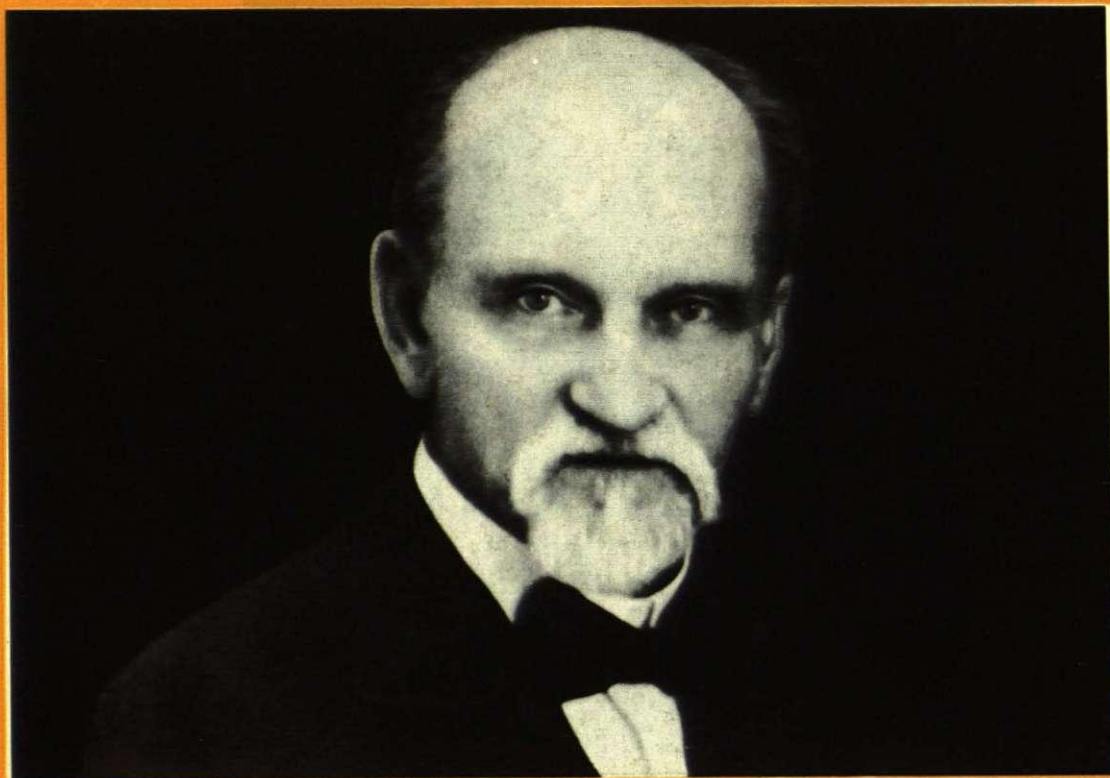
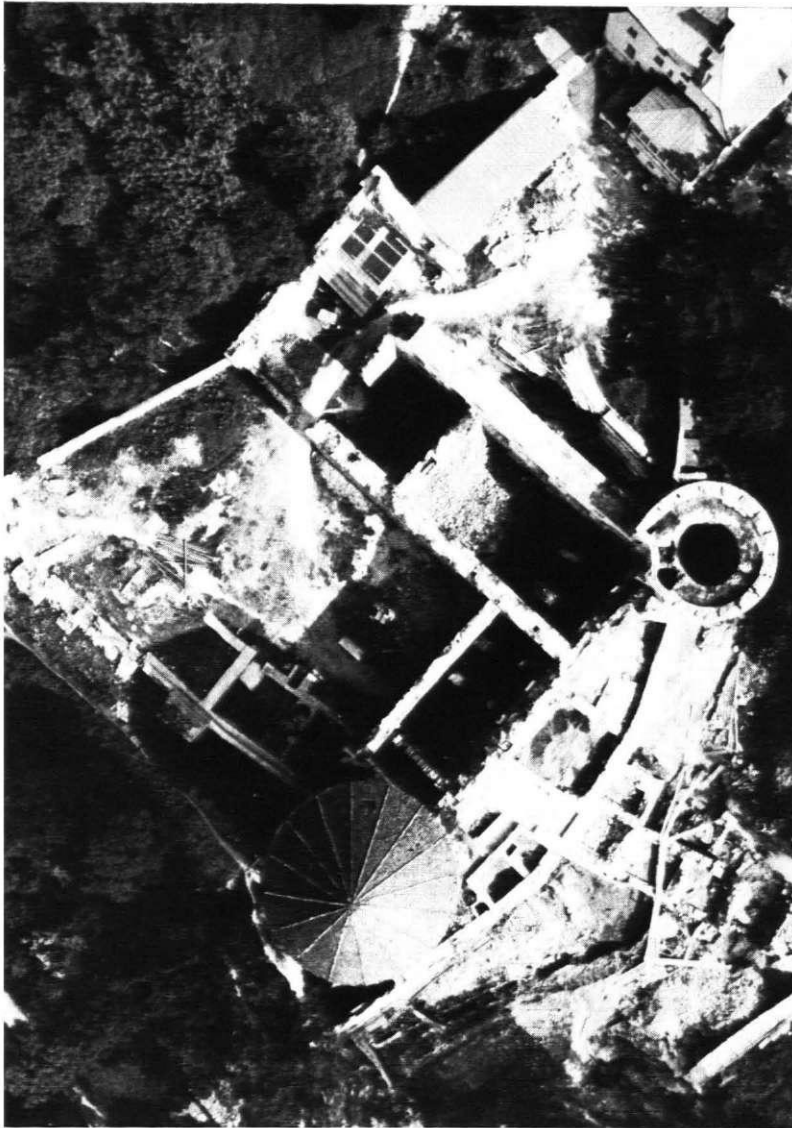


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Kosmiski motīvi Raiņa dzejā ● Neitrino un Visums ● Jauni dati par reliкто starojumu ● Divas astronomiskas kuriozitātes ● Balansējot starp Zemi un Sauli ● Fotogrammetrija arheoloģijā ● Pirmais zināmais Mēness aptumsuma novērojums Rīgā 17. gs. beigās ● Speciālisti apspriež kosmiskās fizikas problēmas

1981
RUDENS



Skats uz Cēsu mūra pili (par fotogrammetrijas izmantošanu arheoloģijā lasiet Z. Apalas, J. Klētnieka rakstā šī numura 138. lpp.

ZVAIGZNOTĀ DEBESS

1981. GADA RUDENS 93

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS RAKSTU
KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild.
red.), A. Buiķis, N. Cimahoviča,
J. Francmanis (atbild. sekr.),
T. Romanovskis, L. Roze,
E. Siliņš, I. Sprunka.
Numuru sastādījis
J. Francmanis.

Publicēts saskaņā ar Latvijas
PSR Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu padomes
1981. gada 23. aprīļa lēmumu.

RIGA «ZINĀTNE» 1981

Z 20600-099
M811(11)-81 101.81.170500000

SATURS

<i>N. Cimahoviča, O. Vilāns.</i> Kosmiski motīvi Raiņa dzejā	2
<i>A. Balklavs.</i> Neitrino un Visums	8

Jaunumi

<i>A. Balklavs.</i> Jauni dati par reliкто staro- jumu	24
<i>U. Dzērviļis.</i> Divas astronomiskas kuriozi- tātes	25

Kosmosa apgušana

Piektā ekspedīcija «Salūta-6». I (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	28
<i>E. Mūkins.</i> Balansējot starp Zemi un Sauli	32
Pirmā kosmoplāna izmēģinājums (<i>Pēc ārzemju preses ziņām</i>)	35

Mūsu republikā

Sveicam profesoru Kārli Steinu!	37
<i>Z. Apala, J. Klētnieks.</i> Fotogrammetrija ar- heoloģijā	38

Konferences, sanāksmes

<i>A. Balklavs, V. Sermuliņš, A. Spektors.</i> Dienas kartībā kosmiskās fizikas problē- mas	48
---	----

Vēsture

<i>Leonīds Roze.</i> Laika vienādojums 19. gad- simta Kurzemes un Vidzemes kalendāros	58
<i>Ā. Alksne.</i> Zvaigžņotā debess 1981. gada rudenī	64

KOSMISKI MOTĪVI RAIŅA DZEJĀ



Šoruden, kad atkal atceramies mūsu Tautas dzejnieku, esam pievērsušies kosmiskiem motīviem Raiņa daiļradē.

Apkārtējā daba, tad tālās zvaigznes — šai pasaules daļai, šķiet, nav pagājis garām neviens dzejnieks. Tomēr tikai retais ir lūkojis iedziļināties dabas parādību vispārīgajās likumībās un atradis tajās pamatu cilvēka domu un jūtu atklāsmei. Raiņa dzejā dabaszinātņu motīvi nav ilustrācija, bet gan pasaules uzskata pamatu pamats. Domu savijumi te ir apkārtējās dabas dialektisko procesu atskaņa, apliecina matērijas nebeidzamo pārvērtību neizsmeļamās iespējas.

¹ Visas dzejas rindas šajā rakstā citētas pēc Rainis J. Kopoti raksti 30 sējumos. 1.—5. sēj. Rīga, Zinātne, 1977—1978.

Daba nezina, cik tā liela,
Saule nezina, cik tā karsta,
Debess nezina, cik tā dziļa.
Debess plēš sev melno krūti,
Miljoniem list saulū lāsas,
Nau tām skaita tukšā plaismā.
Saule izšauj kvēļu vālus,
Iededz dzīvi leduszemē, —
Patei sirds ir sadegusi.

2. sēj., 387. lpp.¹

ZIEMEĻBLĀZMA

KRISLĪTS UN LAIKS

Kā krislīts gaisā spīd zvaigznīte,
Bet, ja tu viņu rokā ņemi, —
Tas krislīts ir vesela pasaule,
Daudz lielāka par mūsu zemi.

1906. 5. IX

1. sēj., 330. lpp.

GALS UN SĀKUMS

GALS UN SĀKUMS

Cik šaura telpa,
Ko acis aptver!
Un redzamā debess
Galvu spiež.

Aiz jūdžu kalniem
Jau zeme beidzas,
Virš mākoņiem pakārtas
Zvaigznes mirdz.

Šoreiz sniedzam visuzskatāmākos Raiņa dzejas piemērus, kuros izskan kosmiski motīvi, un nedaudzas piezīmes, kuru nolūks ir vērst lasītāju uzmanību uz Raiņa pasaules uzskata saistību ar sava laika zinātnes sasniegumiem. Droši vien, vēl vairākkārt iedziļinoties dzejnieka domu pasaulē, atklāsies arī citi materiāli, kur dabaszinātņu likumības palīdzējušas raisīties gan skaudrai atklāsmei, gan rezignētai apcerei.

Raiņa dzeja sakārtota hronoloģiskā secībā, komentāri pievienoti tikai tais gadījumos, kad tie šķita nepieciešami.

Dūcošā steigā
Uz priekšu mūs aizrauj
Gaismas tālē
Mūžīgais laiks.

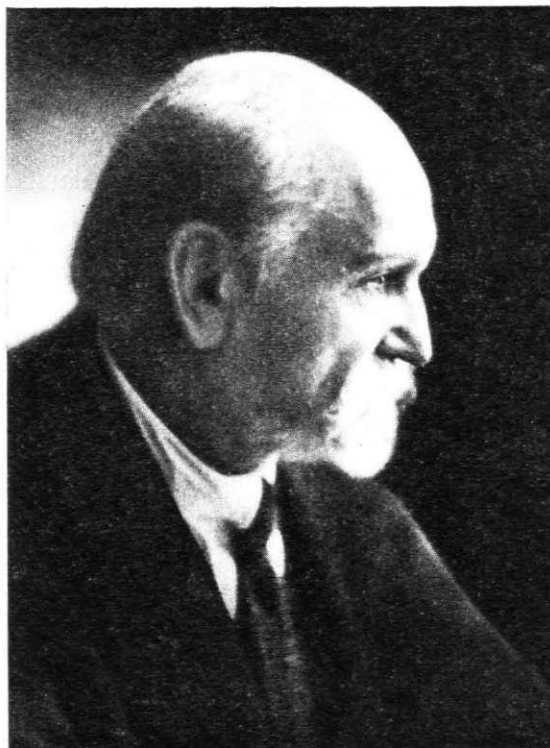
Bet tāle tālu
Un nenāk tuvu,
Un neatkāpjas
No papēžiem nakts.

*

Mācas un veļas, mācas un veļas,
Miglas pēc miglām varās un ceļas.

*

Aiz mums guļ tumsa,
Priekšā trīs gaisma,
Neredz tai gala
Mūsu acs.



Jānis Rainis 1929. gadā.

Mūsu rakstam par ievadu likti trīs pirmie panti no dzejoļa *Daba un dvēsele*, kas satur krāšņu apkārtējās pasaules aprakstu. Debess bezgalība ir piebārstīta zvaigznēm:

Miljoniem līst sauļu lāsas,
Nau tām skaita tukšā plaismā.

Caurcaurīm liesmojošā Saule — «Patei sirds ir sadegusi» — iekvēlinājusi arī Zemes dzīvību. Dzīvību Rainis izceļ kā principiāli atšķirīgu dabas veidojumu, tā ir apveltīta ar apziņu un emocijām: «Stādiņš zin, cik ziedi zili».

Cilvēka gars spēj ne vien izprast kosmosa tāles:

Gan debesis paceļ
Un tāles izpleš
No zvaigznes līdz zvaigznei
Mūsu gars . .

(*Gals un sākums*),

bet arī iedziļināties matērijas pašos pamatos: «Līdz putekļu plūksnēm Gars gremdējas vielā . . » (turpat). Bet brīžiem apstājamies Visuma varēnības priekšā:

Aiz pasauls sliekšņa
Vēl telpas jaužam,
Baidāmie sniegties,
Kur tukšums tūkst.

(Turpat)

Izpratne par matērijas kosmisko formu daudzveidīgajām pārvērtībām ir dziļi ietekmējusi Raiņa domu pasauli. Zvaigžņu bojāeja un jaunu zvaigžņu rašanās, nemitīgās, visapverošās maiņas —

Zvaigžņu putens jaucas, bliež un irst . .
Vietas nau, kur maiņas mutuls rimst . . .

(*Pasauls vientulība*)

Gan debesis paceļ
Un tāles izpleš
No zvaigznes līdz zvaigznei
Mūsu gars;

— — — — —
Gan lido doma
Līdz zvaigžņu žogam:
Bez gala tājumus
Priekšā redz.

— — — — —
Līdz putekļu plūksnēm
Gars gremdējas vielā,
Kur jauzamas ciltis
Vēršas un zūd.

Kur dažums top viens,
Kur daudzums top veids,
Kur viela top gars,
Kur patmets top pretmets.

Vēl gars to netver:
Ne daļā, ne visā
Bezgala mūžībai
Gala nau.

— — — — —
Aiz pasauls sliekšņa
Vēl telpas jaužam,
Baidāmie sniegties,
Kur tukšums tūkst.

Ne acis to redz,
Ne ausis to dzird,
Ne domas to sniedz,
Bet ir un tūkst.

— — — — —
1904., 1908.—1909., 1912. 2. sēj., 401.—404. lpp.

PASAULS VIENTULĪBA

Vienmēr viens un pats, —
Debess dziļē manas zvaigznes skats.
Simts un tūkstots zvaigžņu apkārt mirdz,
Visos mūžos viens no visiem šķirts —
Vienmēr viens un pats.

Vienmēr viens un pats —
Saujas pasaulsloka uguns rats,
Dimdot asis dreb un rumbas rūc,
Pašā dzelmē pamats dun un dūc,
Negals vērpoju iekš sevis sūc —
Vienmēr viens un pats.

Vienmēr viens un pats —
Debeslauks guļ nokopts, tukšs un plats,



Rainis Kastaņolā. *R. Prandes* zīmējuma fragments.

rosina pārdomas par cilvēka vietu Visumā. Arī pārliecība par neizbēgamajām sabiedriski politiskajām pārvērtībām ir izteikta kosmisku kataklizmu analogijās (*Ave sol! Vēla rieta, X*).

Jāuzsver, ka kosmosa bezgalība un vielas pārvērtības Raiņa dzejā nav formāli deklarēti priekšstati, bet satur konkrētu informāciju, kas atbilst laikmeta zinātnes līmenim.

19. gs. vidū veidojās mūsdienu fizikas pamati, atstājot pagātnē magnētiskos un siltuma fluīdus. Bija atklāts enerģijas nezūdamības likums, praksē ienāca elektrība, bija likti tvaika mašīnu teorētiskie pamati. Jau bija aprēķināti pirmie attālumi

Sniega pārslām baltas saules birst,
Zvaigžņu putens jaucas, bliež un īrst,
Viegla migla visu sedz, kas mirst, — —
Tumsas māte savu klēpi pleš,
Veco sauļu miesas drebulis kreš,
Izkūst iznīcībā viss, kas dveš, —
Vienmēr viens un pats.

Vienmēr viens un pats —
Svārstās bezdibeņos dzīves stats:
Melnās saules, kas jau trūdos grimst,
Sprāgstot tiekas, atkal gaisma dzimst,
Vietas nav, kur maiņas mutuls rimst, —
Debessīpa zvaigznes kopā sveiž,
Atvars mūžam dzīves dzirņus griež,
Jaunas saules līdzī miltiem kliež, —
Svešas pasaules uz augšu švirkst;
Dzīsa zemes, vēl tur dzīve spīgst,
Dzīsa dzīve, gars vēl sapņos dzirkst, —
Vienmēr viens un pats.

līdz zvaigznēm un atklāta dažu miglāju spirāliskā struktūra. Ieejot gadsimta otrajā pusē, agrāk gluži neapjaustus apvārsņus pavēra gaismas ātruma mērījumi un Doplera principa pielietojums kosmiskajā fizikā. Lasot Raiņa dzeju, neviļus secinām, ka Rainis allaž ir bijis informēts par jaunākajiem zinātnes sasniegumiem, dziļi tos izpratis un filozofiski vērtējis.

Priekšstats par gaismu, kas, reiz izstarota, ar noteiktu ātrumu ceļo telpā, ir likts par pamatu ļoti tēlainam un ļoti adekvātam pasaules atainojumam:

No tām dzelmēm zibens skriedams
Gadumiljonos un mūžos
Nau vēl spējis zemi atsniegt..

(Ave sol! *Vēla rieta*, XVII).

Bet krājumā «Uz mājām» dzejoli *Kas reiz uzliesmo, tas viļņo* Rainis nedaudzās rindās sniedz īstu fizikas mācības stundu, gaismas izplatīšanās likumu izklāstot koncentrēti un fizikāli precīzi.

19. gs. notiek iedziļināšanās arī vielas pamatos. Veidojas ķīmiskais atomisms, tiek veikti nopietni fāzu pāreju pētījumi. Sai laikā iezīmējas tās dziļās pārmaiņas fizikālajā pasaules uzskatā, kas gadsimta beigās izskan kā valdošo filozofisko skolu krīze. Tad, kad Bekerela, Kirī, Rezerforda darbi saskalda nedalāmo atomu, tikai stingrs materiālistisks pamats var balstīt cilvēku, kas nu paliek aci pret aci ar atoma dzīlēm un kosmisko bezgalību. Fizikas lielās pārmaiņas Rainis pieņem kā likumsakarīgu evolūcijas procesu, kurā ietverta arī cilvēka gara attīstība. Krājuma «Gals un sākums» dzejoli *Viens atoms* lasām:

VIENS ATOMS

— — — — —
Vairs līdzīgs neesi nekam,
Pats slēgta pasaule par sevi, —
Kā nedalāmam atomam
Tu sevim ipatnību devi.

1909. 29. III

2. sēj., 379. lpp.

AVE SOL!

VELA RIETA

X

Balti kvēloša stāv saule:
«Neraud', mana zaļā zeme,
Nesu tevi pāri sevīm
Citā saulē, dzīves mātē,
Kuru nespēj tumsa sasniegt.
Lokos atpakaļ rit laiki,
Bet ik lokš uz augšu aizved!
Tumsa saista tavus spēkus!
Lielā sadursme tos raisīs!
Visumā tad šķīdīs uguns,
Tvaiku jūra telpas pildīs,
Dūmi sniegs līdz gala zvaigznēm,
Šausies augšā jauna dzīve,
Rituļos un lokiem virpos,
Smagās vielas svērsies lodēs,
Pasaules sāks jaunu deju
Jaunu sauļu karstos staros.»

— — — — —
2. sēj., 52. lpp.

XVII

Zilganbaltā sudrabgaismā
Saulē šaujas savu gaitu
Lielās pasaules gadu kārtās,
Kuras griežas tūkstošgados;

Ļīdzi aizrauj savus bērņus:
— Zemi, mēnesi un zvaigznes —
Dimdoņās un zibens liesmās,
Bezdzībeņu dzelmēs kritot,
Pretī mātei — vidus saulei,
Kuru dvēšles tumši nojauš.

No tām dzelmēm zibens skriedams
Gadumiljonos un mūžos
Nau vēl spējis zemi atsniegt:

Tālēs izdziest mērs un skaitļi,
Laiks un telpa saplūst kopā.
Putnu Ceļa zvaigžņu kaudzes
Garām klist kā gaiša migla.

— — — — —
Ap 1910.

2. sēj., 59. lpp.

Ik atoms saules sevī tver
Un nezūdošu spēku klēpi, —
Tavs gars kā sauļu smagums sver,
Vēl tas nau viss, ko sevī slēpi.

Seit cilvēka gara bagātība dota kā paralēle neizsmeļamajam atomam. Taču salīdzinājums nav tikai kvantitatīvs. Rainis īpaši izceļ cilvēka apslēpto spēku negaidītās attīstības iespējas: «Vēl tas nav viss, ko sevī slēpi.» Gandrīz visi Raiņa lugu varoņi kritiskās situācijās atrod sevī agrāk nezināmas potences, nepazītas rakstura iezīmes, jaunu spriedumu spēju. Šī ir cilvēka kosmiskās piederības būtiska izpausme.

Tikai apzinoties sevi kā bezgalīgā Visuma sastāvdaļu, var aiziet cīnīties jaunā cīņā, ieiet jaunā attīstības lokā. Un tikai tā — mainoties uz augšu — var kosmiskajās pārvērtībās pastāvēt dzīvais gars. «Pastāvēs, kas pārvērtīsies» — kā pastāv atoms, absorbējot un emitējot enerģijas kvantus, kā pastāv zvaigznes, laika secībā iedarbinot arvien jaunus kodolreakciju tipus, kā pastāv kosmiskā viela, zvaigznēm izirstot un likumsakarīgas evolūcijas gaitā kondensējoties no jauna. Dabas mūžīgā mainība ir pats stabilākais esības pamats. Te arī rod morālo spēku un attīstības spēju Raiņa dzejas personificētie tēli.

Raiņa dziļais pasaules vērtējums nav radies pasīvās pārdomās. Dzejnieka bibliotēkā daudzajās grāmatās par kosmiskajām un dabaszinātņu tēmām atrodamas viņa piezīmes. Tās gaida jo plašus pētījumus, tāpat kā Raiņa dzejas kosmiskie motīvi. «Zvaigžņotās debess» lappuses lai kalpo tiem par ierosmi.

N. Cimahoviča, O. Vilāns

UZ MĀJĀM

* * *

Kas reiz uzliesmo, tas viņo
Mūžīgi tais staru viņnos,
Kuri iet bezgala telpās.

Zvaigzne iet un deg, un izdziest,
Dzīsušo vēl redz šīs acīs,
Staru vizmā garām ejot.

Zvaigzne dziest, ij mūsu acīs,
Pasaulēs, kas mīt aiz zemes,
Starus redzēs citas acīs.

1910. 17. I, 20. IV

3. sēj., 238. lpp.

AIZSKREJEJS

Atsperas un lec uz zvaigznēm,
Lec no planētām uz sauli,
Lec no saules citās saulēs,
Lec no tālām negatīvām,
Neizkoptām jaunām zvaigznēm,

1920. 7. XI

3. sēj., 249. lpp.

SIDRABOTA GAISMA

DIVAS ZVAIGZNES

Divas zvaigznes mākoņos
Mirgo viena otrai pretī,
Aiziet mūžu debess tukšnešos,
Nez vai tiksies gadu tūkstošos —

1919. 24. IX

3. sēj., 287. lpp.

MŪZA MĀJĀS

SVEICIENS GAISMAS BĒRNIEM

Aiz mūžiem un bez galiem
valda nakts,

Cik ir tās pasaules, tik
ieslēdz nakts,

Kur traucas gars, tur
atduras uz nakts,

Nakts guļ un klust, —

Bet —

Bet bezgalības galā

rodas guns,

Bet nedalāmie dalās, —

rodas guns,

Bet nekustamie kustas, —

rodas guns, —

Un —

Guns spridz un kust.

1922. 13. V

5. sēj., 71. lpp.

NEITRĪNO UN VISUMS

ARTŪRS BALKLAVS

«Ja neitrino masa būtu izrādījusies vienlīdzīga nullei, tad nāktos izdomāt kaut kādu citu daļiņu ar miera masu atšķirīgu no nulles un vāji mijiedarbīgu ar pārējām daļiņām.»

A. Doroškevičs,

PSRS ZA korespondētājloceklis

Vispirms — vai raksta nosaukums ir pamatots?

Neitrīno un Visums — šķiet, kāds gan sakars var būt šiem diviem jēdzieniem, kas radīti, lai apzīmētu tik atšķirīgus matērijas veidojumus, ka tos var uzskatīt gandrīz vai par apkārtējās pasaules hierarhiskās uzbūves pretpoliem. Vārdiņš *gandrīz* iepriekšējā teikumā nav nejaušs. Tas precīzi atspoguļo mūsu pašreizējo izpratnes līmeni par matērijas struktūrveidojumiem. Par Visumu, piemēram, var droši teikt, ka, paplašinoties mūsu zināšanām, principā nevar rasties vajadzība pēc kāda vēl plašāka jēdziena, lai ar to aptvertu visu objektīvās realitātes eksistences un attīstības formu bezgalīgo daudzveidību, kam, kā zināms, kalpo Visuma jēdziens, taču par neitrīno kā matērijas struktūrveidojumu otru pretpolu — vissikāko, viselementārāko matērijas veidojumu — to apgalvot nevar. Par neitrīno — šis ārkārtīgi niecīgās elementārdaļiņas struktūru — nezinām tikpat kā neko. Līdz šim pastāv un arī aprēķinos tiek lietots pieņēmums, ka neitrīno, tāpat kā citi leptoni, ir punktveida objekti, t. i., bez izmēriem. Tūlīt gan jāpiebilst, ka jautājums par elementārdaļiņu kā kvantu mehānisku sistēmu

struktūru ir ļoti sarežģīts un vēl nebūt nav līdz galam izstrādāts.

Un tomēr sakars starp neitrīno un Visumu pastāv. Un ne tikai tīri filozofiskā aspektā, proti, ka tie abi ir matērijas veidojumi. Sakars ir daudz apslēptāks, bet tādēļ ne mazāk būtisks, jo izrādās, ka šis sīkais, var teikt, pat netveramais neitrīno nosaka Visuma liela mēroga veidojuma, resp., novērojumiem pieejamās Visuma daļas jeb Metagalaktikas, uzbūvi un evolūciju.

Netveramais neitrīno — vēsture, īpašības, paveidi

Kardinālā atziņa par neitrīno un Visuma sakaru ir saistīta ar, iespējams, vienu no mūsu gadsimta ievērojamākiem fizikas sasniegumiem — ar atklājumu, ka neitrīno, vismaz elektronu neitrīno paveidam, piemīt miera stāvokļa masa jeb t. s. miera masa. Par šo atklājumu pēc daudzus gadus ilgiem, ļoti sarežģītiem un smalkiem eksperimentiem, kas balstījās uz radioaktīvā tritija β sabrukšanas procesā izlidojošo elektronu enerģētiskā spektra precīzijas mērījumiem, 1980. gada pavasarī

(neitrino 50 gadu jubilejā!) ziņoja PSRS ZA Teorētiskās un eksperimentālās fizikas institūta zinātnieku grupa, kura strādāja fizikas un matemātikas zinātņu doktora V. Ļubimova vadībā, un to plaši atspoguļoja mūsu prese.¹ Ja turpmāko pētījumu gaitā apstiprināsies zinātnieku iegūtie rezultāti, tad šos eksperimentus ar pilnām tiesībām varēs pieskaitīt pie epohālo jeb t. s. gadsimta eksperimentu kategorijas. Un, lai nerastos aizdomas par šāda novērtējuma pārspilētību, atcerēsimies, kas tad īsti ir neitrino un kādas ir tā īpašības.

Neitrino eksistenci, kā zināms, vispirms paredzēja teorētiski. To hipotēzes veidā 1930. gadā izdarīja pazīstamais šveiciešu fiziķis V. Pauli, lai glabtu enerģijas nezūdamības likumu, kas it kā nebija spēkā radioaktīvās β sabrukšanas gadījumos, uz ko jau 1914. gadā norādīja klasiskie angļu fiziķa Dž. Čedvika veiktie elektronu enerģētiskā spektra mērījumi β sabrukšanas eksperimentos. 1933. gadā V. Pauli formulēja neitrino galvenās īpašības: elektriska neitralitāte, spins $1/2$, masa daudz mazāka par protona masu, ļoti vāja mijiedarbība ar vielu un līdz ar to milzīga caurspiedība utt. Kā izrādījās vēlāk, hipotētiskā elementārdaļiņa neitrino «izglāba» ne tikai enerģijas, bet arī impulsa un kustības daudzuma momenta saglabāšanās jeb nezūdamības likumus.

Eksperimentāli neitrino pirmo reizi atklāja tikai 1942. gadā. To izdarīja amerikāņu fiziķis Dž. Allens, izmantodams padomju fiziķu A. Aljhanova un A. Aljhanjana 1938. gadā ieteikto shēmu, kā mērīt litija atoma kodola mehānisko impulsu, kas ro-

das, berilija kodolam satverot K čaulas elektronu un pārveršoties litija atoma kodolā. Šīs reakcijas, t. i., ${}^7\text{Be}(\bar{\nu}_e, \nu_e){}^7\text{Li}$, gaitā, kā redzams, izstarošanas neitrino un «jaundzimušais» litija kodols saņem neitrino kustības virzienam pretēji vērstu kustības impulsu jeb atsitienu, ko var konstatēt un mērīt.

