографа. ВЕРЬ НЕ ВЕРЬ. Б. Биедриньш. Жизнь растений в лунном ритме. Я. Фрейманис, И. Пундуре. Я. И. Страуме — кандидат наук. И. Эглитис. Звездное небо весной 1988 года.

CONTENTS

RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. B. Rolovs. Triumph lasting 300 years. A. Gaigalas. Meteorites of Lithuania. NEWS. A. Balklavs. The first search for «ghosts» has proved unsuccessful. A. Balklavs. Studies of small solar flares. J. Urtāns. Could it be a new plan of ancient Koknese? SPACE EXPLORATION. The second expedition in the orbital station «Mir» continues. E. Mūkins. New orbiting X-ray observatories. E. Mūkins. The future of the «Space Shuttle». THE DEAD-END OF PROGRESS. N. Cimašoviča. Recent «Star Wars». THE WAYS OF KNOWLEDGE. J. Eiduss. Once more Titus Lucretius Carus and his poem «De rerum natura». AT SCHOOL. V. Bojarevičs. How does electric current interact with itself. L. Fedotova. The self-reproduction of polymino. L. Šmits. The twelfth open republican olympiad in physics. AMATEUR'S PAGE. V. Odinokeyi. The Moon — through the lens of an amateur's astrograph. BELIEVE IT OR NOT. B. Biedriņš. The life of plants in a lunar rhythm. NEW CANDIDATES OF SCIENCE. J. Freimanis. I. Pundure. J. I. Straume — candidate of science. I. Egliītis. The starred sky in the spring of 1988.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1988 ГОДА

Составитель *Юрий Александрович Бирзвалк*

Издательство «Зинатне». Рига 1988

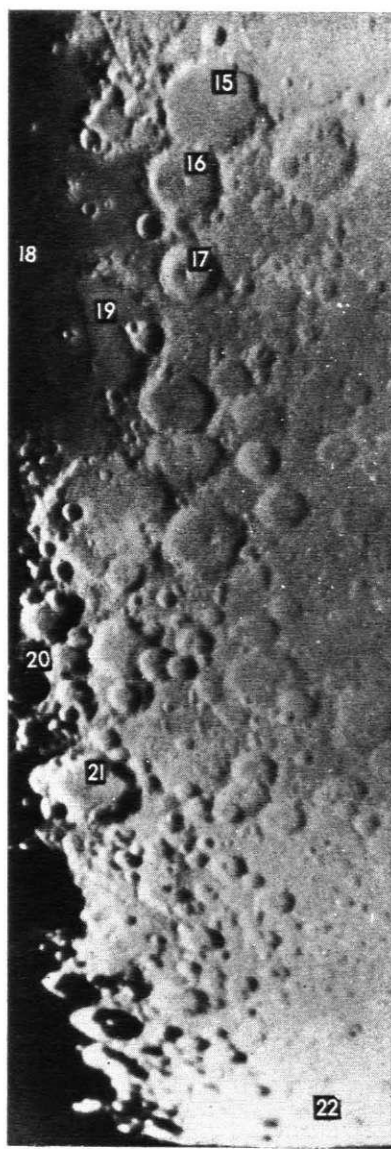
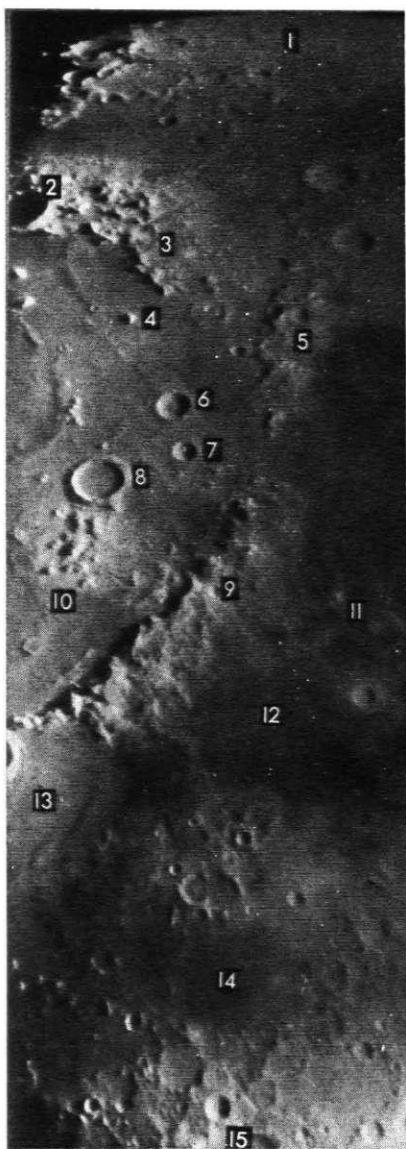
На латышском языке

ZVAIGZŅOTĀ DEBESS, 1988. GADA PAVASARIS

Sastādītājs *Juris Birzvalks*.