Pēc mionu, pionu un K mezonu atklāšanas un to sabrukšanas pētījumiem izrādījās, ka arī šo elementārdaļiņu pārvērtības pavada neitrino izstarošana. 1957. gadā padomju fiziķis, tagad akadēmiķis M. Markovs, amerikāņu fiziķis J. Švingers un japāņu fiziķis K. Nišidžima izteica pieņēmumu, ka neitrino, kas rodas reakcijās ar mionu klātbūtni, atšķiras no neitrino, kas pavada reakcijas ar elektronu vai pozitronu piedalīšanos, t. i., ka eksistē divu veidu neitrino — ν_e un $\bar{\nu}_\mu$. 1962.—1964. gadā šo pieņēmumu spidoši apstiprināja eksperimenti, kurus veica ar Brukheivenas un CERN protonu paātrinātāju palīdzību.² Kā jau katrai «kārtīgai» elementārdaļiņai, arī ν_e un $\bar{\nu}_\mu$ sākumā piedēvēja, bet vēlāk eksperimentāli atklāja antidaļiņas — antineitrino $\bar{\nu}_e$ un ν_μ .³

Taču pavisam nesen neitrino sagādāja jaunu pārsteigumu, pieteikdams vēl viena neitrino paveida — τ (tau) neitrino ($\bar{\nu}_\tau$) un attiecīga antineitrino (ν_τ) eksistenci, kuri parādās reakcijās, kas saistītas ar

² Skat. arī A. Balklava rakstu «Nedaudz par neitrino». — «Zvaigžņotā debess», 1963. gada pavasaris, 30.—32. lpp.

³ ν_e rodas reakcijās, kas norit kopā ar elektronu (e^-). Elektronu antineitrino $\bar{\nu}_e$ rodas reakcijās, kas notiek kopā ar pozitronu (e^+). Līdzīgi ν_μ un $\bar{\nu}_\mu$ rodas reakcijās ar pozitīvo vai negatīvo mionu (μ^+ vai μ^-) piedalīšanos. Skat. arī 2. parīdē minēto A. Balklava rakstu.

¹ Skat., piemēram, žurnālā «Наука и жизнь», 1980, 8. nr., 26.—32. lpp.

smago τ leptonu rašanos un sabrukšanu.⁴

Neitrīno ļoti mazā un, kā domāja daudzi fiziķi līdz šim, iespējams, pat nullei vienlīdzīgā miera masa,⁵ elektriskā neitralitāte, ārkārtīgi niecīgais un, visticamāk, nullei vienlīdzīgais magnētiskais moments,⁶ atšķirīgie paveidi un specifiskās, tikai tā saucamās vājās sadarbes reakcijas,⁷ kurās neitrīno piedalās, — tas viss padara neitrīno ne tikai par unikālu, bet arī par ļoti «neērtu» pētniecības objektu. Neitrīno ir gandrīz nenotverams, jo savu izcili «neitrālo» īpašību dēļ tā sadarbē ar vielu ir tik vāja, ka tas bez grūtībām, t. i., bez mijiedarbības un attiecīgu raksturīgu reakciju izraisīšanas, var šķērsot milzīgus vielas slāņus, kas daudzkārt pārsniedz ne tikai Zemes, bet arī Saules izmērus. Šī iemesla dēļ parastie mikropasaules pētniecības instrumenti — milzīgie elementārdaļiņu paātrinātāji, kuru apjomiem ir tendence arvien pieaugt,

daudztonnīgās elementārdaļiņu detektēšanas kameras un visa cita sarežģītā un supermodernā elementārdaļiņu fizikas eksperimentālā tehnika šķiet kā rupjš siets, kuram viegli un praktiski bez aizķeršanās izslīd cauri mazā zelta zivtiņa — neitrīno. No miljardu miljardiem cauri strāvojošo neitrīno šajos sietos paliek, resp., izraisa vēlamo pazīšanas reakciju vai parādību, tikai daži neitrīno, un līdz ar to šo parādību pamanišana un izdalīšana uz milzīgā citu notikumu fona ir ārkārtīgi kļūpīgs uzdevums. Šī iemesla dēļ neitrīno detektēšana un vispār eksperimenti, kas saistīti ar neitrīno piedalīšanos un tā īpašību noskaidrošanu, prasa sevišķu izsmalcinātību kā eksperimenta metodikas, tā arī tehniskā nodrošinājuma ziņā, un tādēļ V. Ļubimova grupas veiktos pētījumus par viena no neitrīno paveidiem, proti, elektrona neitrīno masas noteikšanu, var droši pieskaitīt pie gadsimta eksperimentiem.

⁴ Pirmie eksperimentālie norādījumi par τ leptonu eksistenci tika iegūti jau 1975. gadā.

⁵ Šādā gadījumā, kā viegli saprast, neitrīno miera stāvoklī nevar atrasties un līdzīgi gaismas kvantam, resp., fotonam, pastāv tikai kustībā, pārvietojoties ar ātrumu, kas vienāds gaismas izplatīšanās ātrumam vakuumā.

⁶ Lādiņa un magnētiskā momenta trūkums nozīmē to, ka neitrīno nevar piedalīties elektromagnētiskajās sadarbēs.

⁷ Vājā sadarbē, ko, tāpat kā citas sadarbības, var raksturot ar sadarbes koeficientu, kurš izsaka attiecīgās sadarbības stiprumu, ir apmēram 10^{26} reizes stiprāka par visvājāko no mūsdienu fizikai pazīstamajām sadarbībām — gravitācijas sadarbību, t. i., vājās un gravitācijas sadarbības koeficientu attiecība ir 10^{26} . Taču, neraugoties uz niecīgo gravitācijas sadarbības koeficienta vērtību, gravitācijas sadarbība ir noteicošā sadarbība kosmosa mērogos (tas saistīts ar kosmosa objektos koncentrēto masu milzīgajām vērtībām).

Reliktais neitrīno fons un Visuma matērijas vidējais blīvums

V. Ļubimova vadītās grupas eksperimentos iegūto datu apstrādes rezultāti liecina, ka neitrīno piemīt miera masa un ka tās varbūtīgākā aptuvenā vērtība ir $35 \text{ eV}/c^2$, t. i., $m_\nu \approx 6 \cdot 10^{-32} \text{ g}$ ⁸. Tas ir apmēram 40 miljoni reižu mazāk par protona masu un 20 000 reižu mazāk par elektrona masu. Taču, lai arī cik niecīga liktos šī neitrīno miera ma-

⁸ Šo rezultātu, kā atzīst paši autori, kaut arī kā visvarbūtīgāko, vēl nevar uzskatīt par galīgo, un tas prasa rūpīgu pārbaudi un atkārtotus eksperimentus.

sas vērtība, svarīgākais ir tas, ka tā nav nulle, kā to līdz šim pieņēma lielākā daļa fizikū, un ka šī atziņa (to turpmāk redzēsīm) ļauj izdarīt fundamentāla rakstura secinājumus. Proti, kļuva skaidrs, ka neitrīno ir pati galvenā un noteicošā Visuma daļiņa un ka šis atzinums palīdz izskaidrot vairākus miklainus faktus, kas jau daudzus gadus nodarbina kā astrofizikū, tā kosmoloģu prātus.

Uz ko gan balstās šis mulsošī paradokšālais atzinums? Uz kādu citu ļoti būtisku secinājumu — ka neitrīno ir ārkārtīgi daudz. Līdz ar to, gadījumā ja neitrīno tiešām piemīt miera masa, no tā neizbēgami izriet, ka lielākā daļa matērijas vismaz Metagalaktikā eksistē tieši neitrīno formā. Šis secinājums izriet no mūsdienu kosmoloģiskajiem priekšstatiem par Visuma evolūciju, no sākotnējā karstā un superblīvā stāvokļa jeb singularitātes, kā pieņemts teikt zinātniskajā literatūrā.⁹

Karstā Visuma kosmoloģiskā teorija,¹⁰ kas pašlaik ir visatzītākā no esošajām kosmoloģiskajām teorijām, dodot iespēju ļoti loģiski izskaidrot tādus nozīmīgus novērojumu datus kā reliktu starojumu,¹¹

⁹ Jāteic, ka pēdējā laikā, balstoties uz mūsdienu kvantu teorijas sasniegumiem, tiek meklētas un arī atrastas zināmas iespējas, kā novērst, mūsaprāt, tik nepatīkamās sakuma stāvokļa singularitātes, t. i., tādu fizikālo parametru kā gravitācijas lauka, vielas blīvuma u. c. bezgala lielo vērtību parādīšanos vienādojumu risinājumos. Šīs iespējas tiek intensīvi pētītas.

¹⁰ Sīkāk skat. A. Balklava rakstu «Karstais Visums». — «Zvaigžņotā debess», 1967. gada rudens, 5.—14. lpp.

¹¹ Skat. A. Balklava rakstus «Pirmatnējā starojuma meklējumi» un «Pirmatnējā starojuma eksistence apstiprinājusi» atliecīgi «Zvaigžņotā debess», 1966. gada pavasaris, 21.—22. lpp. un 1967. gada pavasaris, 18.—21. lpp.

sākotnējo elementu saturu pirmatnējā vielā u. c., ļauj samērā vienkārši noteikt reliktu neitrīno daudzumu pēc eksperimentāli labi izmērītā un zināmā reliktu fotonu skaita. Reliktie neitrīno, tāpat kā reliktie elektromagnētiskā starojuma kvanti — reliktie fotoni, ir paliekas no tiem Visuma matērijas izplešanās sākuma momentiem, kad ļoti karstā un superblīvā viela bija necaurspīdīga ne tikai elektromagnētiskajam starojumam, bet arī neitrīno. Sajā laikā intensīvi notēja visdažādākās reakcijas starp elementārdaļiņām un elektromagnētiskā starojuma kvantiem, kuru gaitā gamma kvanti, elektroni, mezioni, neitrīno u. c. elementārdaļiņas pārvērtās cita citā. Sos pārvērtību procesus mūsdienu kvantu fizika ir izpētījusi pietiekami labi, tāpēc ar tās metodēm var veikt drošus un ticamus aprēķinus un noteikt apstākļus un procesus, kādi valdīja laika momentos, jau sākot no 10^{-43} s pēc pašreiz novērojamās Visuma izplešanās sākuma. Sādi aprēķini rāda, ka Visuma izplešanās pirmajās sekundēs elektromagnētiskā starojuma fotonu vienā tilpuma vienībā bija apmēram trīs reizes vairāk nekā katra veida neitrīno un anti-neitrīno. Izrādās, ka šī attiecība starp pirmatnējā elektromagnētiskā starojuma kvantiem un neitrīno tālākās Visuma matērijas evolūcijas gaitā praktiski neizmainās un saglabājas līdz pat mūsu dienām.

Un, kaut arī pārāk necīgās reliktu neitrīno enerģijas dēļ mēs nevaram tieši izmērīt to daudzumu,¹² tomēr, izmantojot datus par reliktā elektromagnētiskā starojuma fona temperatūru un iepriekš noteikto attiecību starp reliktajiem fotoniem un reliktajiem neitrīno, varam uzzināt to skaitu tilpuma vienībā. Kā

zināms, reliktā starojuma fona pašreizējā temperatūra ir apmēram 2,7°K. No tā izriet, ka reliktā starojuma fotonu skaits 1 cm^3 ir apmēram 500, bet katra veida relikto neitrino (un antineitrino) skaits 1 cm^3 ir apmēram 150. Ja elektronu neitrino miera masa ir apmēram $35 \text{ eV}/c^2 = 6 \cdot 10^{-32} \text{ g}$, tad vidējais materiāls blīvums ir apmēram 10^{-29} g/cm^3 . Tas ir apmēram 20 000 reižu vairāk par reliktā starojuma blīvumu¹³ un 30 reižu vairāk par zvaigznēs, galaktikās un starpgalaktiskajā gāzē koncentrēto tā saucamās redzamās vielas blīvumu, kuras vērtība ir noteikta samērā precīzi un ir apmēram $3 \cdot 10^{-31} \text{ g/cm}^3$. Šie aplēšu rezultāti, kā redzam, pavisam negaidīti liecina, ka neitrino ir pati galvenā un pati svarīgākā Visuma daļiņa. Turklāt jāņem vērā, ka šis secinājums izdarīts, faktiski analizējot tikai viena neitrino paveida — elektronu neitrino lomu. Taču neitrino eksistē trīs paveidos, un ir jau iegūti eksperimentāla rakstura liecības un norādījumi, ka arī šiem neitrino paveidiem piemīt miera masa. Tātad kopīgais materiāls blīvums, ko dod neitrino komponente, var izrādīties vēl lielāks.¹⁴

¹² Ja neitrino miera masu pieņem vienlīdzīgu nullei, tad izrādās, ka šī enerģija, kas ir relikto neitrino vidējā kinētiskā enerģija, nepārsniedz $5 \cdot 10^{-4} \text{ eV}$.

¹³ Zinot reliktā starojuma temperatūru un tātad arī fotona vidējo enerģiju, nav grūti aprēķināt reliktā fotona masu, kas, izrādās, ir apmēram 10^{-36} g . Līdz ar to reliktajā starojumā koncentrētas ekvivalentās masas blīvums ir apmēram $5 \cdot 10^{-34} \text{ g/cm}^3$.

¹⁴ Šajā sakarībā var atzīmēt, ka jau 1967. gadā padomju akadēmiķis B. Pontekorvo, balstoties uz pieņēmumu, ka neitrino miera masa nav pilnīgi vienāda nullei, iz-

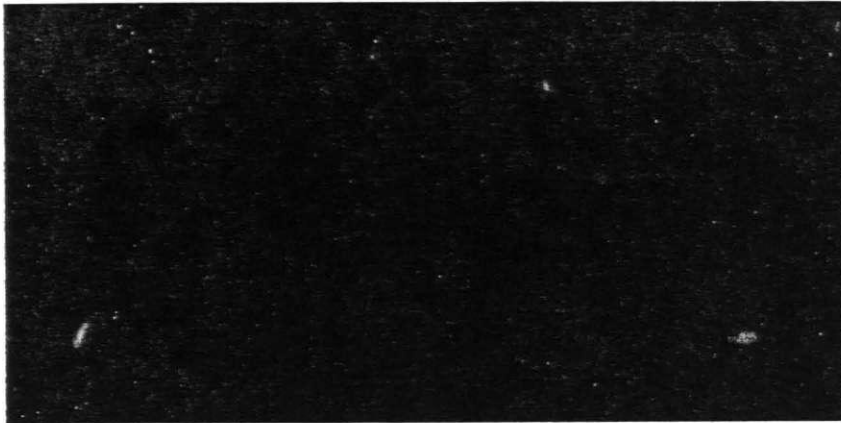
Metagalaktika mūsdienu novērojumu gaismā

Atziņa, ka neitrino piemīt miera masa, radikāli izmaina ne tikai priekšstatus par neitrino dabu, bet arī novērtējumus par tā lomu kosmiskajos procesos. Pirmkārt, jau tas nozīmē, ka neitrino nebūt nav jākustas tikai ar ātrumu, kas vienāds ar gaismas izplatīšanās ātrumu, kā uzskatīja un kā arī bija jāuzskata līdz šim, kad domāja, ka neitrino miera masa nepiemīt. Ja neitrino ir apveltīts ar miera masu, tad ir skaidrs, ka tas var kustēties ar jebkādu ātrumu, atkarībā no enerģijas, ko tas ieguvis. Otrkārt, tas nozīmē, ka kosmiskos mērogos, ņemot vērā neitrino milzīgos daudzumus, ir jāievēro arī ar neitrino miera masu saistītais gravitācijas lauks, ko līdz šim pārlicēbā par tā nepastāvēšanu neņēma vērā. Šīs atziņas, kā redzēsīm, paver saistošu iespēju izskaidrot divas ļoti aktuālas un mīklainas parādības, kas daudzus gadus pastiprināti saistījušas to astrofiziķu un kosmologu interesi, kuri nodarbojas ar Metagalaktikas šūnveida struktūru, t. i., ar galaktiku kopu kopu veidošanās teoriju un ar t. s. slēptās masas problēmu.¹⁵

Kas tā ir par problēmu? Lai to labāk saprastu, atcerēsimies, ka pēdējos gados gan ar optiskās, gan

veidoja ļoti interesantu hipotēzi par neitrino oscilācijām. Saskaņā ar šo hipotēzi neitrino zināmu laiku pavada ν_e , ν_μ (un arī ν_τ) stāvokli, pāriedams (pārvērzdami) jeb oscilējot no viena stāvokļa otrā.

¹⁵ Skat. A. Balklava rakstus «Aprīede «Slēptā masa Visumā» un «Slēptās masas» krājumus meklējot» attiecīgi «Zvaigžņotā debess», 1975. gada rudens, 23.—27. lpp. un 1978./79. gada ziema, 1.—5. lpp.



1. att. Galaktikas Jaunavas zvaigznājā. Spožākās spirāliskās galaktikas attēla apakšējā kreisajā un labajā stūrī ir pazīstamajā Mesjē katalogā atzīmētās galaktikas M 90 un M 88.

radioastronomijas metodēm, izmantojot jaunās paaudzes instrumentu daudz lielākās iespējas, tika veikti plaši un reizē detalizēti galaktiku un to kopu telpiskā sadalījuma pētījumi. Šo pētījumu mērķis bija atrisināt kādu ļoti svarīgu, kosmoloģijas tālākai attīstībai nepieciešamu, var teikt, pat principiāli nozīmīgu uzdevumu, proti, noteikt Metagalaktikas hierarhiskās uzbūves īpatnības. Kā zināms, zvaigznes veido dubult- un vairākkārtīgas sistēmas, grupas un kopas. Šādas kopas apvienojas milzīgos zvaigžņu sakopojumos — galaktikās. Galaktikas grupējas galaktiku kopās un tās, savukārt, galaktiku kopu kopās jeb galaktiku superkopās. Šādu galaktiku superkopu izmēri sasniedz vairākus desmitus miljonu gaismas gadu (skat. 1.—3. att.). Šajos jaunākajos pētījumos, it īpaši tajos, kurus veica mūsu kaimiņi — igauņu astronomi prof. J. Einasto vadībā, kā arī amerikāņu astrofizikā

P. Pibls, O. Gregori, O. Tomsons u. c., atklājās, ka galaktiku superkopas telpiski veido it kā plānus plāceņus,¹⁶ t. i., galaktikas un to kopas koncentrējas samērā plānās joslās, kas aptver telpas apgabalus, kuri ir praktiski tukši — tajos vietas, resp., galaktiku, praktiski nav. Tātad galaktiku sadalījums Metagalaktikā atgādina šūnām vai ziepju putām līdzīgas struktūras, kurām sienas veido supergalaktikas, bet vidus ir tukšs (sk. 4. att.). Šis svarīgais, no astronomiskajiem novērojumiem izrietošais fakts ilgu laiku bija intriģējoša un nepatīkama mīkla, jo nepadevās loģiski nevainojamam teorētiskam izskaidrojumam. Ar šo jautājumu ļoti cieši saistīta arī minētā slēptās masas problēma, kura tāpat stingri formulēta parādījās jau pieminētajos

¹⁶ Zinātniskajā literatūrā krievu valodā šos veidojumus tā arī sauc — блины.



2. att. Galaktikas Jaunavas zvaigznājā. Spožākās spirāliskās galaktikas attēla augšā un apakšējā labajā stūrī ir M 100 un M 99.

īgauņu un amerikāņu astrofiziķu darbos. Problēmas būtība ir tā, ka galaktiku kustību kopās nav iespējams izskaidrot tikai ar galaktiku zvaigžņu un starpzvaigžņu mākoņu novērojumos konstatējamās un izmērāmās masas radītā gravitācijas lauka palīdzību. Aprēķini rāda, ka šīs masas un līdz ar to gravitācijas ir par maz, lai nodrošinātu kopu stabilitāti pie novērojamām kopu lo-

cekļu kustības ātrumu vērtībām, t. i., kopām it kā vajadzētu būt izjukušām, bet tās tomēr pastāv. Lai novērstu šo nesaskaņu starp novērojumiem un teoriju, tika postulēta ar mūsdienu instrumentālām iespējām nekonstatējamās un nenovērojamās t. s. slēptās masas pastāvēšana galaktiku kopās un arī ap lielākajām galaktikām.¹⁷ Šī slēptā masa tad arī ar savu gravitāciju nosaka kopas locekļu kustību un satur tos, neļaujot kopām sairt.

Par šīs slēptās masas dabu nekas nebija zināms. Tā tikai iespaidoja kopas locekļu kustību, nekā citādi sevi neatklādama. Novērojumi un attiecīgi aprēķini rādīja, ka slēptās masas daudzumi kopās var 20 un vairāk reizi pārsniegt redzamās masas daudzumus, t. i., sasniegt $10^{15}M_{\odot}$ lielas vērtības, kamēr tipiskas galaktiku kopas redzamās masas daudzumu vērtē ap $3 \cdot 10^{13}M_{\odot}$. Jāpiebilst, ka strīdi ap slēpto masu nav rimušies vēl līdz šai dienai, jo daži speciālisti uzskata, ka novērojumu dati, kas liecina par tās eksistenci, nav pietiekami precīzi un droši, lai uz tiem varētu balstīt tik tālejošus fundamentāla rakstura secinājumus.

Bet, atgriežoties pie aplūkotā temata, rodas jautājums, kas ir tālāk, t. i., kāda ir nākamā Metagalaktikas hierarhiskās struktūras pakāpe? Izrādās, ka tādas nav. Tālāk, vēl lielākos telpas mērogos Metagalaktika ir pilnīgi viendabīga, t. i., ja izdalām Metagalaktikā pietiekami lielus telpas apgabalus, piemēram, kubus ar malu garumiem vairāku

¹⁷ Uz to norādīja lielo galaktikas pavadoņu — pundurgalaktiku un citu objektu ap šīm lielajām galaktikām kustības pētījumi.

simtu miljonu gaismas gadu vērtībā, tad visi šie kubi būs pilnīgi līdzīgi, jo tajos koncentrēsies praktiski vienkāršs vielas daudzums. Kubos ar mazākiem malu izmēriem — līdz pat dažiem desmitiem miljonu gaismas gadu vielas koncentrācijas fluktuācijas, kā jau norādīts, var būt visai lielas.

Sī atziņa par Metagalaktikas bezstruktūru un viendabību telpas apgabalos, kas mērāmi simtos miljonu un miljardu gaismas gadu, izriet no reliktā starojuma fona novērojumiem, jo izrādās, ka reliktā starojuma fonam ir jāatspoguļo vielas koncentrācijas īpatnības. Ja vielas koncentrācijas fluktuācijas liela izmēra telpas apgabalos būtu ievērojamas, tad no dažādiem debess apgabaliem nākoša reliktā elektromagnētiskā starojuma intensitātei arī būtu jābūt dažādai, taču tas netiek novērots. Reliktā starojuma fons ir tik viendabīgs, ka to niecīgo fluktuāciju atklāšana šajā starojumā, kas saistītas ar vielas koncentrācijas fluktuācijām galaktiku kopās un superkopās, vēl nav pašreizējo instrumentālo iespēju robežās.¹⁸

Sie trīs pēc novērojumiem droši konstatētie fakti, t. i., Metagalaktikas nestacionaritāte, resp., attālumu palielināšanās starp galaktikām ar ātrumu, kas ir tieši proporcionāls attālumam starp tām, reliktā starojuma fons, kura pašreizējā temperatūra ir ap 3°K, un Metagalaktikas šūnveida struktūra, tad arī ir tas astronomisko novē-



3. att. Galaktikas Jaunavas zvaigznājā. Spozākās galaktikas attēla apakšējā daļā ir M 86 (virsējā) un M 84 (apakšējā). (1.—3. attēli iegūti ar Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu Baldones c. Riekstukalnā).

¹⁸ Pašreiz sasniegtā reliktā starojuma fona intensitātes mērījumu precizitāte ir ap 10^{-3} °K. Tas nozīmē, ka reālās un konstatējamās reliktā starojuma fona fluktuācijas ir mazākas par šo lielumu.

rojumu sniegtais pamatdatu materiāls, uz kura jābalstās un kas jāizskaidro jebkurai kosmoloģiskai teorijai, ja vien tā grib pretendēt uz šādu nosaukumu.

Neitrīno gravitācija, neitrīno mākoņi un Metagalaktikas šūnveida struktūra

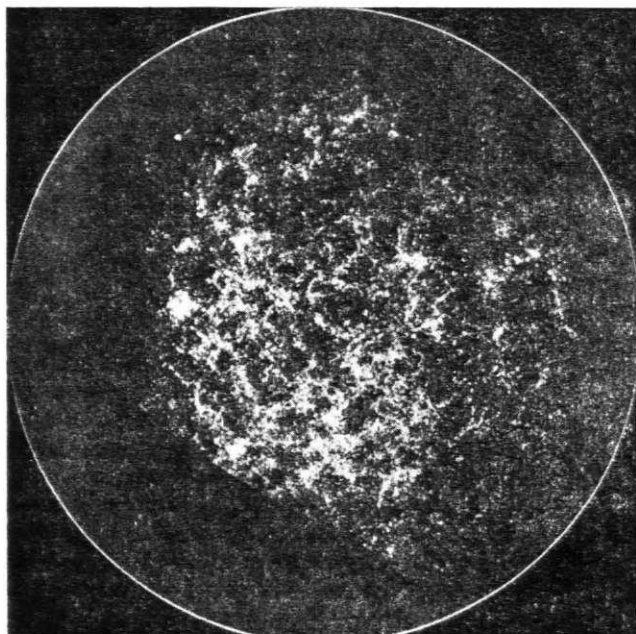
Mūsdienu kosmoloģisko teoriju pamatā ir Einšteina vispārējā relativitātes teorija, un tās ietvaros, izmantojot karstā Visuma koncepciju, ir izdevies ļoti loģiski aprakstīt un izskaidrot abus pirmos kosmoloģisko novērojumu faktus, t. i., Metagalaktikas izplešanos un reliktā starojuma izcelšanos un parametrus. Tagad, kad gūti norādījumi par neitrīno miera masu, tikpat dabisku izskaidrojumu gūst arī trešais fakts — Metagalaktikas šūnveida struktūra un ar to saistītā slēptās masas problēma.

Tiešām, kā jau iepriekš teikts, neitrīno ir ļoti daudz. Metagalaktikai sākot izplesties apmēram pirms 10^{10} — $2 \cdot 10^{10}$ gadiem, lielākā daļa

vielas izveidojās neitrīno formā. Pašreiz neitrīno skaits 1 cm^3 sasniedz ap 450, un Metagalaktiku var iedomāties kā milzīgu un, iespējams, noslēgtu¹⁹ neitrīno okeānu, kurā peld niecīgas pārējās vielas saliņas un vairāk vai mazāk sīkas drumslas — supergalaktikas, galaktiku kopas, galaktikas utt. Šī peldēšana notiek bez jebkādas berzes, jo, kā jau redzējam, neitrīno ar vielu praktiski nesadarbojas un netverami plūst tai cauri.

Taču šis neredzamais neitrīno okeāns nosaka visu Metagalaktikas redzamās vielas kustību un evolūciju, jo nepārtraukti darbojas gra-

¹⁹ Ja Metagalaktikā vielas vidējais blīvums izrādīsies lielāks par kritisko, t. i., 10^{-29} g/cm^3 , tad, kā tas izriet no vispārējās relativitātes teorijas vienādojumu risinājumiem, Metagalaktika var būt telpiski slēgta.



4. att. Liela mēroga Metagalaktikas attēls, kurā labi izdalās matērijas vieliskās sastāvdaļas sadalījuma šūnveida struktūra.

vitācija — šī universālā, visu aptverošā sadarbē, kurai pakļauts jebkurš matērijas veidojums un forma, ja vien tā apveltīta ar masu. Agrāk, kad domāja, ka neitrīno miera masa nepiemīt un ar kinētisko enerģiju saistītās īnāsas blīvums elektronu neitrīno paveidam, kā rādīja aprēķini, ir tikai ap $2,5 \cdot 10^{-34}$ g/cm³, kas ir apmēram divas reizes mazāk par reliktā starojuma blīvumu²⁰, kurš, savukārt, ir ap 600 reizes mazāks par redzamās vielas blīvumu, ar neitrīno, tā radīto gravitāciju un tās ietekmi varēja nerēķināties. Tagad, kad eksperimenti liecina, ka neitrīno piemīt arī miera masa un tā vidējā blīvuma vērtības aprēķini tikai elektronu neitrīno paveidam vien dod rezultātu ap 10^{-29} g/cm³, kas jau ir ap 30 reizes vairāk par visas pārējās redzamās jeb neneitrīno vielas blīvumu, skaidrs, ka nerēķināties ar neitrīno gravitāciju ne tikai nevar, bet ka tieši tā ir galvenais faktors, kas jāņem vērā, veidojot loģiski pamatotu, nepretrunīgu un pilnīgu Metagalaktikas evolūcijas scenāriju,²¹ kas ietvertu sevī arī pagaidām vienus no visneskaidrā-

kajiem jautājumiem, proti, galaktiku, galaktiku kopu un superkopu kosmogoniju.

Šis scenārijs, kas atspoguļo mūsdienu zinātnes sasniegumus un pēdējo pētījumu rezultātus, galvenos vilcienos parādīts 5. attēlā. Sākotnēji eksistē kaut kāds pagaidām nepazīstams matērijas stāvoklis, ko mēdz dēvēt pat par protomatēriju, kam piemīt ar matēriju nesaraucjami saistīta attīstības tendence. Laika momentā, kuru nosacīti pieņemts apzīmēt ar 0, mums vēl nezināma cēloņa dēļ sākas šī matērijas veidojuma attīstība, resp., katastrofiska izplešanās, ko, tāpat nosacīti, mēdz dēvēt par Lielo Sprādzienu. Vielas temperatūra un blīvums, kas sākuma momenta singularitātē sasniedza milzīgas vērtības, izplešanās izraisītā telpas apjoma straujā pieauguma dēļ ātri samazinās.

Mūsdienu fizika ir pietuvojusies šī matērijas stāvokļa aprakstam līdz pat laika momentam 10^{-43} s pēc Lielā Sprādziena sākuma, t. i., mums ir zināmi vielas stāvokļa vienādojumi, tās parametri (temperatūra, spiediens u. c.), reakcijas, kādas norit starp elementārdaļiņām, utt. Viela šajā laikā ir necaurspīdīga ne tikai starojumam, bet arī neitrīno. Strauji rit visdažādākās reakcijas: neitrīno \rightleftharpoons elektroni (pozitroni) \rightleftharpoons gamma kvanti \rightleftharpoons utt. Viela un starojums ir termodinamiskā līdzsvarā, un tie izplešas kopā pie vienādi augstām temperatūrām. Viela pastāv galvenokārt vieglo elementārdaļiņu — leptonu — formā. Smago daļiņu — barionu — bija mēram 10^9 reizes mazāk. Ļoti augstās temperatūras un līdz ar to ļoti lielo kinētisko enerģiju un biežo sadursmju dēļ elementārdaļiņas nespēj nostabilizēties. Tās «sašķīst»,

²⁰ Šo blīvumu var aprēķināt, zinot reliktā starojuma temperatūru un līdz ar to reliktā starojuma fotona vidējo enerģiju un šo fotonu daudzumu 1 cm³. Proti, ja reliktā starojuma fotona vidējā masa ir 10^{-36} g, tad šī starojuma vidējais blīvums ir $5 \cdot 10^{-34}$ g/cm³. Fotona masas jēdziens izriet no speciālās relativitātes teorijas pazīstamās izteiksmes $E=mc^2$, kas saista jebkuru enerģiju un tai ekvivalento masu.

²¹ Pēc raksta autora domām, labāk būtu teikt — atšifrējot Metagalaktikas evolūcijas algoritmu ar neitrīno un tā gravitāciju kā šī šifra atslēgu, taču zinātniskajā literatūrā ir ieviesies šis zināma mērā maksimāli precīzai jaunradei līdzīgo emociju un pārdzīvojumu radītais salīdzinājums ar scenārija veidošanu.

0 s, 0 cm (?)	?	singularitāte un Lietais Sprādziens
10^{-43} s, 10^{-33} cm (?)	Protoviela	Planka laiks, daļiņu rašanās
10^{-4} s, 30 km	adronu ēra	protonu-antiprotonu izdališanās un to pāru anihilācija
1 s, 300 000 km	leptonu ēra	elektronu-pozitronu izdališanās un to pāru anihilācija
100 s, $3 \cdot 10^7$ km	radiācijas ēra	hēlija un deiterija nukleosintēze — tajos, galveno kārt hēlijā, pāriet apmēram $1/4$ sākotnējo protonu
1 nedēļa, $1,8 \cdot 10^{11}$ km		līdz šim brīdim temperatūru nosaka radiācija
10 000 g., $9,5 \cdot 10^{21}$ km	vielas ēra	Metagalaktika kļūst vielas noteikta
300 000 g., $2,8 \cdot 10^{23}$ km	radiācijas atdališanās	Metagalaktika kļūst radiācijai caurspīdīga
10^5 g. un g. g.*		neitrālo atomu veidošanās
$(1-2) \cdot 10^9$ g.		veidojas galaktikas
$3 \cdot 10^9$ g.		veidojas galaktiku kopas
$4,1 \cdot 10^9$ g.		veidojas pirmās zvaigznes
$5 \cdot 10^9$ g.		rodas kvazāri; Galaktikā veidojas II populācijas zvaigznes
$10 \cdot 10^9$ g.		veidojas I populācijas zvaigznes
$15,2 \cdot 10^9$ g.		veidojas un kolapsē protosaules gāzu un putekļu mākonis
$16,1 \cdot 10^9$ g.	arheozoiskā ēra	intensīvi veidojas planētas, formējas vecākie Zemes ieži, sacietē klintis
$18 \cdot 10^9$ g.	proterozoiskā ēra	rodas mikroskopiskas dzīvības formas, attīstās ar skābekli bagāta atmosfēra
$19 \cdot 10^9$ g.		attīstās makroskopiskas dzīvības formas
$19,4 \cdot 10^9$ g.	paleozoiskā ēra	veidojas visagrākajos izrakumos konstatētās fosilās dzīvības formas
$19,55 \cdot 10^9$ g.		attīstās pirmās zivis
$19,6 \cdot 10^9$ g.		attīstās pirmie sauszemes augi, papārdes, skuju koki
$19,8 \cdot 10^9$ g.	mezozoiskā ēra	rodas pirmie zīdītāji un putni
$19,94 \cdot 10^9$ g.	kainozoiskā ēra	attīstās pirmie primāti
$20 \cdot 10^9$ g.	tehnoloģiskā ēra	parādās un attīstās <i>Homo sapiens</i>

* 1 g. g. = $9,461 \cdot 10^{12}$ km

5. att. Visuma evolūcijas galveno etapu aptuveni shematisks atainojums.

resp., sabrūk jau pašā rašanās momentā.²²

Ap 10^{-4} s, kad telpas apjoms bija pieaudzis apmēram līdz 30 km un vielas blīvums sasniedzis atoma kodola vielas blīvumu (apmēram 10^{14} g/cm³ jeb desmit tūkstoš miljardu reižu vairāk par dzelzs blīvumu), sākās kodola vielas kristalizācija, t. i., radās protoni, neitroni un attiecīgās antidaļiņas. Vielas un starojuma temperatūra turpināja strauji samazināties, viela pamazām kļuva caurspīdīga attiecībā pret neitrino.

Ap 1 s vielas temperatūra ir vairs tikai 10^{10} °K. Sākas brīvu elektronu un pozitronu izdalīšanās. Viela pakāpeniski kļūst caurspīdīga arī attiecībā pret elektromagnētiskā starojuma kvantiem, t. i., starojumam atdziestot un kvantu enerģijai samazinoties, to mijiedarbība ar gāzi kļūst arvien vājāka.

Līdz 10^6 gadiem ir notikusi pilnīga vielas un starojuma atdalīšanās, kā rezultātā izveidojās tā ar vielu nesaistītā starojuma daļa, ko tagad, pēc daudziem miljardiem gadu, uztveram kā reliktā starojuma fonu — Lielā Sprādziena atbalsi. Sakarā ar to, ka starojuma kvantu enerģija ir kļuvusi mazāka par atomu jonizācijai nepieciešamo enerģiju, var veidoties un arī veidojas neitrālie atomi, galvenokārt ūdeņradis. Izveidojusies un līdz mūsdienām nemainīga saglabājusies reliktā starojuma fotonu un jebkuras šķirnes neitrino (kopā ar attiecīgo antineitrino) skaita attiecība 3:1. Pasaules izmēri pieaug līdz

10^{19} km, un sāk rasties galaktikas un zvaigžņu sistēmas.

Kad pasaules vecums sasniedz 10^9 gadu un izmēri 10^{21} km, galaktiku un zvaigžņu sistēmu veidošanās ir galvenos vilcienos pabeigta.

Mūsdienās, t. i., ap 10^{10} gadiem, uz Zemes parādās dzīvība un saprāts. Metagalaktikas izmēri sasniedz 10^{23} km.

Visu šo laiku notiek arī neitrino «gāzes» atdzišana, t. i., to kinētiskās enerģijas samazināšanās. Izplešanās sākumā matērijas blīvuma fluktuācijas telpā bija ļoti niecīgas un neitrino fons — ļoti viendabīgs. Apmēram 1 s pēc izplešanās sākuma vielas blīvums jau vairs nebija tik liels, lai traucētu visu veidu neitrino kustību caur to. Taču neitrino kinētiskā enerģija šajā periodā vēl bija pietiekami liela. Tie kustējās ar ātrumu, kas bija tuvs gaismas izplatīšanās ātrumam, un tas joprojām veicināja nelielu un mazos telpas apgabalos radušos blīvuma nevienādību izlīdzināšanos, jo no šādiem samērā maziem sablīvējumiem neitrino sava lielā kustības ātruma dēļ spēj izlidot un sajaukties ar citiem neitrino. Un nav grūti saprast, ka, jo ilgāks ir laika sprīdis, jo lielāka apjoma telpas apgabalus neitrino spēj atstāt un jo lielāka izmēra neitrino nehomogenitātes spēj izlīdzināties un uzsūkties. Taču viss iepriekš teiktais ir spēkā tikmēr, kamēr neitrino kustības ātrumi ir tuvi gaismas izplatīšanās ātrumam. Kad neitrino enerģija un līdz ar to ātrumi kļūst daudz mazāki par gaismas izplatīšanās ātrumu, aina mainās.

Aprēķini rāda, ka apmēram 300 gadus pēc izplešanās sākuma neitrino ātrumi ir samazinājušies tiktāl, ka tie vairs nespēj, resp., ne-

²² Interesanti atzīmēt, ka virs 10^{26} °K visas četras fundamentālās sadarbības zaudē savu individualitāti, kamēr zemākās temperatūrās tās, šķiet, ir neatkarīgas.

paspēj, izlīdot no liela izmēra sabiezīnājumiem, kas izveidojas pavisam nejaūši. Tādēļ šie sabiezīnājumi saglabājas un sāk darboties efektīvi, ko sauc par gravitācijas nestabilitāti. Proti, šādi sabiezīnājumi sava lokāli intensīvākā gravitācijas lauka dēļ sāk augt un sablīvēties vēl vairāk, uzsūcot sevī arī apkārtējos neitrīno, kas nonāk šī ar apkārtējo gravitācijas lauku salīdzinoši spēcīgākā gravitācijas lauka ietekmes sfērā. Tā rezultātā sākotnēji viendabīgais neitrīno fons sadalās atsevišķos neitrīno mākoņos.

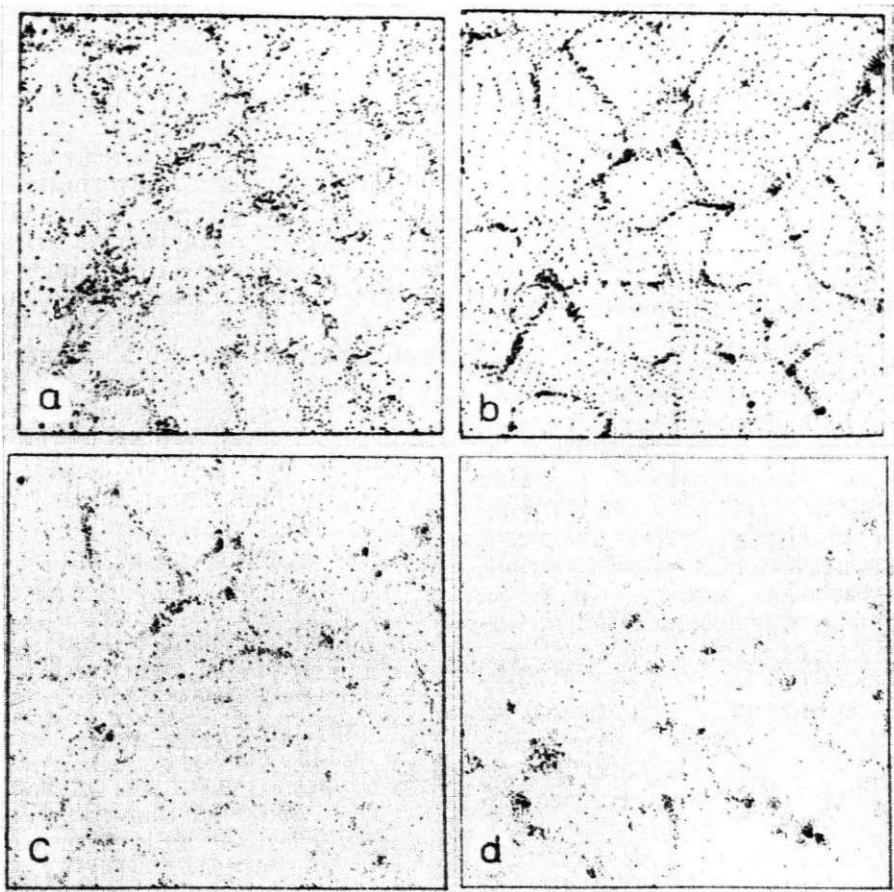
Sādu mākoņu masu, kā nav grūti aprēķināt, vidēji nosaka tas neitrīno daudzums, kas atrodas sfērā ar rādiusu 300 gaismas gadi 300 gadu pēc izplešanās sākuma. Kā jau iepriekš uzsvērts, neitrīno nevienādības izlīdzinās tikai pirmo 300 gadu laikā, kad neitrīno vēl kustas ar gaismas ātrumu tuvu ātrumu, un līdz ar to nehomogenitātes var uzsūkties tikai telpas apgabalos, kuru izmēri nepārsniedz 300 gaismas gadu. Lielākos telpas apjomos, t. i., tādos, kuru izmēri pārsniedz 300 gaismas gadus, nevienādības vairs izlīdzināties nespēj, un tās gravitācijas nestabilitātes dēļ turpina pieaugt.

Izdarot attiecīgus aprēķinus, atklājās ļoti interesants un daudznozīmīgs fakts, jo izrādījās, ka šāda vidēja jeb tipiska neitrīno mākoņa masu nosaka tikai fundamentālās konstantes — Planka konstante h , gaismas izplatīšanās ātrums c , gravitācijas konstante G un neitrīno masa m_ν . Ja pieņem, ka $m_\nu = 6 \cdot 10^{-32}$ g, tad šāda neitrīno mākoņa masa ir $10^{15} M_\odot$, kas, kā redzam, ļoti labi sakrīt ar tipisku supergalaktiku masu aplēsēm, slēpto masu ieskaitot. Pašreizējā Metagalaktikas attīstības stadijā vi-

dējais neitrīno kustības ātrums šādos mākoņos ir ap 1000 km/s.

Skaidrs, ka visai parastai, redzamai jeb neneitrīno vielai, kuras, kā pašlaik vērtē, ir 30 reizes mazāk, resp., tā sastāda tikai 3% piemaisījumu kopējam Metagalaktikā saskopotās matērijas masas daudzumam, ir jāseko neitrīno mākoņu gravitācijas lauka «direktīvām». Tādējādi apmēram miljons gadu pēc izplešanās sākuma no protoplazmas izdalījās parastā viela jau aukstas neitrālās gāzes formā sāk sabiezināties: neitrīno mākoņu gravitācijas laukā, koncentrējoties šo mākoņu centrālajās daļās. Sādu neitrālās gāzes sablīvējumu tipiskai masai ir jābūt apmēram $1/30$ no neitrīno mākoņu masas, t. i., ap $3 \cdot 10^{13} M_\odot$, un tajā, tās pašas gravitācijas nestabilitātes dēļ sadaloties arvien mazāka un mazāka izmēra nevienādībās, izveidojas galaktiku kopas, galaktikas, zvaigžņu kopas utt.

Ne mazāk interesanti izrādījās pētījumu rezultāti par neitrīno mākoņu formu. Pirms vairākiem gadiem pazīstamais padomju astrofizikāls akadēmiķis J. Zeļdovičs parādīja, ka šādiem mākoņiem pašiem savā gravitācijas laukā ir stipri jāsaspiežas pa vienu koordināti, t. i., tiem jāpieņem plācņiem līdzīgā forma. Daudzu šādu telpā haotiski izvietotu «plācņu» savienojumam, savukārt, ir jārada raksturīgā šūnu jeb ziepju putām līdzīgā aina. Jaunākie modeļaprēķini par sākotnēji viendabīgas bezsadursmju vides (jo neitrīno taču kustas praktiski bez mijiedarbības, t. i., bez sadursmēm) evolūciju pašas radītās gravitācijas laukā pilnīgi apstiprina šos rezultātus (6. att.). Kā redzam no attēla, izveidojas struktūras, kas ļoti atgādina galaktiku superkopu izvietojumu Metagalaktikas telpā.



6. att. Ar ESM veiktie viendabīgas bezsadursmju vides, kas sastāv no 4096 (64×64) materiāliem punktiem, evolūcijas skaitlisko aprēķinu rezultāti, kas rāda, ka pašgravitācijas iespaidā šādā vidē ar laiku izveidojas raksturīgas šūnveida struktūras, kurās matērija sakoncentrējas «šūnu» apvalkos, vidiem paliekot praktiski tukšiem (*a* un *b*). Atkarībā no tā, vai Visums ir vaļējs vai noslēgts, šī struktūra attiecīgi saglabājas («iesalst») vai sairst, koncentrējoties kompaktos veidojumos. *c* un *d* attēli atalno pēdējo gadījumu, t. i., šūnveida struktūras tālāku evolūciju slēgta Visuma gadījumā.

Tātad, ja neitrīno miera masa nav vienāda ar nulli, daudzas agrāk neskaidras lappuses Visuma evolūcijas scenārijā gūst viengabalaini saistītu un loģiski pamatotu izskaidrojumu. Un neitrīno, šī «vis-

vājākā» no visām elementārdaļiņām, acīmredzot tajā pašā laikā ir arī «visspēcīgākā» Visuma daļiņa, jo tieši neitrīno nosaka matērijas sadalījumu un ar to saistīto Visuma evolūciju — tā Visuma, ko ar pil-

nām tiesībām var saukt par neitrīno Visumu. Un, atgriežoties pie raksta moto, šķiet, ka vēl varenāku elementārdaļiņu par neitrīno fiziķiem «izdomāt» nevajadzēs.

Vai neitrīno apturēs Metagalaktikas izplešanās?

Runājot par zināmā mērā paradoksālo, taču reāli iespējamo neitrīno «kosmoloģisko varenību», t. i., par iespējam ar tā palīdzību izskaidrot Metagalaktikas šūnveida struktūru, galaktiku superkopu masu un slēptās masas fenomenu, gribas uzsvērt vēl vienu šīs «varenības» varbūtējo izpausmi. Tā ir Metagalaktikas izplešanās. Vai tā turpināsies bezgalīgi vai arī pēc daudziem miljardiem gadu šī izplešanās aprims un to nomainīs saraušanās?

Kā labi zināms (to rāda vispārējās relativitātes teorijas vienādojumu analīze), atbilde uz šo jautājumu ir atkarīga no Metagalaktikas matērijas vidējā blīvuma $\bar{\rho}$ vērtības, tātad no matērijas daudzuma un ar to saistītās gravitācijas spēka, t. i., vai šī gravitācija, šī universālā masu tendence pievilkties, saplūst kopā un sarauties, būs pietiekami spēcīga, lai nobremzētu Lielā Sprādziena izraisīto grandiozo pasaules izplešanos.

Tā saucamā kritiskā blīvuma ρ_0 vērtība, kas raksturo Metagalaktikas matērijas iespējas noturēt sevi kopā un neizkļiedties, ir apmēram 10^{-29} g/cm³. Ja $\bar{\rho} \leq \rho_0$, tad Metagalaktika izpletīsies mūžīgi. Ja turpretim $\bar{\rho} > \rho_0$, tad izplešanos pēc zināma laika, kas atkarīgs no

starpības $(\bar{\rho} - \rho_0)$, nomainīs saraušanās.

Šī ρ_0 vērtība, kā redzam, aptuveni sakrīt ar elektronu neitrīno (un antineitrīno) vidējā blīvuma vērtību, kas aplēsta, izejot no datiem par šī neitrīno paveida visvarbūtīgāko miera masas lielumu. Taču jāievēro, ka bez ν_e paveida ir vēl arī ν_μ un ν_τ paveidi. Par šo divu neitrīno paveidu miera masu lielumiem pagaidām tiešu eksperimentālu liecību nav, un pat grūti iedomāties eksperimentus, kas tuvākā laikā tādas varētu sniegt. Tomēr gan netieši eksperimenti, gan arī teorētiski apsvērumi par neitrīno iespējamo oscilāciju liecina, ka arī šo neitrīno paveidu miera masām ir jābūt atšķirīgām no nulles un ne mazākām par elektronu neitrīno miera masu. Apsverot arī ν_μ un ν_τ ieguldījumu Metagalaktikas vidējā blīvuma vērtībā, var izrādīties, ka $\bar{\rho} > \rho_0$. Tātad nav nemaz tik neiespējami, ka niecīgais neitrīno pēc daudziem miljardiem gadu noslāpēs Lielā Sprādziena vareno spēku un, pamazām savācot tā izkļiedēto matēriju, beigu beigās atgriezīs to patiesi fantastiskajā sākuma ugunīgās stihijas visu nolīdzinošajā singularitātē un jaunas šīs matērijas pulsācijas izejas punktā.

Nobeigums

Ar to arī stāstu par niecīgo un tajā pašā laikā gandrīz vai visvarenāko Visuma daļiņu neitrīno var beigt. Kā redzējām, ar neitrīno palīdzību mūsdienu zinātnei pavērusies iespēja izprast un uzzīmēt satricinoši reālu Visuma evolūcijas un struktūras ainu... ja vien neitrīno

miera masa nav vienāda ar nulli. Vēl zināmas šaubas un neticība par šo atklājumu (zinātnei raksturīgais un absolūti nepieciešamais skepticisms!) paliek. Bet ir arī ticība un pārliecība, kas balstās uz mūsdienu zinātnes metodoloģiju un sasniegumiem, kuri neskaitāmas reizes jau apliecinājuši savu spēku un iespējas.

Aiz šī raksta ietvariem palika ne

mazāk interesanti, ar neitrīno miera masu iespējamo eksistenci saistīti jautājumi, kas ved ne mazāk vilinošās mikrokosmosa dzīlēs, jo ir iegūtas zināmas liecības, ka neitrīno piemīt vēl citas neparastas īpašības, ir liecības par spoguļneitrīno eksistenci un «aizspoguļijas» pastāvēšanu, par stabila protona nestabilitāti utt. Bet tie, kā mēdz teikt, jau ir citu stāstu temati.

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Šķietami necils objekts, kas bija pazīstams kā kompakta zvaigžņu kopa Lielajā Magelāna Mākonī, patiesībā acimredzot ir viena vienīga zvaigzne — vismaz 3000 reīzu masīvāka nekā Saule! (Līdz šim bija zināmas zvaigznes ar tikai 50 reizes lielāku masu nekā mūsējai.) Ik sekundi šī superzvaigzne izstaro tikpat daudz enerģijas, cik Saule piecos gados, t. i., pārspēj to pēc starjaudas apmēram simt miljonu reīzu. Saskaņā ar spektroskopiskiem novērojumiem ultravioletajā diapazonā no pavadoņa IUE (ASV+Rietumeiropa), šī objekta virsmas temperatūra ir ap 60 tūkst. grādu, un no tā plūst ārkārtīgi stiprs zvaigžņu vējš ar ātrumu līdz 3500 km/s — desmitreiz augstāku nekā no Saules. Tādējādi šī zvaigzne gan ļoti strauji patērē savu «kodoldegvielu» — ūdeņradi, gan ātri zaudē masu, un tādēļ tā var pastāvēt tagadējā veidā tikai pavisam īsu (kosmiskā mērogā) laika sprīdi.

★★ Novērojot ar amerikāņu pavadoņa SMM instrumentiem kādu izcili spēcīgu uzliesmojumu, kas notika uz Saules nesēnā aktivitātes maksimuma periodā, tā centrā pēc rentgenstarojuma spektra un intensitātes konstatēta ārkārtīgi augsta temperatūra — pāri par 55 miljoniem grādu!

★★ Ar augstjutīgo spoguļteleskopu, kas uzstādīts pavadoņī HEAO-2 «Einstein» (ASV), pirmoreiz novērots rentgenstarojums no Saules sistēmas planētas — Jupitera. (Agrāk kā rentgenavoti bija pazīstami tikai tālā kosmosa objekti — parastās un neitronu zvaigznes, kvazāri u. tml., kā arī Saule.) Starojumu droši vien izraisa Jupitera radiācijas joslu daļiņas, ledrāzoties tā atmosfērā polu apgabalos vai arī bombardējot planētas lielo pavadoņu virsmas (rentgenfluorescence).

★★ Ar Rietumeiropas pētniecisko pavadoņi COS-B pirmoreiz uztverts gamma starojums no kvazāra — plaši pazīstamā 3C 273.



JAUNI DATI PAR RELIKTO STAROJUMU

Reliktais starojums — viena no kosmiskā elektromagnētiskā starojuma sastāvdaļām, kā zināms¹, slēpj sevī unikālu informāciju par Metagalaktikas attīstības visagrīnākajiem momentiem, un tā atklāšana pamatoti tiek uzskatīta par vienu no izcilākajiem, ja ne par pašu izcilāko mūsdienu zinātniski tehniskās revolūcijas sasniegumu. Šis starojums, kas sākotnējos superblīvajos jeb, kā mēdz teikt, singulārajos matērijas eksistences apstākļos bija pilnīgi saistīts ar vielu, matērijai izplešoties, pakāpeniski no vielas atdalījās un atdzisa. Tagad, t. i., daudzus miljardus gadu pēc Metagalaktikas izplešanās sākuma momenta, šī starojuma temperatūra, kā rāda mērījumi, ir vairs tikai apmēram $2,7^{\circ}$ K virs absolūtās nulles.

Reliktā starojuma pašreizējā loma Metagalaktikas attīstības procesā ir ļoti niecīga. Piemēram, šis starojums ierobežo maksimāli iespējamo kosmiskā korpuskulārā starojuma enerģiju, jo kosmisko staru korpuskulas, ja to enerģijas ir ļoti lielas, īpatnējas berzes dēļ, resp., apgrieztā Komptona efekta darbības rezultātā, nodod savu enerģiju relikto starojuma kvantiem, pašas kļūdamas mazāk enerģiskas.² Taču tā nozīme kā in-

formācijas nesējam par Metagalaktikas attīstības sākuma momentiem ir, kā jau atzīmēts, unikāla un nenovērtējama. Šī iemesla dēļ relikto starojuma pētījumiem astrofizikā vēl joprojām pievērš ļoti lielu uzmanību.

Nesen šajā jomā ļoti interesantus un daudzsoļošus rezultātus ieguva amerikāņu zinātnieki D. Vudi un P. Ričards no Kalifornijas universitātes (Berklija). Viņi veica relikto starojuma spektra mērījumus līdz šim mazapgūtajā submilimetru viļņu diapazonā, kurā lokalizēts šī starojuma maksimums (1. att.).³ Mērījumi šajā elektromagnētiskā starojuma diapazonā ir ārkārtīgi apgrūtināti, jo traucē Zemes atmosfēra. Šajā spektra rajonā Zemes atmosfēra ir necaurspīdīga un tādējādi absorbē pienākošo kosmisko radiāciju, turklāt ļoti liels ir arī tās siltumstarojums, kurš pilnīgi nomāc gandrīz 100 reizu mazāk intensīvo relikto starojumu.

Lai vājinātu šo Zemes atmosfēras traucējošo ietekmi, amerikāņu zinātnieki submilimetru viļņu uztvērēju ar antenu un dzesēšanas iekārtu ievietoja ar ūdeņradi pildīta gaisa balona gondolā un pacēla to virs blīvākajiem un visvairāk traucējošiem atmosfēras

² Skat. A. Balklava rakstu «Jauni mākslīgo kosmisko staru generatoru projekti» — «Zvaigžņotā debess», 1967. gada pavasaris, 23.—28. lpp.

³ Reliktais starojums, kā zināms, ir termodinamiski līdzsvarots jeb absolūti melna ķermeņa starojums, kuru apraksta Planka formula. Ar tās palīdzību nav grūti aprēķināt, ka $2,7^{\circ}$ K temperatūrā maksimālā starojuma intensitāte ir pie viļņa garuma 0,2 cm.

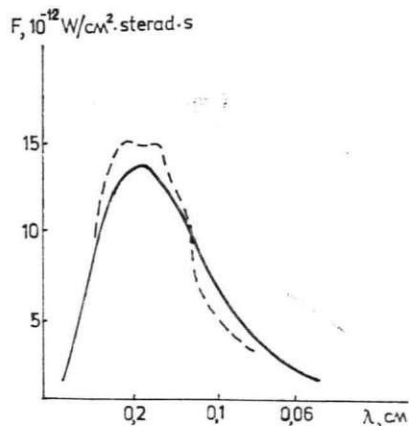
¹ Skat. A. Balklava rakstus «Pirmatnējā starojuma meklējumi» un «Pirmatnējā starojuma eksistence apstiprinājusies» attiecīgi «Zvaigžņotā debess», 1966. gada pavasaris, 21.—22. lpp. un 1967. gada pavasaris, 18.—21. lpp.

slāņiem. Eksperimenta laikā uztvērējs un antena tika atdzesēti līdz šķidra hēlija temperatūrai, tā ievērojami paaugstinot aparātūras jutību. Balona paša siltumstarojuma radīto traucējumu samazināšanai gondola ar mēraparatūru bija attālināta no gaisa balona, iekarot to 600 m garā trosē. Zemes atmosfēras siltumstarojuma ietekmi uz mērījumu rezultātiem ņēma vērā, izskaitļojot arī atmosfēras modeli pēc trim dažādos virzienos veiktajiem mērījumiem.

Tādējādi, veicot mērījumus un izdarot nepieciešamos aprēķinus, D. Vudi un P. Ričards ieguva pārsteidzošu rezultātu — fona starojuma spektrs submilimetru viļņu diapazonā, lai gan atbilst absolūti melna ķermeņa siltumstarojuma spektram, taču tā temperatūra ir nevis 2,7°K, kā agrāk noteikts, bet gan 2,96° K. Garāko viļņu diapazonā, kā redzams no zīmējuma, abi spektri sakrīt.

Interesanti atzīmēt, ka mūsdienu kosmogoniskās hipotēzes un teorijas, kas skaidro galaktiku izcelšanos, paredz reliktā starojuma novirzes no līdzsvarota jeb siltumstarojuma spektra formas, resp., divu temperatūru liknes parādīšanos vienas temperatūras, t. i., līdzsvarota starojuma, spektra vietā. Šādas novirzes, pēc šo teoriju koncepcijām, ir saistītas ar enerģijas izdalīšanās procesiem karstā Visuma evolūcijas agrīnajās stadijās, un tāpēc šādu spektra formu kropļojumu atklāšana un novērojumi varētu dot jaunu ārkārtīgi vērtīgu informāciju par Metagalaktikas pagātni un galaktiku veidošanās stadiju. Taču amerikāņu zinātnieki ar secinājumiem ir piesardzīgi. Lai izdarītu pamatotus apgalvojumus, pēc viņu domām, ir nepieciešami gan atkārtoti novērojumi, kas ļautu samazināt dažādu novērojumu pieļauto kļūdu iespējas, gan arī papildu teorētiski pētījumi, jo pagaidām neviens no zināmiem teorētiski pieļaujamiem mehānismiem, kuri varētu izraisīt fona starojuma spektra novirzes no līdzsvarota spektra formas, nevar izskaidrot viņu mērījumos iegūtās noviržu vērtības.

A. B a l k l a v s



1. att. Reliktā starojuma spektrs ar temperatūru 2,7°K (nepārtrauktā līnija) un D. Vudi un P. Ričarda iegūtais spektrs (pārtrauktā līnija), kura temperatūra ir 2,96° K.

DIVAS ASTRONOMISKAS KURIOZITĀTES

Zvaigžņu kopa, kas slēpjas Sīriusa staros

Mūsu dienās atrast jaunu zvaigžņu kopu nemaz vairs nav vienkārši, jo visus ievērojamākos objektus jau pagājušā gadsimta beigās reģistrējis un aprakstījis angļu astronoms Dž. Dreiers savā «Jaunajā vispārējā katalogā» (NGC) un divos tā papildinājumos (IC). Taču, kad 50. gadu beigās nāca klajā monumentālais Palomāras observatorijas debess atlants, kurā ar 48 collu Šmita sistēmas teleskopu bija kartogrāfēta visa no šīs observatorijas pārskatāmā debess, parādījās jauni kopu saraksti.