Redaktore *Z. Kļaviņa*. Mākslinieciskā redaktore *V. Pugačova*. Tehniskā redaktore *E. Griķe*. Korektore *L. Vancāne*.

Nodota salikšanai 29.10.87. Parakstīta iespiešanai 18.01.88. JT 11028. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 7,17 uzsk. krāsu nov.; 6,51 izdevn. l. Metiens 3100 eks. Pasūt. Nr. 103592. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



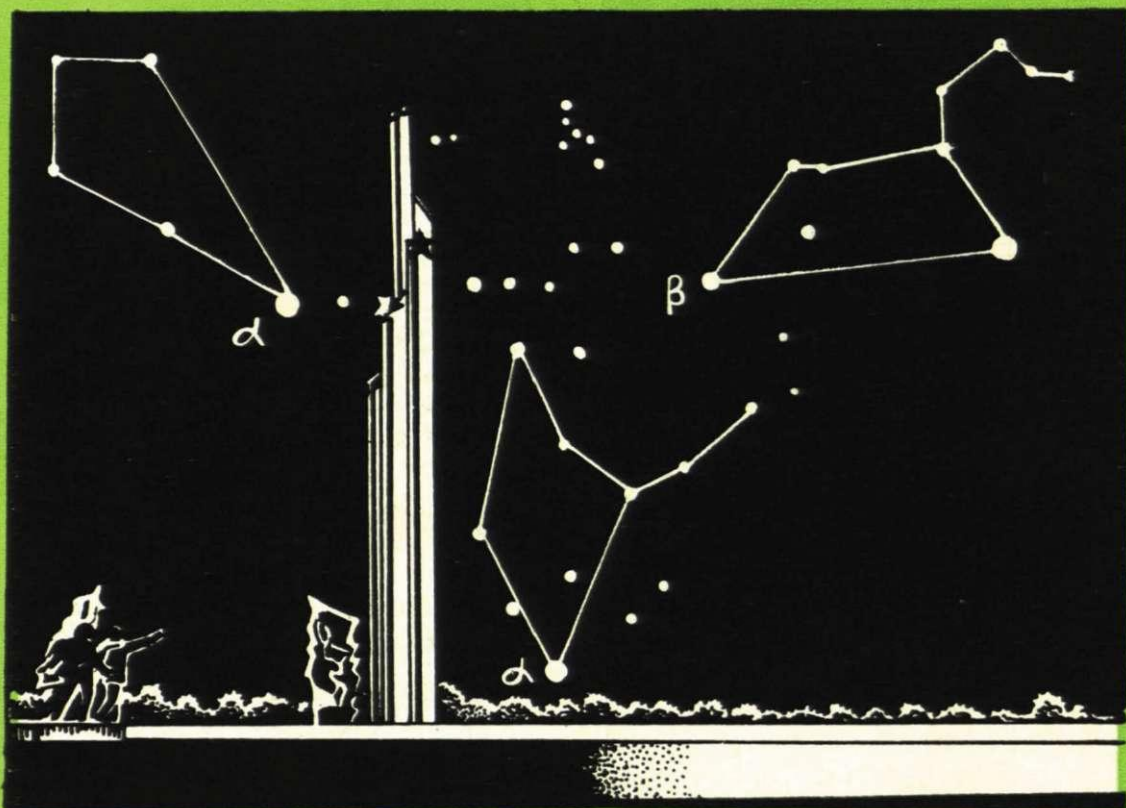
V. Odinokija iegūtie Mēness attēli. (Norādes sk. rakstā «Mēness — amatiera astrogrāfa fotoobjektīvā».)

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTEKA



0505003472

● Pilsētā uz zvaigznēm lūkojamies reti — traucē daudzie gaismas ķermeņi ielās un parkos, kā arī vispārējais debess apgaismojums. Rīgā zvaigžņotās debess iepazīšanai piemērots ir Uzvaras parks. Te var izvēlēties ērtas vietas, no kurām skatāma plaša debess ainava. Kokiem nedaudz aizsegta ziemeļpuse, toties dienvidos, no austrumiem līdz rietumiem, jebkurā gadalaikā novērojami viegli atrodamie raksturīgie zvaigznāji.



● Pavasarī pat aprīļa sākumā Saule riet samērā vēlu, debess ilgi ir gaiša, tomēr jau nakts pirmajā pusē var novērot raksturīgo pavasara trīsstūri, ko veido triju zvaigznāju zvaigznes. Tās ir: pa kreisi augšā — Arkturs (Vēršu Dzinēja α), pa labi augšā — Denebola (Lauvas β), vidū apakšā — Spika (Jaunavas α). Bet visiem pazīstamais Lielais Lācis šajā gadalaikā atrodas gandrīz tieši zenītā. (T. Čudnovskas zīmējums pēc A. Vecumnieka fotogrāfijas.)