Tagad arī Palomāras atlants ir vairākkārt krustām šķērsām pārmeklēts, un varētu domāt, ka viss kaut cik vērā ņemamais jau ir reģistrēts. Taču četriem astronomiem — G. Auneram, J. Dēgelam, H. Hartlam un R. Veinbergeram Insbrūdas universitātes Astronomiskajā institūtā Austrijā ienāca prātā atjautīga doma, ka

Palomāras atlantā vēl ir tādas visai oriģinālas vietas, kur, šķiet, neviens nav iedomājies kopas meklēt, — proti, zem melnajiem aplišiem, ko veido spožu zvaigžņu pārtaisotie attēli. Šāda asprātīga ideja nepalika bez sekmēm. Izrādījās, ka zvaigznēm bagātu kopu slēpj pašas spožākās zvaigznes — Siriusa melnais aplis. Tiesa, ne pašas zvaigznes attēls, bet gan tā saucamais parazitiskais, kurš uz plates izvietošanas centrālsimetriski pret isto un rodas Šmita sistēmas teleskopā pie ilgām ekspozīcijām, spožas zvaigznes gaismai atstarojoties no emulsijas un tālāk secīgi no spoguļa, korekcijas plātes un atkal atpakaļ uz spoguli. Rūpīgi ieskatoties, pat Palomāras atlanta kartē var pamanīt, ka cauri melnā plankuma malai spīd kopas zvaigznes, taču attiecīgās vietas uzņēmums ar Lasijas observatorijas 4 m reflektoru, kurā šādi parazitiski attēli neveidojas, izkliedēja mazākās šaubas. Kopa pat izrādījās pieskaitāma pie zvaigznēm bagāta tipa, un tajā varēja saskaitīt ap 140 par 21,5. lielumu spožāku zvaigžņu — locekļu, kas palika pāri pēc fona vidējā zvaigžņu skaita izslēgšanas. Kopas atradēji pagaidām nav izdarījuši tās fotometriskus pētījumus un tādēļ par attālumu līdz tai var spriest tikai pēc sakarības starp attālumu un leņķisko caurmēru, kas pastāv zvaigznēm bagātām kopām. Minētās sakarības cēlonis rodams faktā, ka šāda tipa kopām ir noteikts, fikss lineārais diametrs — ap 3,2 parseki. Tad ir viegli izrēķināt, ka šāds diametrs zem 2,5 liela leņķa — tāds ir kopas leņķiskais caurmērs — būs redzams no 4,4 kiloparseku liela attāluma. Tātad šī tik oriģināli paslēptā kopa ir samērā patāla, uz ko norāda arī tās spožāko zvaigžņu redzamais lielums — ap 17 zv. lielumu zilajos staros.

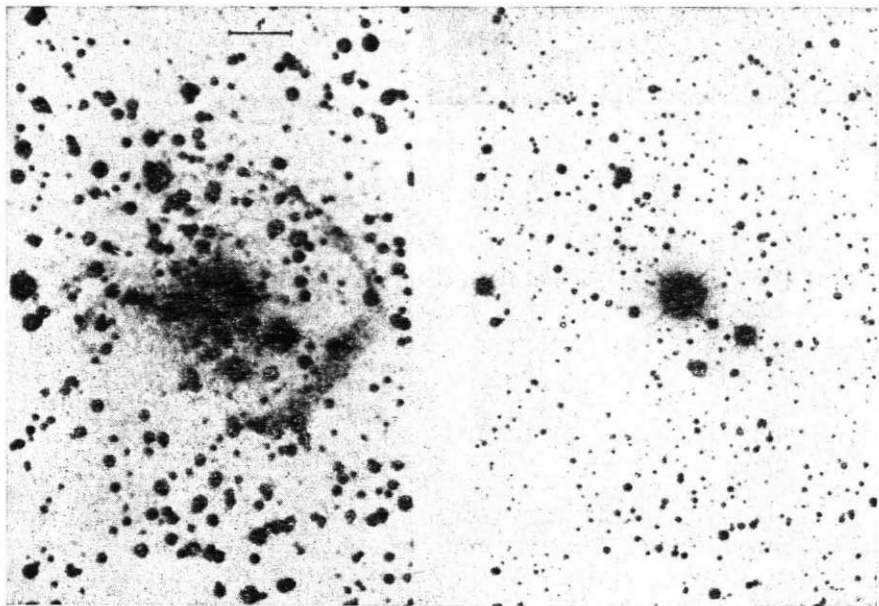
V-V 1-7 — nozudušais miglājs

Šo miglāju uz vienas no jau pieminētā Palomāras atlanta kartēm 1961. gadā atrada pazīstamais padomju astronoms B. Vo-

roncovs-Veljaminovs. Kā redzams no kreisā attēla, kurā parādīts šīs kartes fragments, miglājs pusloka veidā aptver spožu 8,2. lieluma zvaigzni un tādēļ B. Voroncovs-Veljaminovs to pieskaitīja planetārajiem miglājiem. Tiesa, centrālā zvaigzne — tā ir HD 62001 — lāgā neiederējās par miglāja spīdēšanas ierosinātāju. Būdam galvenās secības A spektra klases zvaigzne, tā šim nolūkam ir par aukstu, un tādēļ nācās pieļaut, ka tai ir karsts ultraviolets pavadonis. L. Kohouteks un R. Vimeijers, aplūkojot šo objektu 1975. gadā, atzina, ka tas ir nevis planetārais, bet gan refleksijas miglājs. Savukārt D. Džilra un S. Potāšs trīs gadus vēlāk secināja, ka tam vajadzētu būt novas eksplozijā nomestā apvalka paliekai, jo centrālā zvaigzne (vai tās neredzamais pavadonis), kā rādīja novērojumi ārpus atmosfēras ar ZMP, ultravioletajos staros mainīja savu spožumu.

Taču vispārsteidzošākais fakts atklājās 1979. gadā, kad grupa amerikāņu un argentīniešu astronomu ar Tololo kalna 4m teleskopu mēģināja no jauna iegūt miglāja fotouzņēmumu. Tas vairs nebija redzams (1. att., pa labi). Šāda miglāja izzušana 26 gadu laikā astronomijas praksē līdz šim nebija pieredzēta — zvaigžņotās debess iemītnieki taču pazīstami ar savu izcilo noturību pret laika zobu. Gadījums, neapšaubāmi, bija unikāls un tādēļ uzreiz ieinteresēja pētniekus. Tā kā miglāja vairs nebija, tad jo pamatīgāk tika eksaminēta pati zvaigzne. Atkārtoti ieguva tās spektra uzņēmumus, zvaigzni fotometrēja dažādās fotometriskajās sistēmās, izdarīja tās starojuma reģistrāciju ar fotoelektrisko spektrofotometru un izmērija radiālo ātrumu. Taču nekā sensacionāla rezultātos nebija — zvaigzne izrādījās par visparastāko A spektra klases zvaigzni.

Un tā 1953. gadā zilajos staros uzņemtā Palomāras atlanta oriģinālplate ir vienīgā liecība, ka šai debess nostūri atgadījies kas neparasts un miglājs patiešām reiz eksistējis. Miglāja forma rāda, ka tas nevarētu būt vienkārši defekts platē, kādi pa laikam atga-



1. att. Miglājs V—V 1—7 (pa kreisi), kāds tas redzams Palomāras observatorijas debess atlantā. Uzņēmumā, kas izdarīts 26 gadus vēlāk, tas vairs nav saskatāms.

dās. Un, lai gan Palomāras atlanta sastādītājiem pastāv tradīcija reizē ar katru oriģinālplati uzņemt arī tās dublikātu, šai gadījumā tas nezināma iemesla dēļ nav noticis. Atliek vienīgi minēt, kā miglājs radies un kāpēc tas tagad pazudis. Insbrukas universitātes astronomi domā, ka šeit ir darīšana ar tā saucamo gaismas atbalsi. Spožās A klases

zvaigznes hipotētiskā ultravioletā pavadona īslaicīgā uzliesmojumā radušais gaismas impulss, sastopot savā ceļā starpzvaigžņu vides putekļu mākoņus, atstarojas no tiem, iezīmējot ap centrālo zvaigzni spožu loku. Taču līdz ko starojuma impulss tos ir šķērsojis, gaismas atspulgs apdziest.

U. Dzērvītis



PIEKTĀ EKSPEDĪCIJA «SALŪTĀ-6». 1

Kopš 1980. gada 10. decembra, kad pēc trīspadsmit diennaktis ilga lidojuma uz Zemi atgriezās kosmosa kuģa «Sojuz T-3» apkalpe,¹ padomju orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-6», pateicoties tās veiktajiem remontdarbiem, sekmīgi turpināja funkcionēt automātiskā režīmā.

1981. gada 24. janvārī tika palaists kārtējais automātiskais kravas transportkuģis «Progress-12», kurš divas dienas vēlāk sakabinājās ar orbitālo staciju «Salūts-6», atvedot degvielu un citus materiālus tās turpmākajai darbībai. Kopīgā lidojuma gaitā pēc komandām no Zemes ar šo degvielu tika uzpildīta stacijas apvienotā dzinējiekārta, bet ar paša transportkuģa dzinēju palīdzību tika korigēta orbitālā kompleksa «Salūts-6» — «Progress-12» lidojuma trajektorija.

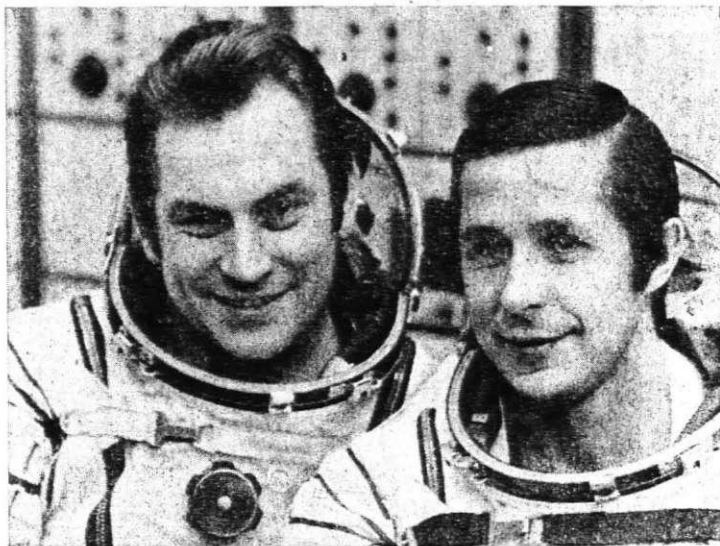
12. martā tika palaists pilotējamais transportkuģis «Sojuz T-4» ar divu cilvēku apkalpi: kuģa komandieri PSRS lidotāju kosmonautu Vladimīru Kovaļonoku (kurš jau agrāk bija strādājis orbitālajā stacijā «Salūts-6» kā otrās pamatapkalpes komandieris) un bortinženieri Viktoru Savinihu.² Tās uzdevums bija saslēgt kosmosa kuģi ar orbitālo staciju, veikt tur nepieciešamos profilaktiskos un remontdarbus, izkraut transportkuģi «Progress-12», pildīt plašu un daudzveidīgu pētniecisko programmu. Tā ietvēra Zemes dabisko resursu izpēti no kosmosa, tehnoloģiskos, astrofizikālos un tehniskos eksperimentus, medicīniski bioloģiskos pētījumus.

13. martā kosmosa kuģis «Sojuz T-4» sakabinājās ar orbitālo kompleksu un kosmonauti pārgāja stacijas telpās, tādējādi kļūstot par tās piekto pamatapkalpi. Jau nākamajā dienā līdztekus «Salūta-6» sistēmu dekonservēšanai tika atvērta «Progressa-12» lūka un kosmonauti ķērās pie tās izkraušanas. Viņi arī sagatavoja darbam iekārtu «Rodņik», ar kuras palīdzību uzsāka ūdens pārsūkņēšanu no kravas kuģa uz stacijas tvertnēm. Piektajā darba dienā stacijas sistēmu dekonservēšana bija pabeigta, transportkuģis — pilnībā izkrauts, un apkalpe turpināja uzsāktos bioloģiskos un medicīniskos eksperimentus.

Kosmonauti veica arī plašus remontdarbus orbitālajā stacijā, kura tobrīd bija funkcionējusi Zemes apkārtnē jau trīsarpus gadus. Tā 17. martā

¹ Skat. «Zvaigžņotā debess», 1981. gada vasara, 25.—26. lpp.

² Tādējādi tieši J. Gagarina lidojuma 20. gadadienas priekšvakarā V. Savinihs kļuva par mūsu planētas simto kosmonautu.



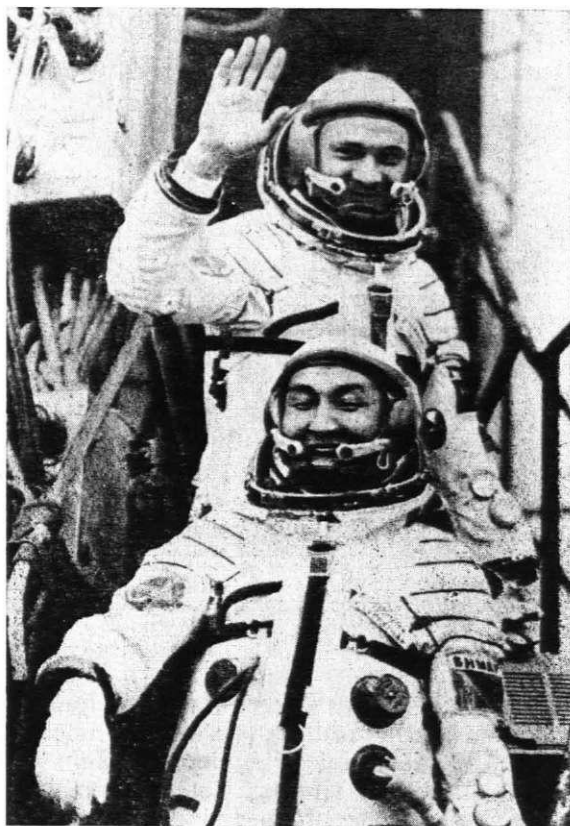
1. att. «Salūta-6» piektā pamatapkalpe — padomju kosmonauti V. Kovaļonoks un V. Savinihs. (TASS fotohronika.)

viņi uzstādīja jaunu bloku Saules bateriju orientācijas vadīšanai, nomainīja vienu no sūkņiem termoregulēšanas sistēmā, bet nākamajā dienā, rīkojoties saskaņā ar speciālistu ieteikumiem no Zemes, meklēja un novērsa bojājumus bortkompleksa vadības sistēmā, remontēja fizisko trenižieri un bioloģiskajiem eksperimentiem domāto iekārtu «Malahīts».

20. martā automātiskais kravas transportkuģis «Progress-12» atdalījās no orbitālā kompleksa «Salūts-6» — «Sojuz T-4», tādējādi atbrīvojot stacijas agregātu nodalījumā iekārtoto sakabināšanās mezglu. Divas dienas vēlāk saskaņā ar lidojuma programmu tas iegāja atmosfēras blīvajos slāņos virs Klusā okeāna un beidza pastāvēt. Tikmēr kosmonauti uzsāka bioloģisko eksperimentu sēriju iekārtā «Magnetogravitats», kuru uz orbitālo staciju bija atvedis «Progress-12». To mērķis bija pētīt neviendabīga magnētiskā lauka ietekmi uz augstāko augu dzinumu orientāciju.

22. martā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-39» ar kārtējo starptautisko apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Vladimiru Džanibekovu un Mongolijas Tautas Republikas kosmonautu Zugderdemidiju Guragču. Šī lidojuma mērķis bija turpināt kosmosa izpēti miermīlīgos nolūkos, kuru realizē sociālistiskās valstis — programmas «Interkosmos» dalībnieces.

23. martā kosmosa kuģis «Sojuz-39» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6» — «Sojuz T-4» un abi kosmonauti pārgāja stacijas telpās. Nākamajās septiņās dienās V. Kovaļonoks, V. Savinihs, V. Džanibekovs un Ž. Guragča īstenoja pētījumu programmu, ko kopīgiem spēkiem bija izstrādājuši Padomju Savienības un Mongolijas Tautas Republikas zinātnieki, kā arī turpināja iepriekšējo starptautisko apkalpju uzsāktos eksperi-

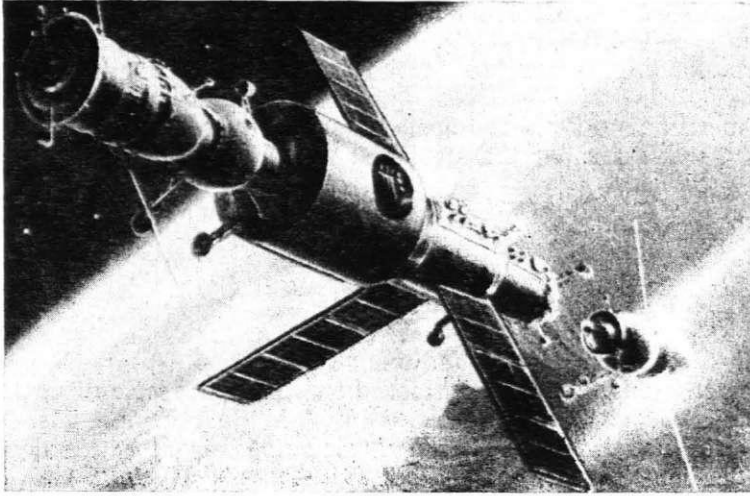


2. att. Kosmosa kuģa «Sojuz-39» starptautiskā apkalpe — padomju kosmonauts V. Džanibekovs un pirmais mongoļu kosmonauts Z. Guragča. (TASS fotohronika.)

mentus. Plašā apjomā tika izdarītas medicīniskas apsekošanas ar nolūku dziļāk iepazīt cilvēka organisma pielāgošanās īpatnības bezsvara stāvoklim, ar padomju un mongoļu speciālistu izveidotu aparāturu tika reģistrēti primārie kosmiskie stari, noriteja daži kopīgi sagatavoti tehnoloģiskie eksperimenti. Dabas resursu un apkārtējās vides izpētes nolūkā apmeklējuma apkalpe vizuāli novēroja un fotografēja Mongolijas Tautas Republikas teritoriju, bet pēc Vācijas Demokrātiskās Republikas speciālistu pasūtījuma — arī atsevišķus šīs valsts un Baltijas jūras rajonus.

27. martā «Salūta-6» apkalpe veica eksperimentu, kura mērķis bija pārbaudīt, kā kosmosā iespējams izmantot jaunas, informatīvākas datu pieraksta un attēlu pārraides metodes, kurās pielietota hologāfija.³ Ar por-

³ Pirmie eksperimenti šajā jomā tika veikti jau kosmosa kuģa «Sojuz T-3» lidojuma gaitā 1980. gadā.



3. att. «Salūts-6» orbītā ap Zemi. (Pēc A. Sokolova zīmējuma.)

tatīvu aparātūru, kura ietvēra neona-hēlija lāzeru un reģistrējošās iekārtas, V. Kovaļonoks un V. Savinihs uzņēma vienu no iluminatoriem, uz kura bija redzamas mikrometeorītu trāpījumu pēdas, bet V. Džanibekovs un Ž. Guragča fotografēja vārāmās sāls šķīšanas procesu bezsvara apstākļos. Tās pašas dienas vakarā pirmo reizi tika izmēģināta arī hologrāfisko attēlu pārraide pa televīzijas kanālu no «Salūta-6» uz Zemi un pretējā virzienā.

30. martā V. Džanibekovs un Ž. Guragča, sekmīgi izpildījuši nosprausto pētījumu un eksperimentu programmu, kosmosa kuģī «Sojuz-39» atgriezās uz Zemes. Tikmēr V. Kovaļonoks un V. Savinihs turpināja strādāt orbitālajā stacijā «Salūts-6», veicot tehnoloģiskos, medicīniskos, bioloģiskos un tehniskos eksperimentus, kā arī profilaktiskos un remontdarbus. Piemēram, viņi nomainīja vienu no ūdens reģenerācijas sistēmas blokiem un kompresoru pārslēgšanas iekārtu submilimetra diapazona teleskopā BST-1M, automātikas bloku termoregulēšanas sistēmā. Tika sagatavots darbam daudzjoslu kosmiskais fotoaparāts MKF-6M un iekārta «Jeļena» gamma starojuma pētīšanai Zemes apkārtnē.

12. aprīlī, kad pagāja 20 gadi kopš pirmā pilotējamā kosmosa kuģa «Vostok» starta, V. Kovaļonokam un V. Saviniham tika sarīkota televīzijas tikšanās ar ģimenēm, draugiem no kosmonautu vidus un kosmiskās tehnikas konstruktoriem, kuri šajā nolūkā bija ieradušies lidojuma vadības centrā. Šajā dienā apkalpe saskaņā ar lidojuma plānu atpūtās, skatījās televīzijas raidījumus.

Turpmākajās dienās kosmonauti veltīja daudz vērības pētījumiem dažādu tautas saimniecības nozaru interesēs. Viņi vizuāli novēroja un foto-

grafēja ar aparātiem MKF-6M un KATE-140 vairākus Padomju Savienības rajonus — Vidusāziju, Kazahiju, Sibīrijas dienviddaļu, Arāla un Kaspijas jūru, kā arī Mongolijas Tautas Republikas teritoriju un Atlantijas okeāna akvatoriju. 21. aprīlī kosmonauti veica teleskopa BST-1M kalibrēšanu un mērija ar to Zemes atmosfēras submilimetra starojumu, lai iegūtu pilnīgāku priekšstatu par tās struktūru un tur noritošajiem procesiem.

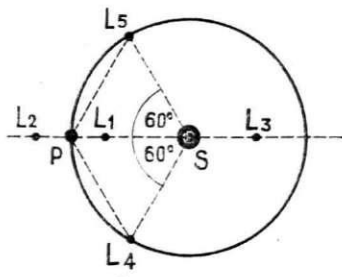
(Pēc TASS ziņojumiem)

BALANSĒJOT STARP ZEMI UN SAULI

Jau ilgi pirms kosmisko lidojumu sākuma — 18. gadsimtā izcilais franču matemātiķis Ž. Lagranžs pierādīja, ka telpā ap Sauli un kādu planētu (analogiski ap Zemi un Mēnesi un tml.) pastāv pieci t. s. librācijas punkti, kuros neliels trešais ķermenis principā var atrasties neierobežoti ilgi: tā kustības inerce un abu lielo ķermeņu pievilkšanas spēki tur pilnībā līdzsvaros cits citu (1. att.).

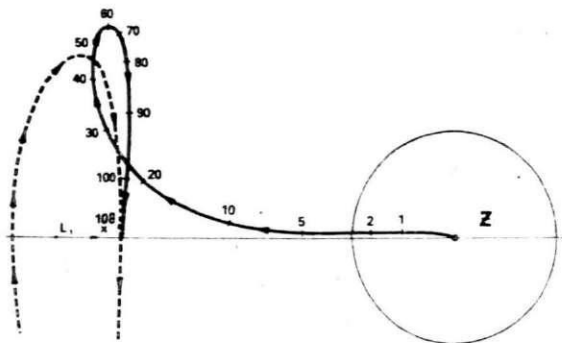
Sistēmā Saule—Zeme viens no librācijas punktiem atrodas uz abus ķermeņus savienjošās taisnes apmēram 1,5 miljonu kilometru attālumā no mūsu planētas, t. i., simt reizes tuvāk nekā Saule, bet četrreiz tālāk nekā Mēness orbīta. Šo punktu būtu ļoti izdevīgi izmantot par mērposteni, lai sekotu Saules izraisītajām parādībām starpplanētu telpā un pētītu to iedarbību uz Zemi, jo Saules vēja daļiņas tur nonāk aptuveni stundu pirms sastapšanās ar mūsu planētas magnetosfēru. Tieši šādā nolūkā pirms trijiem gadiem minētajā librācijas punktā ieradās ISEE-3 («International Sun — Earth Explorer») — 470 kg smags kosmiskais aparāts ar trīspadsmit zinātniskajiem instrumentiem, no kuriem desmit izgatavoti ASV un pa vienam — Holandē, Francijā un VFR.

Precizāk, ISEE-3 nevis uzturas tieši librācijas punktā, bet gan lido ap to pa savdabīgu orbītu ar 600 tūkst. km rādiusu un taisnei Saule—Zeme perpendikulāru plakni. Tādēļ novērotājam uz mūsu planētas ISEE-3 šķiet riņķojam ap Sauli pastāvīgā leņķiskā attālumā no tās, un uz kosmisko aparātu vērstajās sakaru antenās nenonāk šī spīdekļa izstarotie radiotraucējumi. Vienlaikus ar šo Zemes priekšposteni Saules vējā mērījumus tieši magnetosfērā turpina ISEE-1 un ISEE-2 — ASV un Rietumeiropas uzbūvēti pavadoņi, kuri jau gadu iepriekš tika ievadīti līdzīgās orbītās ap



1. att. Librācijas punkti (L_1 — L_5) sistēmā Saule(S)—planēta(P). Divi t. s. trijstūra librācijas punkti (L_4 , L_5) ir stabili — tur esošam ķermenim kaut nedaudz izkustoties no savas vietas, Saules un planētas pievilkšanas spēku kopējā iedarbība tiecas to atgriezt atpakaļ. Pārējie trīs t. s. kolineārie librācijas punkti (L_1 , L_2 , L_3) ir nestabili — jebkura novirze izraisa vēl lielāku novirzi, un, lai ilgāku laiku uzturētos to apkārtnē, ķermeņa kustību nepieciešams periodiski koriģēt.

2. att. ISEE-3 orbīta ap sistēmas Saule—Zeme librācijas punktu L_1 (pārtrauktā līnija) un ceļš līdz tai (nepārtrauktā līnija). Gar trajektoriju atzīmēts laiks diennaktīs kopš starta brīža. (Aplis ap Zemi — Mēness orbīta).

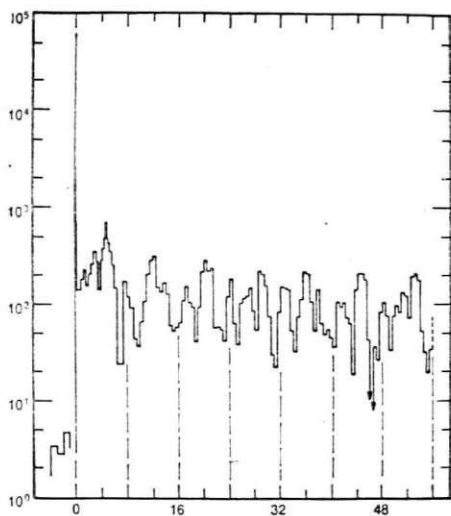


mūsu planētu. Uzturot ar raķešdzinēja palīdzību savstarpējo attālumu dažu tūkstošu kilometru robežās, tie spēj labi atšķirt magnetosfēras raksturlielumu telpiskās izmaiņas no laiciskajām.

Pilnīgā saskaņā ar iecerēm šāda oriģināla triju kosmisko aparātu sistēma izrādījies par spēcīgu līdzekli Zemes tuvākās apkārtnes dziļākai iepazīšanai. Ar tās palīdzību, piemēram, konstatēts, ka mūsu planētas magnētiskais lauks Saules izraisītu procesu iespaidā bieži vien ir diezgan nestacionārs: tā intensitātes līnijas stipri izliecas uz vienu vai otru pusi azimutālā virzienā.

Bagātīgi rezultāti iegūti arī ar vienu pašu ISEE-3, piemēram, atklātas tādas elektriski lādēto daļiņu plūsmas, kuras vērstas pavisam neparastā virzienā — no Zemes aptuveni uz Sauli; tās acīmredzot rodas triecienviļņu rajonā, kur Saules vējš sastopas ar Zemes magnētisko lauku. Pamanītas arī jauna tipa elektronu plūsmas no Saules, kurām raksturīgs enerģiju diapazons no 2 līdz 10 keV, impulsvēda norise un jebkādas korelācijas (statistiskas saistības) trūkums ar uzliesmojumiem uz šī spīdekļa. Šo plūsmu leņķiskais sadalījums un izmaiņas laikā liecina, ka elektroni paātrinās koronā vismaz 0,5 Saules rādiusu attālumā no tās virsmas un izplātās kosmiskajā telpā samērā šauru kūļu veidā bez ievērojamas izkliedes. Ar ISEE-3 arī precizēts sastāvs daļiņu plūsmām no uzliesmojumiem uz Saules, atklāta cieša korelācija starp islaicīgiem plazmas elektrisko svārstību uzliesmojumiem augsto frekvenču diapazonā un zemas frekvences magnētiskā lauka svārstībām Zemes apkārtne utt.

Vēl vairāk, ISEE-3 novērojumu regularitāte un efektivitāte ļāvusi 1980. gadā izveidot sistēmu t. s. magnetosfēras subvētru ikdienišķai prognozēšanai pēc starpplanētu magnētiskā lauka un Saules vēja raksturlielumu mērījumiem. Uztvertā informācija pēc tūlītējas pirmapstrādes Godarda kosmisko pētījumu centrā nekavējoties nonāk ASV Nacionālās okeānu un atmosfēras pārvaldes (NOAA) Saules izpētes centrā Boulderā, kur to izvērtē kopā ar citādā veidā iegūtiem datiem un sastāda subvētru prognozes. (Protams, sakarā ar šajā parādībā iesaistīto procesu sarežģītību



3. att. Kosmiskā gamma starojuma uzliesmojums 1979. g. 5. III, kādu to reģistrējis ISEE-3: ļoti īsajam un spēcīgajam sākotnējam impulsam seko vājākas, taču periodiskas starojuma svārstības. Gar horizontālo asi atzīmēts laiks sekundēs kopš uzliesmojuma sākuma, gar vertikālo — uzvertu gamma kvantu skaits sekundē (logaritmiskā mērogā, kurš šķietami samazina starojuma izmaiņu amplitūdu).

simtprocentīgi drošas šādas prognozes nav — tāpat kā Saules aktivitātes pareģojumi vai parastās gaidāmā laika prognozes uz Zemes, taču progress salīdzinājumā ar agrāko situāciju ir skaidri manāms.)

Līdztekus Saules izraisīto parādību novērojumiem ar ISEE-3 visai sekmīgi pētīti arī kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumi, to vidū savdabīgais un ļoti spēcīgais notikums 1979. gada 5. martā, kuru reģistrēja vairāk nekā desmit kosmiskie aparāti.¹ Pirmkārt, pēc starojuma sākotnējā impulsa pienākšanas momentiem ISEE-3 un divos citos lidaparātos («Pioneer-Venus-1» un «Helios-2») virzienu uz šādas parādības avotu pirmoreiz varēja noteikt ar precizitāti līdz 1 loka minūtei, kamēr agrāk tā bija apmēram simt reizes sliktāka. Otrkārt, pateicoties instrumenta augstajai jutībai, ISEE-3, gluži tāpat kā padomju «Venēra-11» un «Venēra-12», uztvēra arī daudz vājāko uzliesmojuma «asti» ar raksturīgajām starojuma pulsācijām (3. att.), kuras liecina par avota iespējamo līdzību ar jau pazīstamiem objektiem — rentgenstaru pulsāriem. Treškārt, gan starojuma pienākšanas virziens (apmēram tikpat precīzi), gan spektra īpatnības noteiktas vēl vairākiem parastākiem uzliesmojumiem.

Kopvērtējumā pirmais mēģinājums sasniegt librācijas punktu un izmantot to Visuma izpētei jāatzīst par sekmīgu, un tas paver ceļu nākamajiem — līdz pat varbūtējai «kosmisko pilsētu» būvei sistēmas Zeme—Mēness librācijas punktos tālākā nākotnē.

E. Mūkins

¹ Skat. E. Mūkina rakstu «Gamma uzliesmojumu avotus meklējot» «Zvaigžņotās debēss» 1980. gada pavasara numurā, 16.—18. lpp. un A. Balklava rakstu «Rentgenstaru pulsārs — viens no iespējamiem kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu avotiem» 1980. gada rudens numurā, 20.—24. lpp.

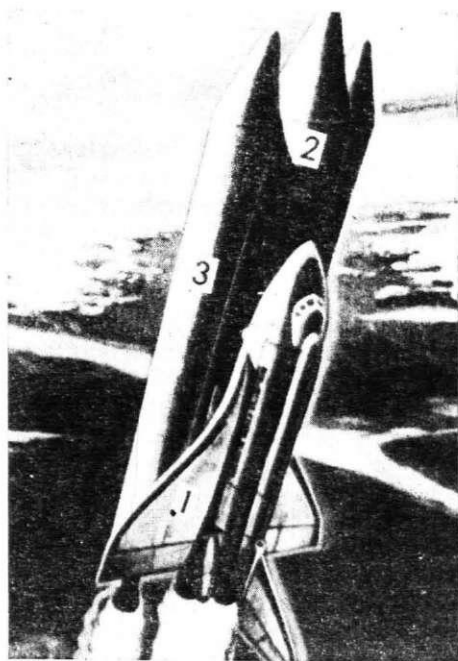
PIRMĀ KOSMOPLĀNA IZMĒGINĀJUMS

Pilotējamā lidojumā ap Zemi sekmīgi izmēģināts kosmoplāns «Columbia» — pirmais daudzkārt lietojamais kosmosa kuģis (pareizāk — reizē kuģis un nesējaķete), ko saskaņā ar programmu «Space Shuttle» uzbūvējušas Amerikas Savienotās Valstis.

Pēc konstrukcijas «Space Shuttle» būtībā ir vertikāli startējoša lidmašīna ar lielu ārējo degvielas tvertni un diviem papildu dzinējiem, kas paātrina kustību sākuma posmā. Atšķirībā no līdzšinējiem kosmiskajiem lidaparātiem, visas sarežģītākās un dārgākās sastāvdaļas tai atgriežas uz Zemes pilnīgā un nebojātā veidā, tātad ir lietojamas atkārtoti (bojā iet vienīgi degvielas tvertne). Tieši pateicoties daudzreizējās izmantošanas iespējai, kosmiskajām transportoperācijām ar «Space Shuttle» vajadzētu izmaksāt krietni lētāk nekā ar parastajām nesējaķetēm, kā arī kļūt plašākām un daudzveidīgākām.

Tā kā gan pēc konstrukcijas, gan pēc ekspluatācijas principiem kosmoplāns veidots līdzīgi lidmašīnai, to gluži tāpat kā aviācijā jau pirmajā izmēģinājuma lidojumā vadīja apkalpe — Džons Jangs (piekto reizi kosmosā) un Roberts Kripens. Divas diennaktis ilga lidojums (12.—14. IV 81) noritēja praktiski nevainojami, ja neskaita dažu siltumaizsardzības plāksnišu atdalīšanos no kosmoplāna virsmas tā drošību neietekmējošās vietās.

1. att. Amerikāņu kosmoplāns «Space Shuttle» lidojuma sākuma posmā (zīmējums): 1 — orbitālā lidmašīna ar garumu 37 m un spārnu atplectumu 24 m (pēc lidojuma nosēžas uz aerodroma), 2 — ārējā degvielas tvertne tās galvenajiem dzinējiem ar garumu 47 m un diametru 8,4 m (sadeg, ieejot atmosfēras blīvajos slāņos), 3 — divi starta paātrinātāji ar garumu 45 m un diametru 3,7 m (pēc degvielas izbeigšanās atdalās un nolaižas ar izpletņiem). Kosmoplāna pilnā masa starta brīdī — 2000 tonnas (115 tonnas — orbitālā lidmašīna ar kravu, 735 tonnas — degvielas tvertne, ap 1150 tonnām — starta paātrinātāji), triju galveno un divu paātrinātājdzinēju kopējā vilkme — 3000 tonnas. Orbitālās lidmašīnas vidusdaļu aizņem kravas telpa ar garumu 18 m un diametru 4,5 m, kurā var novietot līdz 30 tonnām kosmosā paceļamas vai līdz 15 tonnām atpakaļ uz Zemi nogādājamas kravas. Priekšgalā iekārtota kabīne ar tilpumu pāri par 70 m³ divu līdz septiņu cilvēku lielai apkalpei (glābšanas lidojumā — līdz desmit).



Pēc «Space Shuttle» stāšanās regulārā ekspluatācijā (domājams, 1982. gada beigās) ar to paredzēts pakāpeniski aizstāt gandrīz visas vienreiz lietojamās amerikāņu nesējraķetes — pat vairuma bezpilota lidaparātu palaišanai. Pavisam iecerēts uzbūvēt piecus šādas kosmoplānus ar 30 tonnu celtspēju, no kuriem pirmie trīs būtu NASA pārziņā un kalpotu galvenokārt civiļiem mērķiem, bet pārējie divi piederētu ASV gaisa kara spēkiem (piektajam līdzekļi gan vēl nav atvēlēti).

Taču līdz pirmā kosmoplāna ekspluatācijas sākumam jānotiek vēl vismaz trijiem izmēģinājuma lidojumiem, no kuriem tuvākais paredzēts šī gada septembrī vai oktobrī. Atšķirībā no pirmā, kad paša kosmoplāna izmēģināšana bija būtībā vienīgais apkalpes uzdevums (ja neskaita dažus sīkus tehniskus eksperimentus), šoreiz iecerēts veikt arī zinātniskus pētījumus. Sajā nolūkā «Columbia» kravas telpā uzstāda septiņas iekārtas sauszemes un okeāna dabas bagātību izpētei un cilvēka izraisītā atmosfēras piesārņojumu izvērtēšanai.

(Pēc ārzemju preses ziņām)

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Desmitās piecgades laikā (1976—1980) Padomju Savienībā saskaņā ar nacionālo kosmosa apgūšanas programmu un socialistisko valstu sadarbības programmu «Interkosmos» palaisti pavisam 555 kosmiskie aparāti. To vidū ir 2 orbitālās stacijas «Salūts», 21 pilotējamais transportkuģis «Sojuz» (no tiem 2 gan bezpilota variantā) un 11 automātiskie kravas transportkuģi «Progress». No pārējiem lidaparātiem pirmajā vietā pēc skaita ir sērijas «Kosmos» pavadoņi — 450, «Molnija» un citi sakaru pavadoņi — 44, meteoroloģiskie pavadoņi «Meteors» — 12. No specializētām zinātniskās pētniecības pavadoņu sērijām visplašākā ir «Interkosmos» — 6, tai seko «Prognoze» — 4. Palaistas arī 3 automātiskās starplanētu stacijas — 2 «Venēras» un 1 «Luna».

★★ Atzīmējot 20 gadus kopš cilvēka pirmā lidojuma kosmosā, PSRS Valsts banka laidusi apgrozībā jubilejas monētu ar vērtību viens rublis. Tās vienā pusē attēlots Jurijs Gagarins skafandrā, padomju nesējraķete, ar kādu palaiž pilotējamās kosmosa kuģus. un orbitālā stacija «Salūts-6» ar tai pieslēgtiem transportkuģiem «Sojuz», bet otrā norādīta monētas valsts piederība un vērtība.

★★ Indija gatavo startam savu otro Zemes dabas resursu izpētes ZMP «Bhaskara-2», kuram salīdzinājumā ar «Bhaskara-1» ir uzlabotas televīzijas, telemetrijas un elektroiekārtas. Pavadoņa Saules baterijas, akumulatori un datu pieraksta iekārtas izgatavotas Padomju Savienībā, un to paredzēts palaist ar padomju nesējraķeti vēl šogad.



Cēsu pilsētas panorāma 1793. gadā. (J. Broces zīmējums).



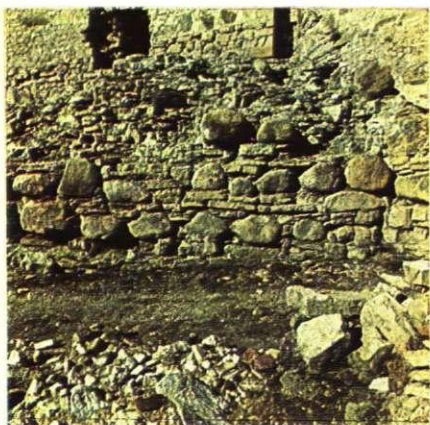
Skats uz Cēsu pilsdrupām no Riekstu kalna (J. Broces 1793. gada zīmējums).

Cēsu pilsdrupas 1797. gadā. Skats uz pilsdrupu austrumu torni (J. Broces zīmējums).





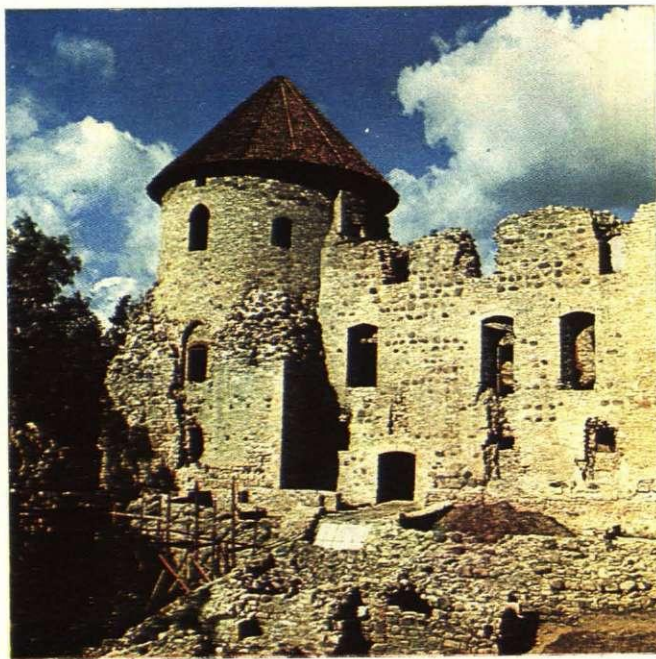
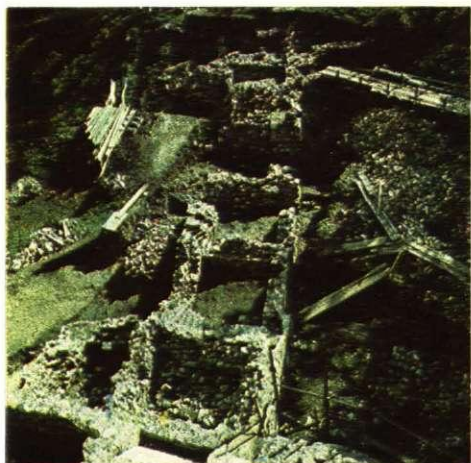
Stereofotogrammetriskā kamera SMK 5,5/0808/120 uz Cēsu mūra pils fona.

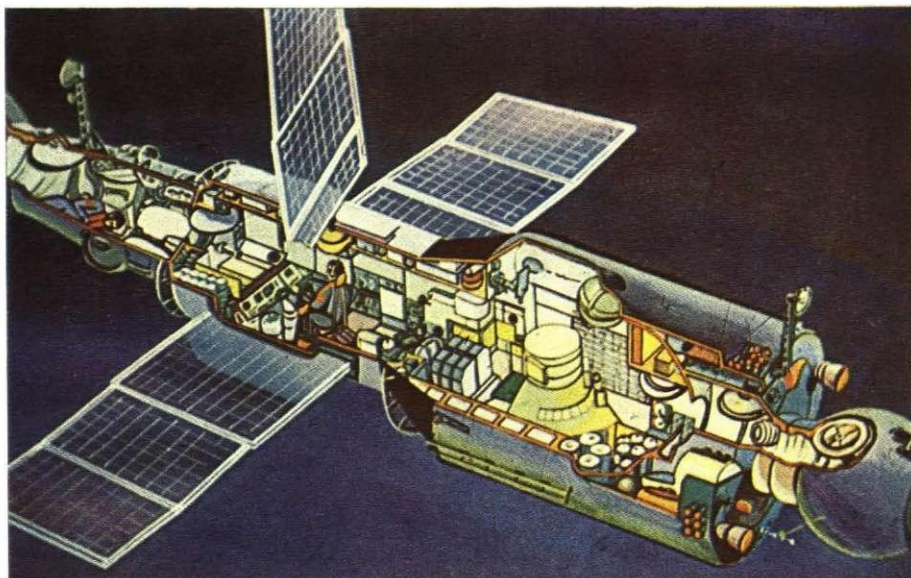


Cēsu pilsdrupas 1980. gadā. Skats uz rietumu torni un dienvidu aizsargsienu. Priekšplānā — izrakumu laukumā ar atsegtiem pils tilta būvkonstrukciju fragmentiem.

Arheoloģiskajos izrakumos atsegtās Cēsu mūra pils dienvidu aizsargsienu fotoplāns.

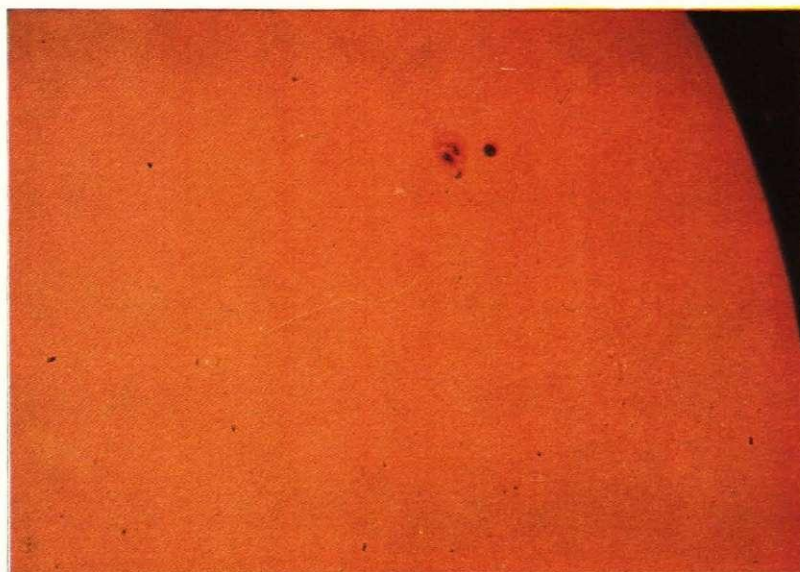
1980. gada arheoloģiskajos izrakumos atsegtie Cēsu mūra pils tilta fragmenti.

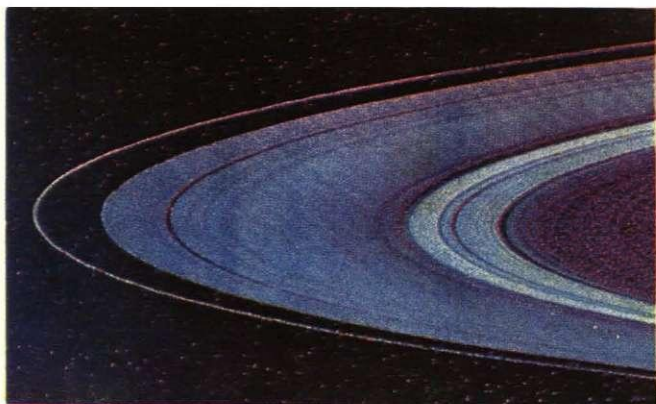




Padomju pilotējamās orbitālās stacijas «Salūts-6» iekārtojums. (Skat. nodaļu «Kosmosa apgūšana».)

Merkurs šķērso Saules disku. Blakus Merkuram ($d=4840$ km) redzams Saules plankums (*G. Vainerta* attēls).





Saturns no «Voyager-1» (pēc «Sky and Telescope»). Tikai attēla sarežģīta apstrāde ar ESM, padarot krāsas daudz spilgtākas nekā īstenībā (un dažviet pat pavisam nedabiskas), ļāvusi saskatīt cauri virsējam dūmakas slānim Saturna galvenās mākoņu segas detaļas — joslas, virpuļus un citas spēcīgas gaisa cirkulācijas iezīmes.



Līdzīga «Voyager» iegūto attēlu apstrāde mainījusi no dzeltenīgas uz violetu arī Saturna gredzenu krāsu, toties skaidri parādījusi, ka iekšējais jeb *C* gredzens pēc sastāva (vai vismaz daļiņu lieluma) mērāmi atšķiras no pārējiem — arī no ārkārtīgi šaurā *F* gredzena. (Skat. rakstu ««Voyager-1» pie Saturna» «Zvazgņotās debess» iepriekšējā numurā.)



mūsu republikā

SVEICAM PROFESORU KĀRLI ŠTEINU!

Latvijas PSR Nopelniem bagātajam zinātnes darbiniekam LVU Teorētiskās fizikas katedras profesoram un Astronomiskās observatorijas zinātniskajam vadītājam, fizikas un matemātikas zinātņu doktoram Kārlim Steinam 13. oktobrī aprit septiņdesmitā gadskārtā, kas gandrīz sakrīt ar 50 zinātniskās

un pedagoģiskās darbības gadiem un 40 darba gadiem, kuri jo cieši savijušies ar Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti un Astronomisko observatoriju.

Neuzskaitot daudzus auditorijās nolasītos teorētiskos kursus un vadītās praktiskās nodarbības, simtam tuvās zinātniskās publikācijas un arvien aktuālos konferencēs nolasītos referātus, ir jāatzīst, ka vairums LVU Fizikas un matemātikas fakul-



Profesors Kārlis Šteins (pa kreisi) darbabiedru vidū.

tātes absolventu ir jubilāra skolnieki, ka Universitātes Astronomiskā observatorija ar Laika dienestu, ZMP novērošanas staciju un astrometrisko instrumentu konstruētāju grupu, kā arī observatorijas darbība debess mehānikas jomā ir augusi un veidojusies profesora Kārļa Steina vadībā. Komētu kosmogonijas problēmu un domstarpību kamolā jubilāra vārds ir nesaurājami saistīts ar viņa atrastajiem komētu difūzijas likumiem. No profesora vadītajiem aspirantiem as-

toņi ir sekmīgi aizstāvējuši disertācijas un ieguvuši fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu, bet daži gatavojas disertāciju aizstāvēšanai tuvā nākotnē.

Atzīmējot profesora Kārļa Steina bagātīgo devumu daudzās astronomijas novados, «Zvaigžņotās debess» redkolēģija un lasītāji sveic republikas vecāko aktīvo astronomu jubilejā un novēl tālākus panākumus, gatavojot eksakto zinātņu speciālistus, un radošu veiksmi zinātniskās pētniecības darbā.

FOTOGRAMMETRIJA ARHEOLOĢIJĀ

ZIGRIDA APALA,
JĀNIS KLETNIEKS

Jau vairākus gadus Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Vēstures institūts un Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa sekmīgi sadarbojas fotogrammetrijas metožu lietošanā arheoloģiskajos izrakumos. Raksta autori iepazīstina ar fotogrammetrijas iespējām senvietu izpētē un arheoloģisko atse- gumu dokumentēšanā.

Fotogrammetriju, kas ir ģeodēzijas novirziens objekta veida, izmēru un stāvokļa noteikšanai pēc tā fotoattēla, šodien izmanto daudzās zinātnes un tehnikas nozarēs — visur, kur vajadzīga pietiekami plaša un precīza ģeometriska informācija par pētāmo objektu.

Pie šādām nozarēm pieder arī arheoloģija. Arheoloģisko pieminekļu raksturīga pazīme ir kultūras slānis — ilgstošas apdzīvotības laikā izveidojusies tumšas zemes kārtā, kas satur seno celtnu paliekas, ieročus, darbarīkus, rotaslietas, trauku lauskas, dzīvnieku kaulus u. c. materiālus. Nepostīts kultūras slānis objektīvi atspoguļo sava laika sabiedrības dzīvi, par kuras ražošanas spēku attīstības līmeni un materiā-

lās kultūras īpatnībām ziņas iegūst, veicot arheoloģiskos izrakumus. Izrakumi, savukārt, ir sarežģīts un darbietilpīgs process, kura sekmīga norise atkarīga no daudziem faktoriem, bet galvenokārt no pareizi izvēlētām fiksācijas metodēm. Izrakumus nevar atkārtot, jo kultūras slāņa izpētes gaitā pakāpeniski tiek iznīcināts pats slānis. Tādēļ, vērīgi sekojot slāņu atsegšanai, jācenšas pamanīt katru, pat vissīkāko, zinātniskai informācijai noderīgu detaļu, lai pirms slāņa norakšanas varētu pilnīgi fiksēt atseguma ainu — precīzi, detalizēti aprakstīt, zīmēt, fotografēt.

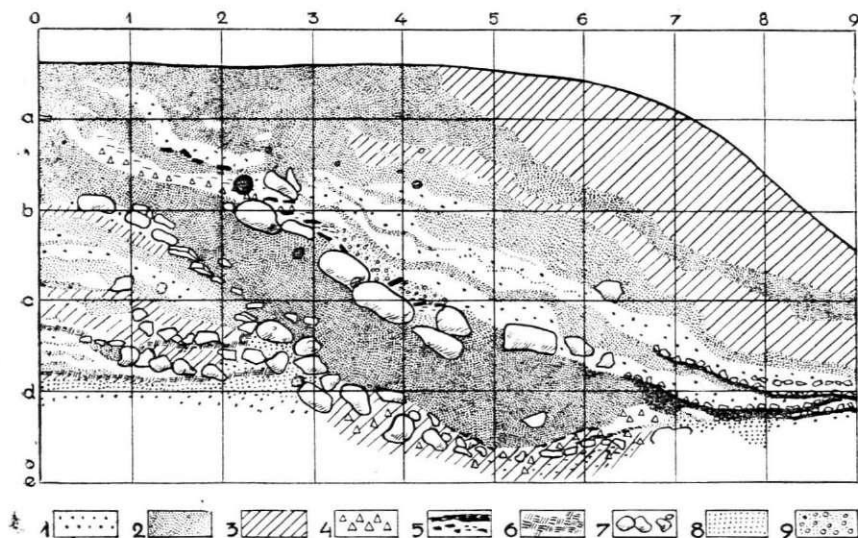
Arheoloģisko pieminekļu izpēte un dokumentēšana ir saistīta gan ar senvietas topogrāfiskā stāvokļa

noteikšanu, gan izrakumu gaitā atsegtā slāņa geometrizāciju ar tajā esošajām senlietām un citiem nozīmīgiem elementiem, gan arī ar šo senlietu vai arheoloģisko elementu veidu un izmēru attēlošanu kā horizontālajā projekcijā (plānā), tā arī ortogonālās projekcijas vertikālās plaknēs (garengriezums, šķērsriezums un profils).

Visbiežāk izrakumos atsegtā slāņa geometriskā stāvokļa fiksācijai lieto ģeodēzijas horizontālās un vertikālās uzmērīšanas vienkāršākās metodes, piemērojot tās topogrāfiskās virsmas attēlošanai lielā mērogā — no 1:10 līdz 1:100.

Viena no tādām metodēm ir taisnleņķu koordināšu metode. To realizējot dabā, arheoloģiskajiem iz-

rakumiem paredzēto teritoriju sadala noteikta izmēra kvadrātos vai taisnstūros ar malu garumu 1, 2 vai 5 m u. tml. Izveidojas taisnleņķu koordināšu asu tīkls, kas kalpo par ģeodēzisko atbalstu atsegtā kultūras slāņa horizontālajai uzmērīšanai. Katra atsevišķa kvadrāta vai taisnstūra laukuma robežās atsegtu objektu un senlietu stāvokli plānā nosaka ar koordinēto zīmēšanas paņēmieni. Šim nolūkam atsevišķo atbalsta tīkla figūru sadala vēl sīkākās daļās, lai izveidotos kvadrāti ar 10 vai 20 cm garām malām. To parasti panāk, pārvelkot auklas vai, visbiežāk, lietojot pārnesamu kvadrātu tīkla šablonu zīmēšanai režģī. Katrā nelielajā kvadrātā konstatētos atseguma situāci-



1. att. Arheoloģiskajos izrakumos atsegtā Lielvārdes Dievukalna kultūras slāņa griezuma koordinētā zīmējuma fragments: 1 — smilts, 2 — tumša zeme, 3 — māls, 4 — pelni, 5 — ogles, 6 — kūdra, 7 — akmeņi, 8 — pamatzeme, 9 — grants.

jas elementus pēc acumēra pārzīmē uz papīra, kurā ir līdzīgs koordināšu tīkla sadalījums, izteikts vajadzīgā mērogā. Ar šādu paņēmieni izrakumu laukuma situācijas attēlošanas kļūdas plāna mērogā 1:10 vai 1:20 nepārsniedz ± 1 mm, kas dabā sastāda 1—2 cm.

Atrastās senlietas dokumentē vēl precīzāk, pārzīmējot tās mērogā 1:1, t. i., dabiskajā lielumā.

Atsegtā slāņa koordinētais zīmējums atspoguļo visu iegūto informāciju (1. att.). Zīmē tušas, pasteļu vai akvareļu tehnikā, stingri ievērojot kultūras slāņa īpatnības. Atsevišķu objektu (piemēram, deguma plankumu, stabu vietu u. c.), zemes kārtiņu vai sastopamo materiālu apzīmēšanai lieto nosacītas krāsas vai zīmes (melnbaltajā variantā), kas ļauj pētniekiem «lasīt» izrakumu laukuma koordinēto zīmējumu. Zīmējumu vēl papildina ar melnbaltajiem fotouzņēmumiem vai krāsainajiem diapozitīviem.

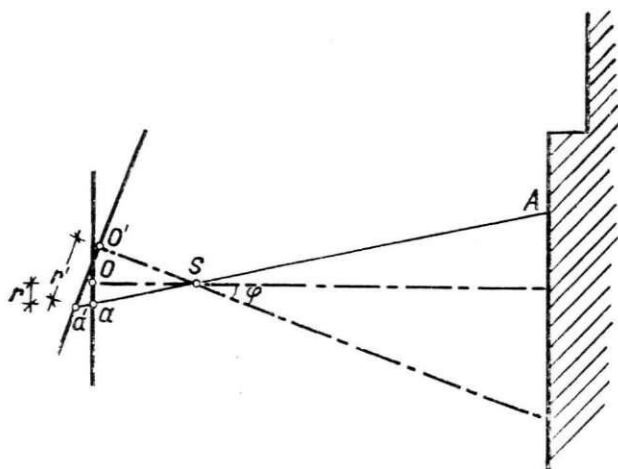
Kaut arī koordinētais zīmējums pietiekami precīzi nodrošina arheoloģisko objektu stāvokļa noteikšanu, tomēr zināmā mērā tas ir zīmētāja subjektīvas uztveres

produkts. Arheoloģisko elementu dokumentalitāte tajā ir atkarīga no generalizācijas¹ pakāpes, objekta studijām, zīmētāja pieredzes, uzcītības un talanta. Koordinētā zīmēšana prasa arī samērā ilgu laiku un ir darbietilpīga.

Minētos trūkumus novērš metriskā fotogrāfija, kuru iegūst ar fotogrammetrijas metodēm. Metriskā fotogrāfija sniedz augstu objektivitāti, nodrošina lielu ģeometriskās informācijas blīvumu ar nepieciešamo precizitāti. Tā ir brīva no jebkādas subjektīvas ietekmes, tāpēc šāda fotogrāfija ir dokuments, kas dotajā brīdī fiksē uzņemtā objekta patieso stāvokli.

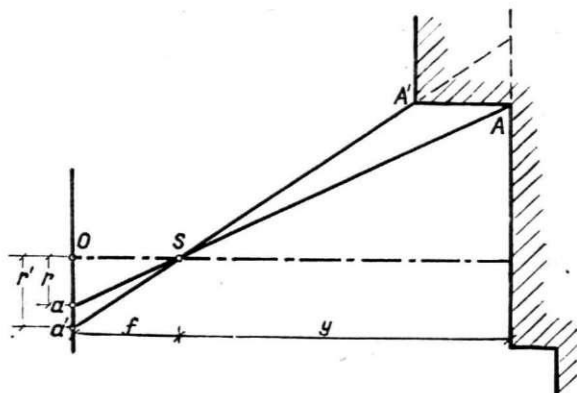
Metrisko fotogrāfiju iegūst ar citādākiem paņēmieniem nekā amatieru fotogrāfiju. Ja amatieru fotogrāfijā uzņemšanas momentā fotokameru brīvi nostāda pret objektu, vadoties galvenokārt tikai no estētiskajiem faktoriem — kompozīcijas, priekšmetu perspektīvas, monumentalitātes, gaismēnas u. c., tad fotogram-

¹ Generalizācija — sīko, figurālo detaļu ignorēšana, kas neiekļaujas zīmējuma mērogā.



2. att. Fotoattēla perspektīvie sagrozījumi, kas veidojas no tā, ka fotokameras optiskā ass nav vērsta perpendikulāri pret objekta frontālo plakni.

3. att. Fotoattēla sagrozījumi, kas veidojas no objekta telpiskuma.



metrijā objekta uzņemšanai lieto speciālu fotogrammetrisku kameru, kuru var orientēt pret uzņemamo objektu. Līdz ar to tiek novērsti perspektīvie sagrozījumi, kas veidojas fotoattēlā jeb ainā, ja fotokameras optiskā ass nav vērsta pret vizuāli redzamo uzņemamā objekta frontālo plakni (2. att.). Otrs būtiskākais ainas sagrozījuma veids rodas no uzņemamā objekta telpiskuma. Tikko objekta frontālā plakne ir ar dažādiem izvirzījumiem vai padziļinājumiem, veidojas ainas sagrozījumi, kas ir jo lielāki, jo lielākas ir attēlojamo punktu augstuma novirzes no frontālās plaknes (3. att.).

Sajā sakarībā jāatzīmē, ka fotogrammetrijas analītiskās metodes ļauj ģeometrizēt jebkuru fotoattēlu, kas iegūts pie jebkāda fotokameras optiskās ass slīpuma leņķa, ja vien šajā fotoattēlā ir zināms kāds objekta lineārais izmērs un horizontālais vai vertikālais virziens dabā. Tomēr fotoattēla ģeometrizācijas problēma lielā mērā vienkāršojas, ja ievēro noteiktu fotografēšanas metodiku, speciāli orientējot fotokameras optisko asi.

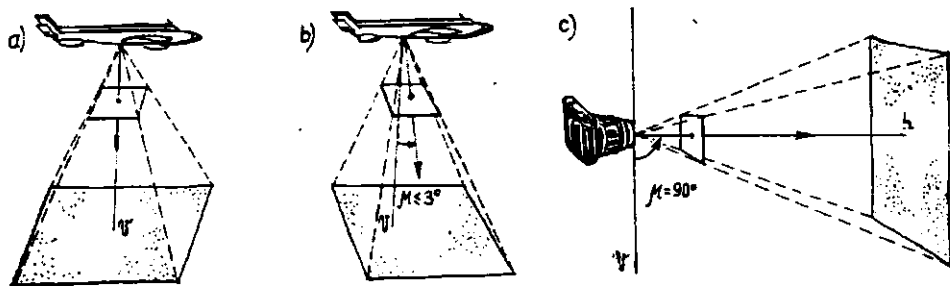
Aerofotogrammetrijā visplašāk izplatītie fotografēšanas veidi ir

vertikāluzņemšana ($\mu=0^\circ$, 4. att., a) vai arī stāvuzņemšana ($0^\circ < \mu \leq 3^\circ$, 4. att., b). Šie uzņemšanas veidi dod t. s. plāna ainu, kuru apstrādājot uz vienkāršākām fotogrammetriskām ierīcēm — fototransformatoriem, iegūst vajadzīgā mēroga fotoplānu vai arī situācijas plānu.

Terrestriskajā fotogrammetrijā, resp., fotografēšanu veicot no stāva uz zemes, notiek horizontāluzņemšana ($\mu=90^\circ$, 4. att., c). Arī šajā gadījumā iegūst fotoplānu, tikai tas ir vertikālās projekcijas attēls (skat. 7. att.).

Kaut arī fotoplāna dokumentalitātes pakāpe ir augstāka un arī ģeometriskās informācijas blīvums tajā ir lielāks nekā koordinētajā zīmējumā, tajā saglabājas attēla sagrozījumi no objekta virsmas telpiskuma jeb reljefa. Ir gan izstrādāti dažādi paņēmieni, kā šos sagrozījumus samazināt vai pat novērst, piemēram, ainu transformēšana pa noteikta augstuma zonām, lokāla ainu pārveidošana u. c., tomēr tie visi prasa speciālu fotogrammetrisku aparātūru.

Arheoloģijā aerofotoainas un fotoplānus izmanto jaunu arheolo-



4. att. Fotografēšanas pamatveidi: a — vertikāluzņemšana, b — stāvuzņemšana, c — horizontāluzņemšana.

gisko objektu atklāšanai. Kad ap 1920.—1930. gadu arheoloģijā pirmoreiz sāka lietot aerofotoainas, lai dešifrētu jaunus, vēl nezināmus arheoloģiskos objektus, angļu arheologs O. Krafords (O. G. S. Crawford) tēlaini izteicās, ka «aerofotoaina ir arheologu burvju rīkstīte». Un tiešām, to, ko cilvēks nevar ieraudzīt, staigājot pa zemes virsmu, var saskatīt no putna lidojuma. Pirmām kārtām tie ir nelieli reljefa pacēlumi, kas, Saulei atrodoties zemu, met garu ēnu. Ja aerofotoaina ir uzņemta šādos apstākļos, tad uz tās var identificēt precīzi izteiktus ģeometriskas formas reljefa veidojumus, kas var slēpt sen sagrautu nocietinājumu sienas, kapu uzkalniņus u. c.

Arheoloģiskos objektus uz aerofotoainas var identificēt arī pēc augu valsts gaismēnas atšķirībām. Piemēram, ar labību apsētā tīrumā, kur kādreiz bijusi apmetņu vieta, nocietinājumu grāvji, pārrakumi u. c., augsne bagātāka ar trūdvielām, te var būt nedaudz citādāks mitruma režīms, tāpēc rudzi, auzas vai mieži nogatavojas ātrāk nekā pārējā tīruma daļā. Sevišķi labi tas saskatāms krāsainajās aerofotoai-

nās. Interessants paņēmieni ir arheoloģisko objektu dešifrēšana pēc aerofotoainām, kas uzņemtas agrā pavasarī. Izrādās, ka zem augsnes virskārtas esošās mūra sienu, ēku pamatu vai krāšņu drupas ilgāk saglabā aukstumu nekā pārējā zemes virskārta, tāpēc šeit sniegs nenokūst ilgāk, parādot pat ģeometriski pareizu apslēptā objekta konfigurāciju.

Sie piemēri rāda, ka, uzņemot aerofotoainas arheoloģisko objektu atklāšanai, jāievēro daži priekšnosacījumi. Zemes virsmas aerofotografēšana jāveic dažādos gadalajos, dažādās dienas stundās dažādos apgaismojuma apstākļos, uzņemšanai lietojot dažāda spektrālā sastāva fotomateriālus, mainot aerofotokameras filtrus un uzņemšanas augstumu.

Mūsu zemes arheologi pēc aerofotoainām ir atklājuši daudzus jaunus arheoloģiskos objektus, piemēram, Ukrainā — skitu apbedījumus, Krimā — grieķu apmetnes, Sibīrijā — Jermaka nocietinājumu vietas u. c. Mūsu republikā šāda veida sistematiski pētījumi vēl nav veikti.

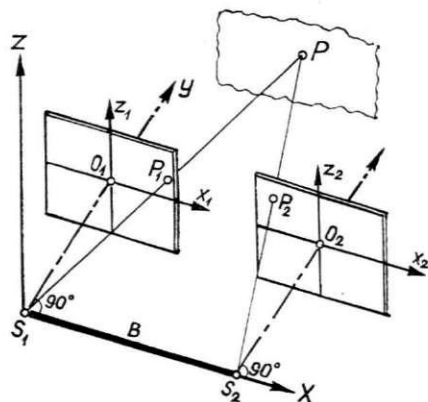
Arheoloģisko izrakumu fiksācijai vispiemērotākais ir stereofotogram-

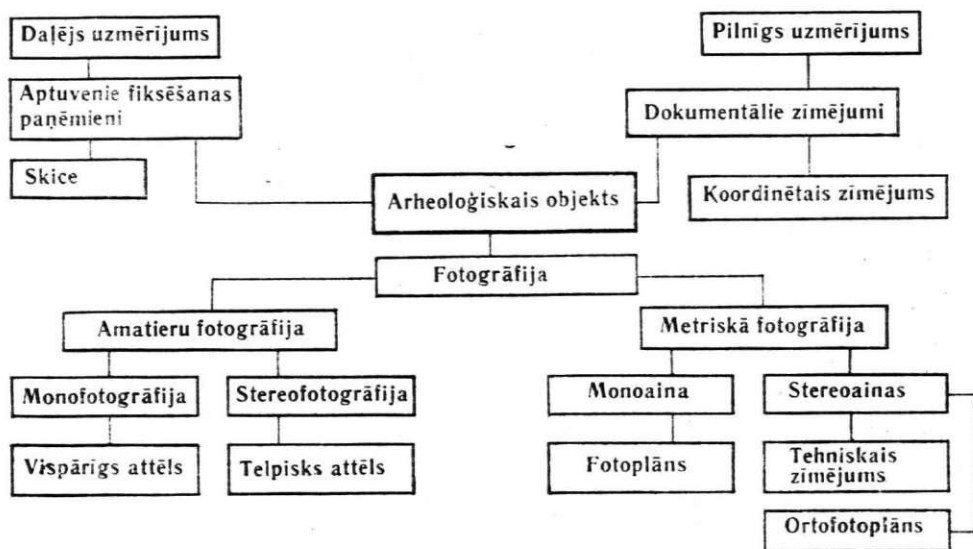
metriskais uzņemšanas veids, kad izrakumu laukumu vai atsegtos būvkonstrukciju fragmentus fotografē no kādas bāzes galapunktiem (5. att.) vai arī ar speciālu stereo-fotogrammetrisku kameru. Šādi uzņemtas ainas jeb t. s. stereoainas apskatot vienkāršā binokulārā instrumentā — stereoskopā, iespējams redzēt objekta telpisku attēlu, jo stereoskopa redzes laukā vizuāli veidojas plastiska aina. Ainas plastiskumu jeb stereoefekta dziļumu nosaka fotografēšanas bāzes garuma attiecība pret attālumu līdz objektam. Lai stereoefektu varētu labi izjust, tad minētajai attiecībai jābūt robežās no 1:4 līdz 1:20. Stereoskopā redzamās plastiskās ainas telpas dziļumu fotogrammetrijā mēra ar speciālu aparāturu — stereokomparatoru, stereoautogrāfu vai stereoplanigrāfu. Ar stereokomparatoru veic plastiskās ainas atsevišķu punktu telpiskā stāvokļa koordināšu mērījumus, ko izdara ar augstu precizitāti, vismaz $\pm 0,005$ mm. Šie mērījumi kopā ar stereouzņemšanas parametriem (bā-

zes garums, kameras fokusa attālums, bāzes augstums un orientējums) dod iespēju analītiski aprēķināt uzņemtā objekta telpiskās koordinātes. Tāpēc stereoainas ļauj diskrētā veidā ģeometrizēt uzņemto objektu. Stereoainas ir vispilnīgākais dokuments par uzņemto objektu, ko vien var iegūt fotogrāfiskā ceļā. Jebkurā laikā stereoainas var izmantot jauna rakstura pētījumiem. Arī arheoloģisko izrakumu gaitā noraktā slāņa telpiskais attēls vienmēr no jauna ir reproducējams, ja rodas vajadzība kaut ko pārbaudīt vai precizēt.

Stereoautogrāfs un stereoplanigrāfs dod iespēju stereoskopiski iegūto plastisko ainu izzīmēt ortogonālā projekcijā. To panāk, modulējot optiski mehāniskā ceļā atsevišķos stereoainu attēlus saistībā ar plastisko ainu. Pēc plastiskās ainas iegūtajā zīmējumā nav nekādu centrālās projekcijas sagrozījumu, kādus minējām, runājot par atsevišķu ainu. Zīmējuma precizitāte arheoloģisko izrakumu dokumentēšanas vajadzībām, kad plānu sastāda mē-

5. att. Stereouzņemšanas normālgadījums, kad fotokameru optiskās asis ir horizontālas, savstarpēji paralēlas un perpendikulāras pret fotografēšanas bāzi.





6. att. Arheoloģisko objektu dokumentēšanas metožu blokshēma.

rogā 1 : 20, nodrošina atsevišķo kontūru stāvokli līdz ± 1 cm dabā. Precizitātes ziņā tātad salīdzinājumā ar koordinēto zīmēšanas metodi ieguvuma nav. Priekšrocības rodas attēlošanas objektivitātē un darba produktivitātē (fotogrammetrijas metodes ceļ darba ražīgumu līdz 30 %).

Sobrīd modernāka par jau aprakstītajiem fotogrammetrijas paņēmieniem ir stereoainu ortofotogrammetriskā apstrāde, kas ļauj fotoplānu apvienot ar stereokartējumu. Iegūtais ortofotoplāns sniedz ne tikai ortogonāli pareizu zīmējumu, bet arī bagātina to ar fotogrāfiskā ceļā fiksēto vizuālo informāciju, piemēram, reljefu, virsmas struktūru, tās defektiem, gaismēnu, krāsām

u. c. Tāpēc šāds ortofotoplāns ir ļoti noderīgs uzņemtā objekta vēlākajai izpētei. Stereoainu ortofotogrammetriskās apstrādes aparātūra gan vēl ir maz izplatīta, jo pašlaik tā izmaksā dārgi. Mūsu republikā tā vēl nav pieejama.

Atkarībā no realizēšanas paņēmieniem un iegūstamo rezultātu objektivitātes arheoloģisko pieminekļu ģeometriskās dokumentēšanas metodes var iedalīt vairākās grupās (6. att.). Pirmajā grupā ietilpst aptuvenie arheoloģiskā objekta fiksēšanas paņēmieni: skice, kura var būt ar izmēriem un arī bez tiem, daļējs uzmērījums ar atsevišķiem izmēriem u. tml. Otrajā grupā iedalāmi dokumentālie zīmējumi, pie kuriem pieder arī jau minētā koordinē-

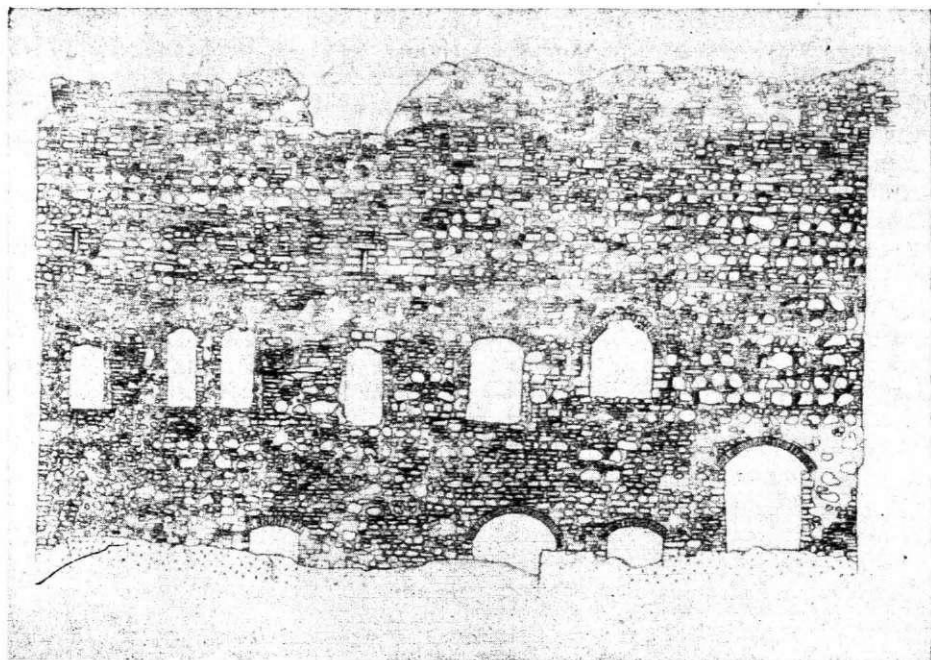
tās zīmēšanas metode. Dokumentālais zīmēšanas veids bija sevišķi plaši izplatīts pirms fotogrāfijas izgudrošanas (1839. g.). Latviešu tautas kultūras vēsturē lielu ieguldījumu ar saviem reālistiskajiem un dokumentālajiem zīmējumiem devis Johans Kristofers Broce (Brotze, 1742—1823), Rīgas ķeizariskā liceja profesors (1769—1815). J. K. Broces monumentālajā darbā «Sammlung verschiedener Liefländischer Monumente, Prospective, Münzen, Wapen etc.» (Dažādu Vidzemes pieminekļu, ainavu, naudas, ģerboņu u. c. kolekcija), kas apkopota 10 sējumos, ietvertas līdz šim

vēl pilnībā neapzinātas kultūrvēsturiskas vērtības. Broces zīmējumi uz tverami racionāli ar tajos ietvertu dokumentālo, šobrīd jau vēsturisko informāciju par objektu (skat. krāsu ielīmi).

Trešajā grupā ietilpst fotogrāfiskās metodes, kas veido vairākas apakšgrupas. Vienā apakšgrupā ietilpst amatieru fotogrāfija, kas sakarā ar perspektīvajiem sagrozījumiem nenodrošina pilnīgu dokumentalitāti, tāpēc amatieru fotogrāfiju izmanto galvenokārt vispārīgiem pētījumiem, objekta apskatei un ilustrēšanai (skat. krāsu ielīmi). Amatieru stereofotogrāfijai jau ir



7. att. Cēsu mūra pils sienas fotoplāns; skats uz austrumu korpusu no rietumiem.



8. att. Cēsu mūra pils sienas stereokartējums mērogā 1 : 50; attēls samazināts.

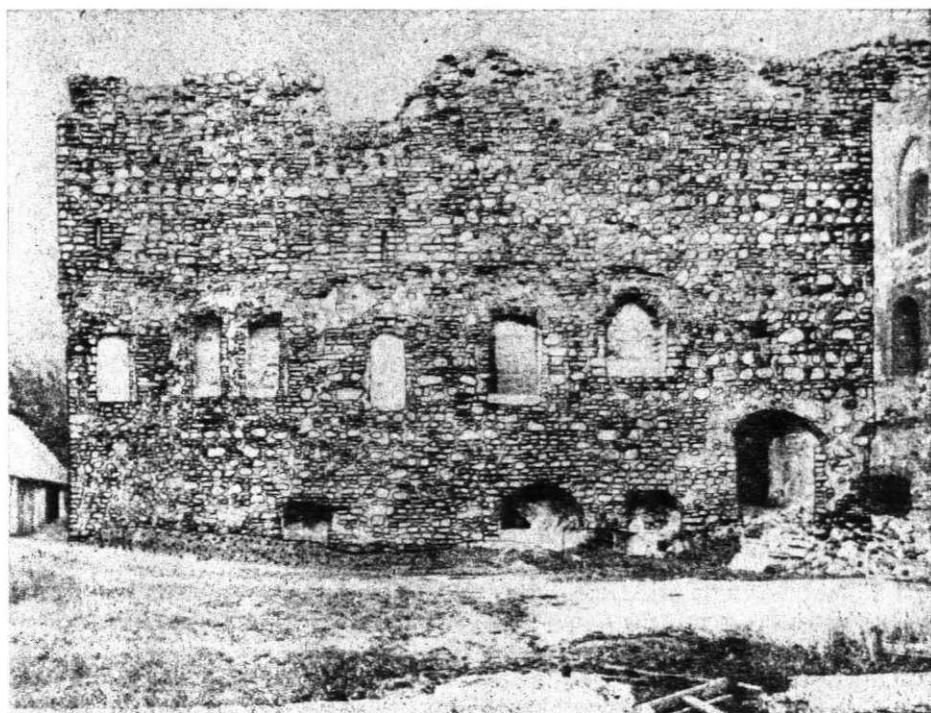
augstāka dokumentālā pakāpe. Tā ļauj ar vienkāršiem stereoskopiskiem instrumentiem reproducēt telpisku attēlu jeb iegūt uzņemtā objekta stereomodeli, kurā daudz ērtāk var veikt dažādus pētījumus nekā vienā atsevišķā attēlā.

Atsevišķā grupā ietilpst metriskās fotogrāfijas metodes, kas, savukārt, iedalās vienas jeb monoainas iegūšanas gadījumam un divu jeb stereoainu gadījumam. Monofotoaina, kā jau teicām, dod iespēju iegūt objekta fotoplānu (7. att.), bet no stereoainām var sastādīt metriski pareizu tehnisko zīmējumu (8. att.), kas noder konservācijas

vai restaurācijas projekta izstrādāšanai. Apvienojot fotoplānu ar stereokartējumu, iegūst ortofotoplānu (9. att.).

Arheoloģisko objektu aptuvenās fiksēšanas metodes un koordinētais zīmējums kopā ar amatieru fotogrāfiju plaši tiek izmantoti arheoloģisko izrakumu praksē mūsu republikā, fotogrammetriskās metodes attīstību guvušas, kaut gan vēl tikai eksperimentāli, tieši pēdējos gados. Tās izmantotas galvenokārt Cēsu pilsdrupu arheoloģisko izrakumu dokumentēšanā.

Līdzšīņējā pieredze rāda, ka fotogrammetriskās metodes ir neaizstā-



9. att. Ortofotoplāns sastādīts, apvienojot fotoplānu ar stereokartējumu.

jamas liela izmēra līdzenu virsmu, piemēram, augstu mūra sienu, precīzai fiksēšanai. Arheoloģiskajos pieminekļos ar sarežģītu reljefu vai plānu, viendabīgu kultūras slāni, kurā tikai ar cilvēka aci var pamānīt zemes kārtiņu krāsu un attiecību

niānses, piemērotāks ir koordinētās zīmēšanas paņēmieni, kas ļauj plānā izcelt svarīgāko.

Apskatītās metodes viena otru neizslēdz, to izvēli nosaka katra konkrēta objekta raksturs un īpatnības.



konferences, sanāksmes

Dienas kārtībā kosmiskās fizikas problēmas

Sogad no 26. janvāra līdz 4. februārim Jūrmalā, Latvijas PSR ZA Zinātnes namā, notika PSRS ZA Astronomijas padomes un Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas kopīgi organizētā 1. Vissavienības skola kosmiskajā fizikā, kas bija veltīta pazīstamā padomju fiziķa un astrofiziķa profesora S. Sirovatska piemiņai (1925—1979). Profesora darbi, kas guvuši augstu novērtējumu kā mūsu zemē, tā arī aiz tās robežām, devuši ievērojamu ieguldījumu daudzu mūsdienās ļoti aktuālu astrofizikālo pētījumu virzienu attīstībā. Svarīgākie ir viņa pētījumi magnetohidrodinamikā un kosmiskajā elektrodinamikā, kosmisko staru jomā, plazmas fizikā, Saules aktivitātes fizikālo procesu modelēšanā u. c. Pēdējos gados prof. S. Sirovatska uzmanības centrā bija jautājumi, kas saistīti ar tā saucamā strāvas slāņa fiziku un dinamiku. Pie tiem turpmāk pakavēsīmes nedaudz sīkāk, jo pētījumi rādīja, ka tieši šo problēmu izstrādāšanai var būt izšķiroša nozīme to sarežģīto un no daudziem aspektiem ļoti nozīmīgo parādību kompleksa izpratnē, ko apzīmē ar Saules hromosfēras uzliesmojumiem un par kuru ģeoeftektivitāti mūsu izdevumā jau ir runāts ne reizi vien.

Visi šie aktuālie un perspektīvie pētījumu virzieni pēdējā laikā intensīvi attīstās, un izsekot šai attīstībai, lai būtu lietas kursā par pēdējiem sasniegumiem un spētu precizēt un koriģēt zinātniskās pētniecības darbu, ir visai grūti. Pirmkārt, jāņem vērā, ka no kāda pētījuma pabeigšanas līdz šo pētījumu rezultātu publicēšanai zinātniskajā periodikā

mūsdienās paiet 1—2 gadi, bet tas, kā viegli saprast, intensīvas jautājuma izstrādes apstākļos ir stipri liels laika sprādis. Otrkārt, jau tīri fiziski nav iespējams piedalīties visās sanāksmēs, simpozijos un konferencēs, kas gan mūsu zemē, gan arī ārzemēs notiek diezgan bieži un kurās tas vai cits atsevišķs jautājums gūst atspoguļojumu «vissvaigākā» līmenī.

Ši iemesla dēļ 1980. gada sākumā grupa PSRS ZA P. Ļebedeva Fizikas institūta līdzstrādnieku, ar kuriem kopā pēdējos gadus strādāja un izveidoja savu tagad visā pasaulē atzīto fizikālo priekšstatu par Saules uzliesmojumiem prof. S. Sirovatskis, izvirzīja priekšlikumu organizēt viņa bagātīgā zinātniskā mantojuma aptverto vissvarīgāko problēmu apspriešanu, lai dalītos visjaunākajā informācijā par sasniegumiem šo problēmu izpētē un nospraustu tālāko perspektīvāko meklējumu virzienus. Šo iniciatīvu atbalstīja PSRS ZA Astronomijas padome, jo labi zināms, cik liela nozīme operatīvas informācijas apmaiņai zinātnē ir ne tikai no attiecīgā uzdevuma atrisināšanas tempa viedokļa, bet arī no spēku un resursu taupības viedokļa, resp., lai netērētu spēkus, darot to, kas kaut kur citur jau ir paveikts. Šādu apspriedi PSRS ZA Astronomijas padome ieteica organizēt Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijai zinātniskas skolas formā, veltot to prof. S. Sirovatska piemiņai.

Izvēle par zinātnisko skolu kā vislietderīgāko apspriedes formu balstījās uz to, lai varētu pēc iespējas detalizētāk iepazīstināt apspriedes auditoriju ar apskatāmajiem jautājumiem un problēmām, jo laika ziņā



1. att. Prof. S. Sirovatska piemiņai veltīto 1. Vissavienības skolu kosmiskajā fizikā atklāj Latvijas PSR ZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas akadēmiķis sekretārs J. Mihailovs. Sēž (no kreisās uz labo) prof. S. Slavatiniskis, prof. G. Kočarovs, L. Sirovatska un Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas direktora v. i. A. Balklavs.

strikti ierobežotajos ziņojumos un referātos parastajās zinātniskajās konferencēs un simpozijos tas ne vienmēr ir iespējams un līdz ar to tiek apgrūtināta šādas informācijas uztvere gados jaunākiem un zinātniskajā darbā vēl ne tik ievieģrinātiem zinātniskajiem darbiniekiem, kuri bieži vien veido lielāko apspriežu auditorijas daļu. Ierosinājums šo skolu organizēt Radioastrofizikas observatorijai, savukārt, saistījās ar to, ka samērā plašajā mūsu zemes zinātnisko centru sarakstā, kā Maskava, Ļeņingrada, Gorkija, Irkutskā u. c., kuros intensīvi attīstās ar prof. S. Sirovatska zinātniskajām interesēm kopsakarīgi pētījumi, Rīga un mūsu observatorija ir pati jaunākā, kur pēdējos gados visai sekmīgi izvēršas pētījumi aktuālos un perspektīvos virzienos — Saules uzliesmojumu fizika un viņveida procesi Saules atmosfērā.

Profesora S. Sirovatska piemiņai veltītās

kosmiskās fizikas skolas darbā, ieskaitot ielūgtos lektoros — tādus plaši pazīstamus un atzītus speciālistus kā profesorus un zinātņu doktorus V. Baranovu, G. Gelfreihu, V. Imšēņņiku, D. Kiržņicu, G. Kočarovu, S. Mandelštamu, S. Ņikoļski, V. Zeļeņņakovu u. c. —, piedalījās vairāk nekā 150 zinātnisko darbinieku, kas pārstāvēja 36 mūsu zemes zinātniskās pētniecības un augstākās mācību iestādes, neskaitot pašmāju cilvēkus — Latvijas PSR ZA Fizikas institūta un Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādniekus. Skolas darbā piedalījās arī prof. S. Sirovatska atraitne L. Sirovatska.

Latvijas PSR ZA Prezīdija vārdā skolas darbu atklāja un apsveikuma vārdus teica Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas akadēmiķis sekretārs, Latvijas PSR ZA Fizikas institūta direktors J. Mihailovs un skolas organizācijas priekšsēdētāja v. i., Ar Ļeņina ordeni apbalvotā PSRS ZA A. Jofes Fizikāli



2. att. Skolas dalībniekus orgkomitejas vārdā sveic orgkomitejas priekšsēdētāja v. i., ar Ļeņina ordeni apbalvotā PSRS ZA A. Jofes Fizikāli tehniskā institūta Astrofizikas daļas vadītājs prof. G. Kočarovs.

tehniskā institūta Astrofizikas daļas vadītājs prof. G. Kočarovs. Prof. S. Slavatskis nolasīja ievadlekciju par prof. S. Sirovatska dzīvi un zinātnisko darbību. Pēc tam skolas dalībnieki noklausījās magnetofona lentē ierakstītu prof. S. Sirovatska zinātnisko ziņojumu par strāvas slāņa ģenerēšanos un hromosfēras uzliesmojuma procesa attīstību, ko viņš bija nolasījis 1977. gadā PSRS ZA Vispārīgās fizikas un astronomijas nodaļas sēdes laikā. Šajā ziņojumā formulēti tagad gandrīz par klasiskiem kļuvušie priekšstati par abiem šiem jautājumiem un to saistību.

Skolas laikā tika nolasītas 30 pārskata lekcijas un 50 zinātniski ziņojumi, kas atspoguļoja pašreizējos sasniegumus un attīstības tendences daudzos aktuālos kosmiskās fizikas pētniecības virzienos, piemēram, strāvas slāņa fizika, konvekcijas un turbulences parādības Saules plazmas magnētiskajos laukos, magnētisko lauku ģenerācijas problēmas, kosmisko staru fizikas dažādie aspekti, Saules vējš un tā mijiedarbība ar starpplanētu vidi, gamma astronomijas jau-

numi, Saules rentgenuzliesmojumi un Saules rentgenstarojums, Saules uzliesmojumi, to fizika, šo parādību parametru un modelēšanas problēmas, Saules globālās oscilācijas un svārstību procesi Saules atmosfērā, melnie caurumi no termodinamikas un informācijas viedokļa u. c. Jau šo interesanto jautājumu uzskaitījums vien, kā nav grūti saprast, aizņemtu šajā apjoma ziņā visai ierobežotajā aprakstā nesamērīgi daudz vietas. Tādēļ no visas plašās skolā pārstāvētās problemātikas nedaudz sīkāk pievērsīsimies tikai dažiem jautājumiem.

Strāvas slāņa fizika un dinamika

Prof. S. Sirovatska vislielākais ieguldījums Saules uzliesmojumu fizikā nenoliedzami saistās ar strāvas slāņu fiziku un to attīstības dinamiku. Viņš bija pirmais, kurš

izteica domu, ka milzīgā enerģija (10^{32} ergu), kura izdalās uzliesmojumā dažu minūšu laikā, nav nekas cits kā strāvas slāņi uzkrātā magnētiskā lauka enerģija. Tieši tāpēc skolas darba pirmā diena bija veltīta vienam no visaktuālākajiem un, kā jau teikts, noteicošākajiem jautājumiem Saules uzliesmojumu mehānisma izpētē — strāvas slāņa fizikai un dinamikai, šī slāņa formēšanās procesam telpiski nevienmērīgos magnētiskos laukos un Saules plazmas plūsmās, strāvas slāņa dinamikas skaitliskai un plazmas uzliesmojumu eksperimentālai modelēšanai. Par šiem jautājumiem pārskata lekcijas nolasīja K. Brušlinskis un S. Bulanovs — teorētiskie jautājumi un A. Franka — strāvas slāņa modelēšana, izmantojot eksperimentālo iekārtu, kas izveidota PSRS ZA P. Ļebedeva Fizikas institūtā.

Strāvas slānis — tā fizika un dinamika zinātnieku prātus sāka nodarbināt pavisam nesen, apmēram pirms 10 gadiem. Nepieciešamība apskatīt to kā patstāvīgu izpētes objektu prof. S. Sirovatskim radās, pētot Sau-

les uzliesmojumus. Uzliesmojumi vienmēr ir saistīti ar Saules aktīvajiem apgabaliem jeb Saules plankumiem. Tieši virs šiem apgabaliem koronā un hromosfērā veidojas sarežģīti magnētiskie lauki, kurus rada un uztur zem fotosfēras esošā konvektīvā zona. Ilustrācijai noder divu magnētisko lauku mijiedarbības process Saules koronā (5. att., a). Ja koronā būtu vakuums vai arī tās vadītspēja būtu ļoti niecīga, tad momentāni notiktu fona lauka (magnētiskā polarizācija N) un bipolārā lauka (S un N) līniju pārsavienošana, kā rezultātā izveidotos 5. att., b redzamā aina. Taču koronas vadītspēja ir ļoti augsta, tāpēc līdzīgi kā supravadāmības gadījumā magnētiskā lauka spēka līnijas ir it kā «iesaldētas» plazmā, tas nozīmē, ka tās jebkuras kustības gadījumā būs saistītas ar vienām un tām pašām daļiņām. Tāpēc magnētiskā lauka spēka līnijas nevar ne pazust, ne pārsavienoties un starp fona lauku un bipolārā apgabala lauku veidojas neitrālā līnija AB , kur magnētiskā lauka intensitāte ir vienāda ar nulli, kā tas redzams 5 att., c. Šķērsojot šo līniju,



3. att. Par prof. S. Sirovatska dzīvi un darbu referē prof. S. Slavatinskis.



4. att. Fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta S. Bulanova (PSRS ZA P. Ļebedeva Fizikas inst.) referāta temats — strāvas slāņa teorētiskie pētījumi.

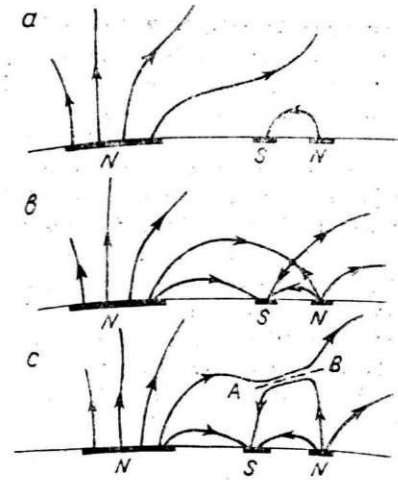
magnētiskā lauka intensitāte mainās lēcienveidīgi. Trīsdimensionālā gadījumā plaknē, kas satur neitrālo līniju, veidosies strāva, kura plūst perpendikulāri 5. att., c plaknei, šķērsojot līniju AB . Šādam strāvas slānim piemīt divas būtiskas īpašības. Pirmkārt, strāvas slānī tiek akumulēta fotosfēras magnētiskā lauka papildu enerģija, kura, kā rāda ne visai sarežģīti aprēķini, var sasniegt vērtību 10^{32} ergi — tas ir tieši tik, cik izdalās pašos spēcīgākajos Saules uzliesmojumos. Līdz ar to, izmantojot priekšstatu par strāvas slāni, tiek atrisināts viens no principiālākajiem un neskaidrākajiem jautājumiem, proti, jautājums par to, kādā veidā tiek uzkrāta uzliesmojumam nepieciešamā enerģija. Otrkārt, strāvas slānis ir metastabils veidojums. Tas nozīmē, ka eksistē noteiktas magnētiskā lauka intensitātes, tā gradienta, strāvas slāņa koncentrācijas un plūsmas ātruma vērtības, kuras sasniedzot šis slānis īsā laika momentā var sabrukt, izdalot uzkrāto enerģiju apkārtējā vidē. Tādēļ arī, strāvas slānim sabrūkot un izdaloties tajā uzkrātai

enerģijai, tiek novērots spēcīgs starojums optiskajā, ultravioletajā un rentgena diapazonā. Šo starojumu pavada arī spēcīgas virzītu korpuskulāro daļiņu plūsmas, kuras ar lielu ātrumu tiek izsviestas starpplanētu telpā. Tādējādi ar strāvas slāņa modeļa palīdzību tiek atrisināts arī Saules uzliesmojumu teorijā ļoti svarīgais jautājums par mehānismu, kurš ļautu izskaidrot straujo enerģijas izdalīšanos.

Kaut arī modelis, kurš apraksta Saules uzliesmojuma procesu, pamatos ir izveidots, vēl palicis daudz darba tā pilnveidošanai. Šajā pilnveidošanas procesā iezīmējas trīs pamatvirzieni.

Pirmkārt, izmantojot laboratorijas eksperimentus, nepieciešams iespējami precīzāk izpētīt, kā notiek strāvas slāņa veidošanās un sabrukšana, un noskaidrot, kāds ir strāvas slāņa veidojošo daļiņu enerģētiskais spektrs sākumā un tā sabrukšanas brīdī, kādi faktori visvairāk ietekmē tā stabilitāti un kā strāvas slānis iedarbojas uz radiostarojumu.

5. att. Magnētiskā lauka struktūra, mijiedarbojoties fona laukam ar bipolāro apgabalu: *a* — sākuma stāvoklis, pa labi — bipolārais apgabals, *b* — lauka struktūra pie zemas vadītspējas, *c* — lauka struktūra pie lielas vadītspējas.



Otrkārt, izmantojot modernās skaitļošanas tehnikas iespējas, nepieciešams skaitliski modelēt neitrālā strāvas slāņa izveidošanos un sabrukšanu. Šo metožu priekšrocība salīdzinājumā ar eksperimentālajām ir tajā apstākļi, ka var modelēt jebkura mēroga strāvas slāni ar visdažādākajiem parametriem, neizmantojot sarežģītas un dārgas eksperimentālās iekārtas. Tomēr jāpiebilst, ka šie abi virzieni būs rezultatīvi tikai tad, ja tie pastāvīgi viens otru pilnveidos, resp., ja katrs teorētiski iegūtais rezultāts tiks pārbaudīts eksperimentāli un katrs eksperimentālais rezultāts gūs atspoguļojumu teorētiskajā strāvas slāņa aprakstā.

Treškārt, ņemot vērā to, ka strāvas slāņa novērojumi virs Saules aktīvajiem apgabaliem ir apgrūtināti (pašlaik tiek izmantotas tikai netiešās metodes strāvas slāņa eksistences konstatēšanai), ir nepieciešams izpētīt tā izraisītās sekundārās parādības Saules koronā un hromosfērā pirms un pēc uzliesmojuma, kā arī tieši uzliesmojuma laikā. Vislielākās izmaiņas hromosfērā rodas tad, kad tajā triecas strāvas slāņa sabrukšanas procesā radušies ātro elektronu kūļi. Tiem bremsējoties, tiek izstarots cietais rentgenstarojums, ierosinātas visdažādāko tipu

plazmas svārstības, kā arī izraisītas citas elektromagnētiskas dabas parādības. Tas viss veicina strauju hromosfēras sasilšanu līdz desmitiem miljonu grādu lielai temperatūrai.

Sādā temperatūrā hromosfēra sāk izstarot miksto rentgenstaru diapazonā. Starojums rentgena diapazonā, kuru izstaro sasilusi hromosfēra un elektronu kūļi, var tikt novērots, izmantojot ārpusatmosfēras novērošanas iekārtas. Tas paver iespējas, izpētīt un arvien precīzāk modelējot sekundāros procesus, arvien precīzāk novērtēt tās izmaiņas, kas uzliesmojumos notiek ar strāvas slāņiem. Tas, savukārt, ļaus tālāk attīstīt Saules uzliesmojumu teoriju, kas pašreizējā laika posmā ir viens no Saules fizikā darba galvenajiem mērķiem.

Latvijas PSR ZA ieguldījums skolas zinātniskajā programmā

Latvijas PSR Zinātņu akadēmija skolā bija pārstāvēta ar pieciem zinātniskiem ziņojumiem — trim no Radioastrofizikas observatorijas un diviem no Fizikas institūta.

Ziņojumos, ko nolasīja Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieki, tika atspoguļoti tie pētījumi, kuri tiek veikti LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā, turpinot kopā ar prof. S. Sirovatski iesākto darbu. Divi priekšlasījumi bija veltīti Saules uzliesmojumu elementāro procesu skaitliskajai modelēšanai (B. Sermuliņa, A. Spektors). Šādu pētījumu rezultātā ir noskaidrots, ka novērojamos cietā rentgenstarojuma īslaicīgos uzliesmojumus, kuri ilgst 5—25 sekundes, var interpretēt kā uzliesmojuma enerģijas izdalīšanos atsevišķās magnētiskā lauka arkās. Tā kā magnētiskais lauks aktivajā apgabalā ir spēcīgs (līdz 1000 Gs), tad uzliesmojuma primārās enerģijas pārnese notiek paralēli magnētiskā lauka spēka līnijām. Ja enerģija izdalās magnētiskā lauka arkās, kuras savieno pretējās polaritātes magnētiskā lauka apgabalus aktivajā apgabalā uz Saules virsmas (6. att.), tad enerģija tiek novadīta no arkas virsotnes, kas parasti atrodas koronā, uz atmosfēras blīvajiem slāņiem, resp., hromosfēru, un izraisa tur dažādas parādības. Saules uzliesmojumu interpretācijai ir ļoti svarīgi pareizi izprast, kādi fizikālie procesi šīs parādības nosaka. Tāpēc šādu procesu skaitliskā (jeb matemātiskā) modelēšana dod iespēju salīdzināt dažādus teorētiskos modeļus ar novērojamām parādībām. Vislielākās grūtības sagādā fakts, ka Saules uzliesmojuma enerģijas avots nav tieši novērojams ar mūsdienu observācijas līdzekļiem, jo magnētiskā lauka enerģija uzliesmojuma laikā izdalās koronā, t. i., Saules atmosfēras retinātajos slāņos. Turklāt, pēc pašreizējiem teorētiskajiem priekšstatiem, enerģijas izdalīšanās notiek tā sauktajā strāvas slānī, kas ir ļoti plāns veidojums atmosfērā, un tāpēc tā tieša novērošana ir ārkārtīgi apgrūtināta.

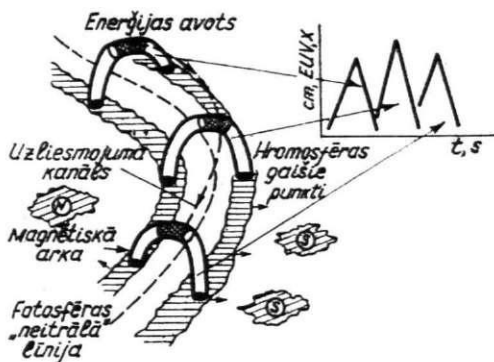
Lai pārbaudītu dažādas teorētiskās koncepcijas un rastu iespēju tās salīdzināt ar novērojamām parādībām, Radioastrofizikas observatorijā ar PSRS ZA P. Lebedeva Fizikas institūta Teorētiskās fizikas daļas palīdzību profesora S. Sirovatska vadībā tika izstrādātas matemātiskās metodes hidrodi-

namisko procesu modelēšanai Saules uzliesmojumos, ņemot vērā visus galvenos fizikālos procesus.

Vispār iespējami četri uzliesmojuma primārā avota iedarbes veidi uz Saules atmosfēras blīvajiem slāņiem. Pirmkārt, uzliesmojuma pirmavotā notiek elementārdaļiņu paātrināšanās, par ko neapšaubāmi liecina tieši novērojumi kosmiskajā telpā, un tā tad šādas daļiņas, magnētiskā lauka virzītas, var nonākt arī hromosfērā. Otrkārt, izdalās termiskā enerģija, kas siltumvadāmības ceļā izplatās Saules atmosfērā. Treškārt, uzliesmojuma pirmavota (strāvas slāņa) plazmai sakarstot līdz ļoti augstām temperatūrām, tā izstaro lielu enerģijas daudzumu spektra ultravioletajā un rentgena diapazonos. Šis starojums, absorbējoties atmosfēras blīvajos slāņos, izraisa to fizikālo parametru izmaiņas. Jāpiebilst, ka šīs enerģijas pārnese veids ir vienīgais, kurš nav pakļauts magnētiskā lauka konfigurācijas ietekmei, bet izplatās vienmērīgi uz visām pusēm. Ceturtkārt, jebkurā gadījumā notiks straujas spiediena izmaiņas uzliesmojuma pirmavota apkārtnē un radīsies hidrodinamiskas kustības, kas triecienviļņu veidā var iedarboties uz atmosfēras blīvākajiem slāņiem. Tomēr jāteic, ka šī enerģijas pārnese procesa raksturīgais laiks ir daudz lielāks nekā iepriekš minētajos gadījumos, tāpēc tas tikai izņēmuma gadījumos varētu kalpot par galveno enerģijas pārnese procesu.

Mūsu observatorijā visplašāk ir pētīta paātrināto elementārdaļiņu iedarbe uz Saules hromosfēru. Aprēķinu rezultāti rāda, ka paātrināto daļiņu plūsma izraisa hromosfēras augšējo slāņu ātru sasīšanu līdz desmit miljoniem grādu. Straujais temperatūras pieaugums augšējā hromosfērā rada lielus spiediena gradientus tuvākajā apkārtnē. Uz abām pusēm no sakarsētā apgabala paralēli magnētiskajam laukam izplatās triecienviļņi. Hromosfēras blīvākajos slāņos, tieši zem sakarsētā apgabala, rodas plazmas kondensācijas ar blīvuma pieaugumu vairākus tūkstošus reižu. Šīs kondensācijas veidošanās sākotnējā momentā

6. att. Magnētiskā lauka arkveida struktūra un atsevišķo arku izraisītās elektromagnētiskā starojuma izmaiņas laikā.



spēcīgi pieaug ultravioletā starojuma intensitāte, pēc tam tā pakāpeniski krītas. Vienlaikus kondensācija neļauj sasilt hromosfēras dziļākajiem slāņiem, jo visa siltumvadāmības ceļā pievadītā enerģija tūlīt izstarojas, pateicoties lielajam plazmas blīvumam. Tādējādi uzliesmojuma radītās perturbācijas nesniedzas dziļāk hromosfērā kā aptuveni tūkstoš kilometru virs fotosfēras.

Hromosfēras karstais apgabals, savukārt, strauji izplešas koronā. Vielas kustības ātrums šeit pārsniedz tūkstoš kilometru sekundē, un veidojas vielas izvirzums virs aktīvā apgabala. Šāds process inerces dēļ turpinās vairāk nekā desmit minūtes, izvirzumam sasniedzot vairākus simtus tūkstošu kilometru augstumu virs fotosfēras. Plazmas temperatūra šajā izvirzumā pakāpeniski krītas līdz sākotnējai hromosfēras temperatūrai, bet blīvums vairāk nekā simts reizes pārsniedz vielas blīvumu apkārtējā koronā. Jāteic, ka aprēķinātā procesa gaita atbilst novērojamai aīnai, kas apliecina šādu procesu realitāti uzliesmojumu laikā un tādējādi apstiprina prof. S. Sirovatska izveidotā uzliesmojuma mehānisma pareizību.

Veiktie aprēķini hromosfēras silšanai ar spēcīgu siltuma plūsmu parādīja, ka procesa kopējā aīna ir līdzīga iepriekš ap-

rakstītajai. Tomēr šajā gadījumā izmainās hromosfēras sasilšanas dziļums, jo izrādās, ka siltuma plūsma nevar iespiesties tikpat dziļi hromosfēras blīvajos slāņos kā paātrinātās daļiņas. Bez tam, ja pirmajā gadījumā hromosfēras augšējā daļa sasila gandrīz momentāni, tad šeit siltuma vilnis izplatās ar ierobežotu ātrumu. Tādējādi, ja novērojumu instrumentiem būtu laba izšķirtspēja, procesu norisē būtu iespējams novērot zināmas atšķirības. Aprēķinu gaitā tika iegūts arī interesants rezultāts attiecībā uz elementārā uzliesmojuma notikuma rentgenstarojuma spektru. Novērojumi rāda, ka visbiežāk šis spektrs pakļaujas pakāpju likumam, kā tam jābūt, ja šo starojumu izraisa paātrinātu daļiņu bremsēšanās Saules hromosfērā. Tomēr diezgan bieži var novērot gadījumus, kad minētais spektrs labāk pakļaujas eksponenciālam likumam. Aprēķini apliecināja, ka hromosfēras silšana ar siltuma plūsmu noved pie tādiem plazmas parametriem, ka tās termiskā rentgenstarojuma spektrs ir tuvs eksponenciālam.

Tādējādi Radioastrofizikas observatorijā veiktie skaitliskie aprēķini rāda, ka uzliesmojumu laikā enerģija tiek pārnesta uz atmosfēras blīvajiem slāņiem kā paātrināto daļiņu plūsmu, tā arī siltumvadāmības ceļā. Pašreizējās Saules uzliesmojumu

novērošanas iespējas neļauj viennozīmīgi novērtēt, kurš silšanas mehānisms katrā konkrētā gadījumā ir dominējošais, tomēr ir skaidrs, kā atsevišķos gadījumos tos varētu atšķirt, ja izdotos bez traucējumiem novērot atsevišķa uzliesmojuma notikuma spektru. Šo aprēķinu rezultāti iezīmē ceļu, kādā jāattīstās attiecīgo novērojumu tehnikai, lai varētu viennozīmīgi interpretēt fizikālos procesus Saules uzliesmojumos.

Pēdējā laikā vairāku valstu Saules fiziķi ir pievērsušies Saules radiostarojumu fluktuāciju pētījumiem. Par sasniegumiem šajā nozarē referēja arī vairāki skolas dalībnieki. LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Saules fizikas daļu ar ziņojumu pārstāvēja jaunākais zinātniskais līdzstrādnieks V. Locāns. Viņš pastāstīja par aprēķiniem, kuri tiek veikti, lai atrastu nosacījumus, pie kādiem rodas Saules radiostarojuma fluktuācijas ar svārstību periodu intervālā no 10 līdz 200 sekundēm. Šīs radiostarojuma fluktuācijas izraisa palēnināto magnetoakustisko un Alfvēna viļņu rezonanses parādības noteiktos Saules atmosfēras apgabalos. Palēninātie magnetoakustiskie viļņi ierosinās hromosfērā virs Saules aktīvajiem apgabaliem, bet Alfvēna viļņi — Saules atmosfēras augstākajos slāņos jeb koronālajās arkās. Aprakstot šīs parādības, tiek izmantots šāds modelis: rezonanses apgabalos ar robežām, kuras atstaro dotu viļņu tipu, mijiedarbojas ar trokšņu avotu vai, šajā gadījumā, Saules konvektīvo zonu, no kuras caur rezonanses apgabala robežu rezonatorā tiek ierosinātas svārstības, kuru frekvence sakrīt ar rezonatora pašsvārstību frekvenci dotajam viļņu tipam. Šādu fizikālo modeli var izmantot tad, ja tiek apmierināti vairāki nosacījumi. Pirmkārt, jābūt lielam atstarošanās koeficientam uz rezonanses apgabala robežām. Otrkārt, jābūt zināmai rezonatora un svārstību avota saskaņotībai. Treškārt, laika periodam, kas nepieciešams svārstību ierosināšanai, jābūt daudz mazākam par svārstību pastāvēšanas laiku.

Kā to uzskatāmi parādīja referents, tiem

Saules atmosfēras apgabaliem, kuriem šie modeļi izveidoti, visi nosacījumi tiek apmierināti, līdz ar to svārstības šādos rezonatoros var kļūt visai ievērojamas un, tām mijiedarbojoties ar radiostarojumu, tiek radītas novērojamās Saules radiostarojuma fluktuācijas ar periodiem intervālā no 10 līdz 200 sekundēm atkarībā no apgabala parametriem.

Palēninātajam magnetoakustiskajam un Alfvēna viļņim daļēji absorbējoties rezonanses apgabalā, notiek papildu siluma enerģijas pārnese. Līdz ar to šo parādību tālāka izpēte nepieciešama, lai izskaidrotu augšējo Saules atmosfēras slāņu silšanu, kā arī tāpēc, lai, izmantojot novērojumu datus, varētu novērtēt temperatūras gradientu hromosfērā virs Saules aktīvajiem apgabaliem.

Latvijas PSR ZA Fizikas institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks A. Gaillītis ziņoja par magnētisko lauku ģenerācijas procesiem plazmā, kura iesaistīta orientētā mehāniskā kustībā. Kā zināms, šādā plazmā pie lieliem ātrumiem, faktiski pie lieliem t. s. Reinoldsa skaitļiem, kuros ātrums ir viena no šo skaitļu komponentēm, neatkarīgi no kustības rakstura jebkurā gadījumā tiek ģenerēts magnētiskais lauks. Tomēr parasti, lai ģenerētos kaut cik jūtams magnētiskais lauks, kustības ātrumiem jābūt ļoti lieliem. LPSR ZA Fizikas institūtā veikto pētījumu rezultātā ir atrasts, ka plazmas skrūvveida kustība izraisa magnētiskā lauka ģenerēšanu jau tad, ja ātrumi ir samērā mazi. Tā kā magnētiskā lauka ģenerācija plazmā ir ļoti aktuāla mūsdienu astrofizikas problēma, tad A. Gaillīša ziņojums tika uzņemts ar lielu interesi un izraisīja dzīvu diskusiju.

Latvijas PSR ZA Fizikas institūta laboratorijas vadītājs tehnisko zinātņu doktors O. Lielausis pastāstīja klātesošiem par jaunākajiem sasniegumiem plazmas turbulences pētījumos. Šeit galvenokārt atspoguļojās tie rezultāti, kas iegūti Fizikas institūtā t. s. divdimensiju turbulences pētījumos gan eksperimentālā, gan teorētiskajā plāk-

snē. Jāpiebilst, ka šajā jomā Latvijas zinātniekiem pieder prioritāte pasaules mērogā, jo eksperimentāli divdimensiju turbulences eksistence tika atklāta tieši mūsu ZA Fizikas institūtā un pagaidām šeit ir iegūti arī visinteresantākie rezultāti. Turbulence, kā zināms, ir parādība, kas saistīta ar daudzu dažāda izmēra virpuļu rašanos šķidrums un gāzu plūsmās, sakarā ar ko šo plūsmu hidrodinamiskie un termodinamiskie parametri (ātrums, spiediens, temperatūra u. c.) haotiski fluktuē, t. i., neregulāri mainās telpā un laikā. Parasti šādas kustības plazmā ierosinās pie zināmiem nosacījumiem plazmas iekšējo nestabilitāšu rezultātā. Savas turpmākās attīstības gaitā turbulentajā kustībā ieguldītā enerģija pakāpeniski zūd (pāriet haotiskā siltumkustībā) un, ja tā netiek pievadīta papildus, process aprimst. Izrādās, ka, plazmai atrodoties magnētiskajā laukā, robežvirsmu tuvumā var izmainīties turbulences īpašības. Par robežvirsmu laboratorijas apstākļos parasti kalpo eksperimenta iekartas sienas, bet dabā tās būtu vietas ar lieliem fizikālo parametru gradientiem. Turbulences īpašības šādā vidē izmainās tādējādi, ka no visos virzienos vērstajām haotiskajām kustībām tiek nospiestas un izslēgtas tās haotiskās kustības, kas vērstas paralēli magnētiskajam laukam. Šādu turbulenci tad arī sauc par divdimensiālo turbulenci. Minētajā procesā kvalitatīvi mainās turbu-

lences pamatīpašības un notiek enerģijas koncentrācija noteikta virziena kustībās, kas vērstas paralēli magnētiskajam laukam. Kustības ir arī stingri korelētas.

Sis fakts, kā izrādās, paver iespēju izskaidrot daudzas astrofizikā un arī ģeofizikā novērojamas parādības, kā, piemēram, procesus t. s. magnētiskajās zvaigznēs, Golfa straumes pastāvēšana utt.

Ņemot vērā nolasīto lekciju un ziņojumu augsto zinātnisko līmeni un informativitāti, kā arī apskatīto jautājumu aktualitāti un perspektivitāti, skolas orgkomiteja pieņēma lēmumu skolas materiālus sakopot un izdot atsevišķā rakstu krājumā (to laidīs klajā izdevniecība «Zinātne» ar nosaukumu «Strāvas slāņu dinamika un Saules aktivitātes fizika»).

Skolas nobeiguma sēdē prof. G. Kočovs orgkomitejas un skolas dalībnieku vārdā augstu novērtēja skolas darbu un sasniegtos rezultātus, kuri neapšaubāmi veicinās turpmāku pētījumu attīstību kosmiskajā fizikā, kā arī izteica vēlēšanos un domu, ka pēc diviem trim gadiem būtu nepieciešami un lietderīgi tikties atkal, resp., izvērst šo prof. S. Sirovatska piemiņai veltīto Vissavienības skolu par regulāru pasākumu, kas kalpotu efektīvai informācijas apmaiņai par jaunākajiem sasniegumiem kosmiskajā fizikā.

A. B. Balklavs, V. Sermuliņš,
A. Spektors

JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ Vairāk nekā desmit gadus regulāri sekojot (spektroskopiski pēc Doplera efekta) Saules virsmas kustības ātrumam 24 tūkstošos punktu, amerikāņu astronomi R. Hovards un B. Labonts atklājuši Saules ekvatoram paralēlas joslas, kurās gāzu plūdma ātrums austrumu-rietumu virzienā atšķiras par apmēram 6 m/s. Joslas rodas polu apgabalos un dreifē uz ekvatoru, sasniedzot to 22 gados — laika sprīdī, kas vienāds ar pilnu (ievērojot magnētiskās polaritātes maiņu) Saules aktivitātes ciklu. Turklāt izrādījies, ka tās raksturīgākā izpausme — plankumi visvairāk rodas tieši «lēno» un «ātro» plūsmu saskares zonās, tām nonākot mērenajos heliogrāfiskā platuma grādos. Tādējādi pirmoreiz izdevies atrast saistību starp Saules aktivitātes cikliskumu un gāzu masu pārvietošanās raksturu šajā ķermeņi.



LAIKA VIENĀDOJUMS 19. GADSIMTA KURZEMES UN VIDZEMES KALENDĀROS

LEONIDS
ROZE

Ārkārtīgi bagāts materiāls astronomijas pētniekam paveras, pārlapojot pagājušā gadsimtā Latvijā izdotos kalendārus. Astronoms un vēsturnieks L. Roze šoreiz stāsta par laika vienādojumu un tā skaidrojumu tā-laika gadagrāmatās.

Par laika vienādojumu sauc patiesā un vidējā Saules laika starpību. Sakarā ar to, ka vidējais Saules laiks ir vienmērīgs, bet patiesais Saules laiks atspoguļo nevienmērīgu redzamās Saules pārvietošanos pa ekliptiku, tad arī laika vienādojums ir mainīgs lielums, kas četras reizes gadā vienāds ar 0 (ap 16. aprīli, 14. jūniju, 2. septembri un 26. decembri), bet maksimumu — apmēram +16,4 minūtes — sasniedz ap 4. novembri un minimumu — apmēram -14,3 minūtes — ap 12. februāri mūsu lietojamā Gregora kalendāra sistēmā.

Laika vienādojumu nosaka divi faktori: 1) redzamās Saules nevienmērīgā pārvietošanās pa ekliptiku (istais cēlonis — Zemes nevienmērīgā ātruma riņķošana pa eliptisku orbītu gada kustībā ap Sauli) un 2) ekliptikas plaknes slīpums pret ekvatora plakni 23°27', kas izraisa patiesā laika nevienmērību, projicējot Saules stāvokli uz debess ekvatoru. Laika vienādojums formulā izsakāms šādi:

$$E = 7,7^m \sin(l + 79^\circ) - 9,9^m \sin 2l,$$

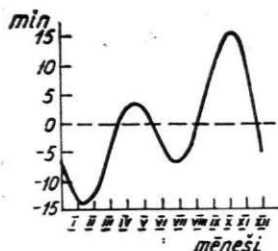
kur l — vidējais ekvatoriālais Saules garums, kas mainās proporcionāli laikam.¹ Laika vienādojuma maiņa gada laikā redzama 1. attēlā.

Laika vienādojuma būtība ir tā, ka visi mūsdienu pulksteņi ir vienmērīga laika mēritāji, bet patiesais Saules laiks ir nevienmērīgs iepriekš minēto iemeslu dēļ. Ja mums ir zināms patiesais Saules laiks (piemēram, novērojot kādā vietā Saules kulmināciju), tad, attiecīgajam momentam pieskaitot (algebriski) laika vienādojumu, dabūjam vietējo vidējo laiku. Citiem vārdiem, jebkurā vietā Saules kulminācijas (meridiāna šķērsošanas) notiek vis kādā noteiktā laika momentā, bet gan svārstās ap kādu vidēju, katrai vietai raksturīgu laiku. Tā, piemēram, Rīgai Saules kulminācija notiek: februāra vidū — 13^h38^m, novembra sākumā — 13^h07^m, 25. decembrī — 13^h24^m.

Vienīgi Saules pulksteņi Saules kulminācijas brīdī ik dienas visu gadu rādīs vienu un to pašu laiku. Tātad Saules pulksteņi ir nevienmērīga laika mēritāji.

Vidējā laika un reizē ar to arī laika vienādojuma jēdzieni astronomijā ienākuši 18. gs. vidū. Tie atrodami tā laika vadošajās gadagrāmatās (Connaissance des Temps, Astrono-

¹ Astronomiskā pavasara sākuma momentā ap 21. martu Saules garums $l=0$. Jebkurā citā datumā tuvināti l var aprēķināt, izmantojot dienu skaitu t , cik pagājis no pavasara sākuma, pēc šādas izteiksmes $l = \frac{t}{365,25} 360^\circ$.



1. att. Laika vienādojuma grafisks attēlojums.

misches Jahrbuch). Praktisko nepieciešamību izraisa lielle torņu pulksteņi, kas iet visai vienmērīgi un nekādi nespēj piemēroties patiesā Saules laika mainīgai gaitai. Lai šos laikus varētu salīdzināt, ir vajadzīgs kāds labojums — vienādojums (*fr. l'equation de l'horloge* — pulksteņa vienādojums).

Tomēr dažādajiem iedzīvotāju slāņiem domātos tautas kalendāros, kuros atzīmēti laiki par Saules lēktiem un rietiem, dažreiz arī par citiem astronomiskiem notikumiem, laika vienādojums nav ņemts vērā līdz pat 19. gs. vidum. Tātad uzskatīja, ka visi mehāniskie pulksteņi neatkarīgi no to tehniskās precizitātes, tāpat kā Saules pulksteņi, iet pēc patiesā Saules laika. Tā ikviens ar kalendāra palīdzību pēc Saules lēkta vai rieta momenta varēja pareizi iestādīt savu pulksteni, ja viņam tāds bija.

Tāču pilsētniekam bija iespēja savu pulksteni iestādīt pēc vienmērīgā torņa jeb baznīcas pulksteņa, kas pie ievērojamākām celtnēm noteiktos laikos pat zvanija. Tā radās zināmas pretrunas starp laika skaitīšanu pilsētās un ārpus tām. Šīs pretrunas pakāpeniski centās samazināt pagājušā gadsimta kalendāru sastādītāji, kā mums to izdevās izsekot, pārlapojot Kurzemes un Vidzemes vācu un latviešu kalendārus.

Pirmie no Latvijas teritorijā izdotajiem kalendāriem, kur lēkti un rieti aprēķināti vidējā laikā, t. i., ievērojot laika vienādojumu, ir vācu un latviešu valodā iznākušie Jelgavas kalendāri 1870. gadam.² No mūsu redzes viedokļa sevišķi interesants ir vācu kalendārs. Ar šo gadagājumu blakus tradicionālajām ziņām par Saules lēktiem un rietiem, par Mēnesi un planētu stāvokli ikvienam mēnesim veltītajā lapā katram datumam parādās jauna aile: *laika vienādojums = vidējais laiks — patiesais laiks*, kas ik pa 5 dienām dots minūtēs un sekundēs. Ir jāatzīmē, ka šādas ailes nav pat mūsdienīgu plaša profila tautas kalendāros, bet tikai speciālajos astronomiskajos izdevumos.

Ar 1875. gadu Jelgavas kalendāru piemēram seko arī divi Rīgā izdotie Vidzemes kalendāri,³ kur ziņas par Saules lēktiem un rietiem ar šo gadagājumu dotas vidējā laikā. Ipatni, ka vācu izdevumam vēl tad dati par Saules lēktiem un rietiem nav katrai dienai, bet gan katra mēneša 1., 10. un 20. datumam.

Cits Rīgā iznākušais Vidzemes kalendārs laika vienādojuma ietekmi ievēro tikai ar 1880. gadu.⁴ Zīmīgi, ka divi konkurējoši kalendāri piecus gadus (1875—1879) iznāk vienā pilsētā ar atšķirīgiem datiem par Saules lēktiem un rietiem. Starpība atsevišķos datos

² Mitauscher Kalender auf das Jahr nach Christi Geburt 1870. Mitau, 1869; Wecca un jauna Laika-grahmata uz to gaddu 1870 pēc Jezus peedzimschanas. Jelgawā, J. W. Steffenhagen.

³ Widzemes Kalenderis uz 1875^{tu} gadu, Rihges pilsētā, W. F. Häcker, Livländischer Kalender auf das Jahr nach Christi Geburt 1875. Rīga, Müllersche Buchdruckerei.

⁴ Widzemes weca un jauna Laika-grahmata uz to gadu 1880. Rīgā, E. Plates.

4							Januar.	
W. Tag.	Julianischer Kalender.	Westl. Kalender.	Muslischer Kalender.	Jüdischer Kalender.	Zählungen der Wochen.	St. Tage Woch. Wochentag.	Gregorianischer Kalender.	
1	Neujahr		Christi Fests.	11 Schebat			13 Gottfried	
2	Abel u. Seth		Babyl. Zerstör.	5630			14 Hilarius	
3	Gued. Land		Freib. Malands	12 Sabbath			15 Paul der Eins.	
Von Josephs Tode nach Haupten, Matth. 2, v. 13.								Joh. 2.
S	4 S. n. G.		Jan. 1. 70. Arab.				16 S. n. G.	
W	5 Simon Pet.		Mar. Hieronim.	13 Montag			17 Anton d. Eins.	
F	6 3 Könige		Greg. Gellert				18 Pet. u. Paul.	
W	7 Genesim		Johann. Tauf.				19 Eulogius	
W	8 Sabbath		Greg. Hieronim.				20 Sab. u. Zeph.	
W	9 Martinus		Mar. Bede				21 James	
S	10 Paul der Eins.		Greg. Hieronim.	20 Sabbath			22 Vincentius	
Von Jesu, Pa. v. 12 Jahr alt war, Mat. 2, v. 41.								Matth. 8.
S	11 S. n. G.		Mar. Hieronim.				23 S. n. G.	
W	12 Michael.		Mar. Isidorus				24 Timotheus	
F	13 Hilarius		Mar. Crispinus				25 Paul Pet.	
W	14 Jela u. Tim.		Mar. d. Euseb.				26 Felicianus	
F	15 Maurus		Mar. v. Euseb.				27 Joh. d. Evang.	
W	16 Marcellus		St. Petri Ketten.				28 Carolus Mag.	
S	17 Kenie		St. Antonius d. W.	27 Sabbath			29 Franc. Sales.	
Von der Heiligkeit in Gana, Joh. 2, v. 1.								Matth. 8.
S	18 S. n. G.		Greg. Hieronim.				30 S. n. G.	
W	19 Paul.		Martinus v. Ing.				31 Pet. Romanus	
F	20 Sab. Zeph.		St. Gauden. d. G.				1 Hebr. Zepht.	
W	21 James		St. Maxim. d. Bet.	1 Adar			2 Mar. Pictm.	
W	22 Vincentius		St. Timotheus				3 Hilarius	
W	23 Genesim		St. u. M. Alentius				4 Veronica	
S	24 Greg.		Genesim d. Kenia	1 Sabbath			5 Agatha	
Von dem Ausfertigen u. d. Hauptm. Anecht, Matth. 8, v. 1.								Matth. 13.
S	25 S. n. G.		Greg. Hier. d. Th.				6 S. n. G.	
W	26 Felicianus		Mar. Xenophont				7 Remwaldus	
F	27 Hierosolim.		Mar. d. Joh. Chryf.				8 Joh. v. Mat.	
W	28 Carolus Mag.		Mar. Gervasius				9 Apollonia	
F	29 Samuel		Mar. Janatius				10 Scholastica	
W	30 Alexander		St. h. Kirchenlehrer				11 Euphrosyna	
S	31 Gernacius		St. Gervasius u. Joh.	11 Sabbath			12 Penigna	
4 Methusala. 41. Gygisus. 18. Meta. Prieca. 25. Pauli Pet.								

2. att. Janvāris 1870. gada Jelgavas vācu kalendārā.

Schneemonat.

Monats- Tag.	Went- stimm.	W e n d e		S o n n e n -		Zeitabnahme = milt. Zeit - wahre Zeit. Min. Sec.
		Anfang.	Ende.	Morg.	Abend.	
		H. M.	H. M.	H. M.	H. M.	
1	Schnee.		3 55	8 30	3 48	+ 8 58
2			5 6	8 29	3 50	
3			6 15	8 28	3 52	
4			7 17	8 27	3 54	
5			3 54	8 26	3 56	
6			5 9	8 24	3 58	+ 10 12
7		Morgens.	6 31	8 23	4 0	
8			7 56	8 21	4 2	
9			9 23	8 20	4 4	
10			10 49	8 18	4 6	
11	—		8 17	4 8	+ 12 7	
12	0 11		8 15	4 10		
13	1 39	8 13	4 12			
14	3 2	8 12	4 15			
15	4 22	8 10	4 17			
16	5 35	8 8	4 19	+ 13 13		
17	6 39	8 6	4 21			
18	7 29	8 4	4 23			
19	8 8	8 2	4 26			
20	Morgens.		5 20	8 1	4 28	
21			6 33	7 59	4 30	+ 13 59
22			7 45	7 57	4 32	
23			8 56	7 54	4 35	
24			10 6	7 52	4 37	
25			11 16	7 50	4 39	
26			—	7 48	4 42	+ 14 24
27	Schnee.		0 25	7 46	4 44	
28			1 36	7 44	4 46	
29			2 46	7 42	4 48	
30			3 55	7 39	4 51	
31			5 0	7 37	4 53	+ 14 29

Die Mondphasen.

- 5. Vollmond, um 1 Uhr 20 Min. Abends.
- 12. Neues Viertel, um 11 Uhr 58 Min. Morgens.
- 19. Halbmond, um 5 Uhr 16 Min. Abends.
- 27. Neues Viertel, um 7 Uhr 54 Min. Abends.

- * Wohlthätige Wohlthätigkeit.
- ** Wohlthätige Sonneneinstrahlung.

Hohe Staats- und Kirchenfeste.

Von 1. Neujahr. Geburtstagsfeier
Kaiserlichen Hebräer, der vereinigten, Gross-
fürstin **Selena Pawlowna.**
Der 6. Gedächtnisfeier Christi.

Historische Notizen.

- 1811. 1. Januar. Die Kaiserliche Armee unter
Führer Graf von Scharnhorst und Woblers
über den Rhein.
- 1492. 2. Eroberung von Granada. Ende der
Krautenerkämpfe in Spanien.
- 1861. 2. Kaiserlich Kaiserin W. Maria von
Russland.
- 1547. 3. Bestätigung des Graven Arent zu
Holland.
- 1762. 5. Am 31. Februarjahr fand die zweite
Kaiserliche Wahl.
- 1808. 3. Im Ausland fand der Kaiserliche
Kaiserliche Kaiser Peter Alexander, im
Namen abtreten im Jahre 1766.
- 1796. 9. Am der Kaiser von Preußen fand der
Kaiserliche Kaiser Franz II. 50 Jahre alt.
- 1792. 9. Ende im Jahr zwischen Russland und
der Türkei.
- 1819. 9. Kaiserin, Königin von Westphalen,
Kaiserin Maria Theresia I., nach 31 Jahr alt.
- 1709. 10. Im Ausland wurde Kaiserin
abtreten.
- 1797. 14. Der Kaiserliche Kaiserin Maria Theresia
nach der Kaiserin der Kaiserin.
- 1814. 14. Im Ausland wurde Kaiserin Maria Theresia
nach der Kaiserin der Kaiserin.
- 1814. 15. Kaiserin nach im Ausland.
nach Kaiserin der Kaiserin.
- 1701. 18. Kaiserin Kaiserin III. von Preußen
nach und Kaiserin der Kaiserin im Ausland
schwerer als Kaiserin Kaiserin I.
- 1811. 19. Im Ausland in Preußen der
Kaiserin nach und Kaiserin der Kaiserin
Kaiserin.
- 1784. 20. Kaiserin der Kaiserin. Ende der
Kaiserin der Kaiserin.
- 1791. 21. Kaiserin, Kaiserin von Preußen,
Kaiserin.
- 1799. 21. Kaiserin Kaiserin der Kaiserin.
Kaiserin.
- 1806. 21. Kaiserin der Kaiserin.
Kaiserin.
- 1712. 24. Kaiserin der Kaiserin.
Kaiserin.
- 1796. 25. Kaiserin der Kaiserin nach und
Kaiserin der Kaiserin der Kaiserin.
- 1816. 25. Im Ausland fand der Kaiserin
Kaiserin der Kaiserin, Kaiserin, Kaiserin.
Kaiserin.
- 1814. 28. Im Ausland fand Kaiserin der Kaiserin.
Kaiserin.
- 1717. 28. Im Ausland fand Kaiserin der Kaiserin.
Kaiserin.
- 1814. 29. Kaiserin der Kaiserin, Kaiserin der
Kaiserin der Kaiserin.
- 1643. 30. Kaiserin der Kaiserin der Kaiserin,
Kaiserin.

Pulkstena ufsteleščana peh; saules.

Bee pulkstena rittigas ufsteleščanas ir dimejadas starpibas wehra nemamas, kas i: di šchim gan Abahju kalenderes eesihmetas tiluščas, bet Latweešču kalenderes naw lišias, gan laikam tadeht ween, ka ta iifstadroščana, zaur lam tabš starpibas zetahs, nekolloteem naw weegli saprohtama. Bet tad nu tatehu tabš starpibas rohnahs un ir, kaut ir dafchi wiim ujšelščanos nesina jeb ari newaretu saprast, tad peeteef, tad wiim ir šchis, kas zaur astronomieem (swaigšču:pratiģeem) aprehtinatas un ufrahditas, tap:it uftizibas peenem, la wišu zitu, kas kalendere par saules lehtščanu un no-eeščanu, aptumščoščanu u. t. pr. eesihmets. Ta weena no minetahm starpibahm ir ta, ka wišahm weetohm wies semes naw saules lehtščana un no-eeščana uš weenu un to pašču štundu; ta oħtra wehrojama starpiba ir ta, ka tas saules tezeščanas laifs no pusdeenas-lihņijas lihđi pusdeenas-lihņijai, zaur wišu gadu ir neweenads, proht it laitra saules-deena (tas ir deen ar nakti lohpd) neiņes wis it rittigi 24 štundas, kaut gan wišu gadu lohpd nemot tas aprehtinats widus-mehrs tā iņnoht. Kad nu štundu-pulkstens tā maščina tilai weenliħošigu mehu war rahdiht, tad šchis — ja tilai uš it rittigu gabjumu laifs — ar saules-pulkstenu salihđsinot, kas peh; pusdeenas-lihņijas ufstelts, to starpiba it rittigi war ufrahdiht, par zil dand; saules-tezets laifs ar widus-mehra nemtu laifu nesacetahs (un peh; pulkstena mehrojšanas tatehu wiš gabš lohpd aprehtinats). Tadeht ir bruhle nahjes, lušes-pulkstenu (t. i. leščas, seenas- jeb tohna-pulkstenu) uš widežu laifu ufsteleht. Ta Widsēms kalenderes eesihmeta saules-lehtščana un no-eeščana ir peh; saules-pulkstena ušdohta, tadeht pee lušes-pulkstena rittigas ufsteleščanas ir tabele A, fur ta peekaitama (+) waj atkaitama (—) starpiba ufrahdita, palihya jānem.

Par starpibahm no lahđahm sekundeim ween newuhtu runas wehrtā, bet her starpiba rohnahs jan no wairal minuteim, la wicah par pulkstena ufsteleščanu Wluljue rahdits un la šchpat šchent tabele redjoms, tur to wehed nemt gan newuhtu wehđi, it ihpatču lahđās weetās un darisčandis, fur smaltal uš laifu lohpd raudst, par pr. uš dšestē-teem. Weidot jo labas šaprehtšanas labas weht persimne, ka par ihstenu saules-laifu ļauj to laifu, to saules-pulkstene rahda, un par widežu laifu ļauj to laifu, t. i. lušes-pulkstenu wairu rahdiht.

3. att. Fragmenti no 1872. g. 25. oktobra «Baltijas Vēstnesī» publicētā raksta par pulksteņa iestādīšanu pēc Saules.

pārsniedz pat stundas ceturksni, tomēr ziņas par Mēness lēktiem un rietiem abos kalendāros ir identiskas!

Tā pagājušā gadsimta 70. gados izveidojas īpatns stāvoklis, kad no Latvijas teritorijā iznākošajiem kalendāriem vieni datus par spīdekļu lēktiem un rietiem publicē jau vidējā laikā, bet citi tāpat kā senāk — patiesajā laikā. Kādā avīzes rakstā⁵ lasītāju uzmanību šim faktam pievērš kāds visai kompetents astronomisku parādību apgaismotājs, kas parakstījis tikai ar vienu burtu — *K*. Viņš attaisno Vidzemes latviešu kalendāru izdevējus, ka attiecīgie labojumi, skaitļojot datus, nav ievēroti «gan laikam tādēļ vien, ka tā izskaidrošana, caur kam tās starpības ceļas, neskolotiem nav viegli saprotama». Starp citu, raksta autors izskaidro arī vietējā laika starpību dažādās Latvijas vietās, piemēram, Rīgā, Alūksnē, Piebalgā, Cēsvainē. Jāatceras, ka toreiz vēl nebija joslu laika un katrā pilsētā un pat katrā apdzīvotā vietā lietoja savu vietējo laiku.

Raksta autoram ir nenoliedzamas profesionālas zināšanas aplūkojamā jautājumā. Zēl, ka šobrīd nespējam atšifrēt, kas bija šis *K*. Tikai jāpiebilst, ka rakstā ir viena nepareizība. Ne jau atšķirība starp latviešu un vācu valodās izdotajiem kalendāriem. Acīmredzot, autors ir salīdzinājis tikai latviešu valodā iznākušos Vidzemes kalendārus un vācu Jelgavas kalendāru. Tādēļ nepareizs ir spriedums, ka laika vienādojums ņemts vērā vienīgi vācu kalendāros, bet latviešu kalendāros nē.

Si apcerējuma vajadzībām nepieciešamos materiālus vākt palīdzējusi Jausma Kožankova, par ko viņai pateicība.

⁵ Baltijas Wehstnesis, № 43, 25. okt. 1872.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

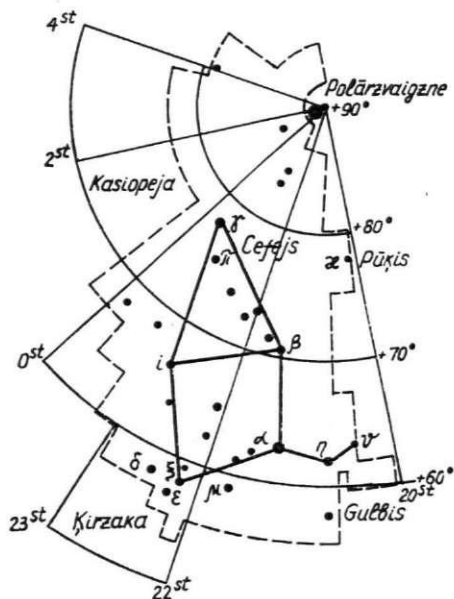
★★ Pamatojoties uz atklājumu, ka Mēness grūntī atrodamas ultrastikas daļiņas no tīras dzelzs, kura neoksidējas pat Zemes apstākļos, padomju zinātnieki ieteikuši jaunu paņēmieni cīņai pret metālu koroziju: apstarošanu ar intensīvu jonu plūsmu, kura imitē Mēness apstākļiem raksturīgo Saules vēja iedarbību. Šāda apstrāde likvidē uz metāla virsmas sākotnējos oksidēšanās centrus, kuri kalpo par pirmsākumu «ķēdes reakciju» atgādināšanai korozijas procesam.

★★ Vairākas Mēness magnētiskās anomālijas, kas pamanītas pēc «Apollo-16» ekspedīcijas palaistā pavadoņa mērījumiem, ir pietiekami spēcīgas, lai magnētiskais lauks pasargātu atbilstošos virsmas apgabalus no Saules vēja. No otras puses, lielākās anomālijas, izrādās, labi sakrīt ar neparastas formas gaišām detaļām uz Mēness virsmas. Šāda sakrītība apliecina, ka Saules vēja jonu trāpījumi tiešām būtiski ietekmē Mēness iežu un grunts optiskās īpašības, padarot tos manāmi tumšākus.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1981. GADA RUDENĪ

1981. gada astronomiskais rudens sākas 23. septembrī plkst. 7^h05^m pēc Maskavas laika, kad Saule krusto debess ekvatoru t. s. rudens punktā un pāriet no ziemeļu puslodes dienvidu puslodē. 22. decembrī plkst. 1^h51^m Saule nonāk ziemas saulgriežu punktā. Ar šo brīdi ir beidzies rudens un sākas ziema.

Rudens vakaros debess dienvidu pusi aizņem zvaigznāji, kuriem ir kopīga izcelsme. Tie ir Cefejs, Kasiopeja, Andromeda, Persejs, Pegazs un Valzivs. Divi no tiem — Cefejs un Kasiopeja ir nenorietoši zvaigznāji un vienlīdz labi redzami jebkurā gadalaikā.



1. att. Cefeja zvaigznāja spožākās zvaigznes.



2. att. Cefeja zvaigznājs J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

Savienojot Lielā Lāča kausa abas malējās zvaigznes ar taisni un turpinot savienojuma līniju uz augšu caur Polārzvaigzni, nonāksim Cefeja zvaigznājā. Tas ir sengrieķu teikās minētais Etiopijas valdnieks, Kasiopejas vīrs un Andromedas tēvs. Senie ēģiptieši identificēja Cefeja zvaigznāju ar Ēģiptes faraonu Heopsu, kas dzīvoja ap 2700. gadu pirms mūsu ēras.

Cefeja spožākā zvaigzne α jeb Alderamins ir nedaudz vājāka par 2. zvaigžņu lielumu. Tas ir karsts A7 spektra klases baltais milzis, kas atrodas 49 gaismas gadu attālumā no Saules.

Visizcilākā Cefeja zvaigzne ir δ , veselas mainzvaigžņu klases — cefeīdu pārstāve. Zvaigznes spožuma maiņu konstatēja 1784. gadā kurlmēmais angļu astronomijas amatieris Džons Gudraiks. Tagad ir zināms vairāk nekā 700 cefeīdu gan mūsu Galaktikā, gan citās galaktikās.

Cefeīdām ir raksturīgs samērā straujš spožuma pieaugums apmēram par 1^m un lēnāka samazināšanās. Spožuma maiņas periods ir 0,5—50 dienas, turklāt katrai zvaigznei tas ir stingri nemainīgs. Līdz ar spožumu mainās arī spektra klase no F1—F3 maksimumā līdz G1 minimumā. Tas nozīmē, ka mainās arī virsmas temperatūra vairāk nekā par 1000° . Periodiskas spektra līniju novirzes spožuma minimumā uz sarkano galu,



3. att. Cefeja zvaigznājs vecā čehu zvaigžņu atlantā.

bet maksimumā uz violeto liecina, ka cefeīdas ārējie slāņi ritmiski pulsē, resp., zvaigzne nepārtraukti saraujas un izplešas. Pulsāciju izmēri ir grandiozi — vairāki miljoni kilometru dažās dienās. Izcilais amerikāņu astrofiziķis H. Šeplijs ir nosaucis cefeīdas par vissvarīgākajām zvaigznēm. Šis novērtējums ir spēkā arī šodien. Cefeīdām ir ārkārtīgi liela loma Visuma izpētē. Tās tiek izmantotas attālumu noteikšanai līdz tuvākajām galaktikām, Galaktikas spirāliskās struktūras un rotācijas pētīšanā, zvaigžņu evolūcijas teorijā.

Cefeja δ spožuma maiņas periods ir 5 dienas 8 stundas 48 minūtes, tās spožums mainās no 3,6 līdz 4,3. Bez tam δ ir dubultzvaigzne. 41 loka sekundes attālumā no dzeltenīgās cefeīdas atrodas tās pavadoņi — 7,5 lieluma zilgana zvaigznīte. Līdz šim pārim ir 930 gaismas gadi.

Pie viena no cefeīdu paveidiem pieder Cefeja β , raksturīga šīs grupas zvaigžņu pārstāve. Šī tipa zvaigznes sauc arī par Lielā Saņa β tipa zvaigznēm. Tās visas ir karsti baltie milži spektra klase B1—B3), kuru spožuma maiņas amplitūda ap $0^m,1$, bet periods 0,1—0,3 dienas. Cefeja β periods ir 0,19 dienas, amplitūda — $0^m,05$. Ar neapbruņotu aci tās spožuma maiņa nav manāma, to var konstatēt tikai ar jutīgu elektrofotometru. Arī β ir dubultzvaigzne. Sistēmas orbitālais periods — 50 gadi.

Interesanta maiņzvaigzne ir Cefeja μ , kuru tās uzkrītoši sarkanās krāsas dēļ V. Heršels nosauca par Granātu zvaigzni. Tā ir M2 spektra klases pusregulāra maiņzvaigzne milzis, kuras spožums mainās no $3^m,5$ līdz $5^m,2$. Padomju astronoms V. Cesēvičs konstatēja zvaigznes spožuma maiņā periodu svārstības, kas pārklāj cita citu: 1) spožuma svārstības ar 90 dienu ciklu un $0^m,1$ amplitūdu; 2) svārstības ar 730—940 dienu ciklu un aptuveni 1^m amplitūdu; 3) svārstības ar 4500 dienu periodu un 1^m amplitūdu. Tajos momentos, kad sakrīt visu šo svārstību minimumi, μ ar neapbruņotu aci gandrīz nav saskatāma. Ļoti līdzīga šai zvaigznei pēc spožuma maiņas rakstura ir Betelgeize (Oriona α). Ir konstatēts, ka Betelgeizes disku klāj tumšāki un gaišāki plankumi. Iespējams, ka šo zvaigzņu spožuma maiņu ietekmē arī rotācija.

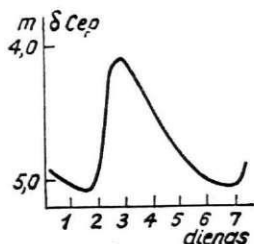
Planētas

Merkurs redzams tikai oktobra beigās un novembrī no rītiem dienvidaustrumos pirms Saules lēkta Jaunavas, bet no 14. novembra Svaru zvaigznājā. 6. novembrī Merkurs netālu no Spikas nonāk konjukcijā ar Jupiteru 1° uz ziemeļiem no tā. Tā redzamais spožums ir $-0,5$, Jupitera $-1,2$, Spikas $+1,2$. 10. decembrī Merkurs nonāk augšējā konjukcijā — aiz Saules un līdz gada beigām nav redzams.

Venēra 11. novembrī atrodas vislielākajā elongācijā -47° uz austrumiem no Saules un visu rudeni redzama kā Vakara zvaigzne. Pārvietojas pa Svaru, Skorpiona, Čūskneša, Strēlnieka un Mežāža zvaigznājiem. Decembra vidū tās spožums sasniedz maksimālo vērtību ($-4,4$). Mēness aiziet gar Venēru 1. oktobrī, 1. novembrī, 30. novembrī un 29. decembrī.

Marss rudens sākumā redzams no rītiem, bet vēlāk visu nakts otro pusi dienvidaustrumos Lauvas zvaigznājā. Decembra vidū pāriet uz Jaunavas zvaigznāju. 19. oktobrī paiet garām Regulam 1° uz ziemeļiem no tā. Regula spožums ir $+1,3$, Marsa $+1,7$. Līdz gada beigām Marsa spožums pieaug līdz $+0,9$.

*Jupiter*s 14. oktobrī atrodas konjukcijā ar Sauli. Kļūst redzams tikai novembra sākumā no rītiem zemu dienvidaustrumos Jaunavas zvaigznājā. Decembrī redzams visu nakts otro pusi. Spožums rudens mēnešos izmainās no $-1,2$ līdz $-1,4$. Mēness paiet gar Jupiteru 23. novembrī un 21. decembrī.



4. att. Cefeidas spožuma maiņas likne.

Saturns atrodas konjunktijā ar Sauli 6. oktobrī un kļūst redzams nedaudz ātrāk par Jupiteru arī Jaunavas zvaigznājā. To redzamības apstākļi vienādi, tikai Saturns lec apmēram stundu ātrāk nekā Jupiteris. Visu gada pirmo pusi abas lielās planētas atradās tuvu blakus. Tagad tās attālinās viena no otras. Gada beigās Saturns jau atrodas 13° uz rietumiem no Jupitera. Tā spožums rudens sākumā +1,0, bet gada beigās +0,9. Gredzeni ir redzami. Mēness aiziet gar Saturnu 22. novembrī un 20. decembrī.

Urāns 22. novembrī atrodas konjunktijā ar Sauli un rudenī nav redzams.
Mēness

☾ (pēdējais ceturksnis)

20. septembrī	plkst. 23 ^h 48 ^m
20. oktobrī	„ 6 41
18. novembrī	„ 17 55
18. decembrī	„ 8 48

● (jauns Mēness)

28. septembrī	plkst. 8 ^h 08 ^m
27. oktobrī	„ 23 14
26. novembrī	„ 17 39
26. decembrī	„ 13 11

Mēness apogejā

3. oktobrī	plkst. 4 ^h
30. oktobrī	„ 19
27. novembrī	„ 0 ^h
24. decembrī	„ 2

☽ (pirmais ceturksnis)

6. oktobrī	plkst. 10 ^h 46 ^m
5. novembrī	„ 4 10
4. decembrī	„ 19 23
3. janvārī	„ 7 46

☺ (pilns Mēness)

13. oktobrī	plkst. 15 ^h 50 ^m
12. novembrī	„ 1 27
11. decembrī	„ 11 42
9. janvārī	„ 22 54

Mēness perigejā

15. oktobrī	plkst. 5 ^h
12. novembrī	„ 14
11. decembrī	„ 3
8. janvārī	„ 14

Meteoru plūsmas

8.—10. oktobrī Drakonīdas, 14.—20. oktobrī Taurīdas, 14.—26. oktobrī Orionīdas, 8.—19. novembrī Leonīdas, 10.—27. novembrī Andromedīdas, 1.—18. decembrī Geminīdas, 20.—25. decembrī Ursīdas.

Ā. Alksne

PIRMO REIZI
«ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»



Zigrīda APALA —
arheoloģe, LPSR Zinātņu akadēmijas Vēstures institūta Senlietu konservācijas laboratorijas vadītāja. Nodarbojas ar Cēsu mūra pils arheoloģisko izpēti un senlietu saglabāšanas problēmām.



Viktors SERMUĻŅŠ — fiziķis, LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieks. Pētī Saules uzliesmojumu problēmas.



Otomārs VILĀNS — pedagogs, latviešu valodas un literatūras pasniedzējs, latviešu un krievu valodas gramatikas mācību grāmatu līdzautors.

JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Lai turpinātu pilnveidot pasaules okeāna un sauszemes kompleksas izpētes metodes, Padomju Savienībā saskaņā ar socialistisko valstu sadarbības programmu šajā jomā 1981. gada 6. februārī palaists ZMP «Interkosmos-21». Tāpat kā «Interkosmos-20» un dažos citos pavadoņos tajā līdztekus pētnieciskajai aparatūrai uzstādīta arī sistēma zinātniskās informācijas vākšanai no automātiskām stacijām, kas izvērstas jūrās, okeānos un uz sauszemes. Pavadoņa izveidē piedalījušies Padomju Savienība, Čehoslovākija, Rumānija, Ungārija un VDR.

★★ Apstrādājot ar visjaunākajām metodēm okeanogrāfiskā ZMP «Seasat» (ASV, 1978. g.) radiolokatora-skaterometra (radiostarojuma izkliedes mērītāja) datus par okeāna viļņojumu, vēja ātrumu virs ūdens izdevies noteikt ar precizitāti līdz 1,5 m/s, virzienu — līdz 10° (salīdzinājuma ar tiešiem mērījumiem). Darot to pašu ar parasto papēmienu — pēc meteoroloģisko ZMP pārraidītajiem mākoņu segas attēliem, novērtējums iznāk krietni neprecīzāks — ātrumam pat apmēram desmit reizes.

★★ Lai gūtu skaitlisku priekšstatu par ekonomisko efektu, ko dod Zemes izpēte no kosmosa, amerikāņu specialisti izanalizējuši deviņus projektus, kas saistīti ar dabas resursu racionālu izmantošanu un apkartejās vides aizsardzību Cesapika liča rajonā (Merilendas štats). Izrādījies, ka kosmisko novērojumu pielietošana samazinājusi darbu apjomu vismaz par 8%, bet kopējo naudas līdzekļu patēriņu — pat par 50% un vairāk, turklāt nospraustie uzdevumi izpildīti precīzāk, pilnīgāk un savlaicīgāk.

★★ Divpusīgas Saules baterijas, kuras izmanto vienlaikus gan tiešo, gan no Zemes atstaroto gaismu, mūsu planētas tuvumā var sniegt par 20—50 % vairāk elektroenerģijas nekā parastās vienpusīgās baterijas ar tādu pašu platību. Šādu rezultātu padomju kosmiskās tehnikas speciālisti ieguvuši eksperimentā ar nelielu divpusīgu bateriju, kas bija uzstādīta orbitālajā stacijā «Salūts-5».

Kļūdas labojums

«Zvaigžņotā debess» 1981. gada vasaras numurā 18. lpp. ievietotais 1. attēls attiecas uz A. Bāklava rakstu «Par Saules koronālo caurumu temperatūru». Jālasa: 1. att. Koronālā cauruma veidošanās Saules magnētisko lauku konfigurācijas. Schematic attēlojums.

СОДЕРЖАНИЕ

Н. Цимихович. Космические мотивы в поэзии Райниса. А. Балклавс. Нейтрино и Вселенная. НОВОСТИ. А. Балклавс. Новые данные о реликтовом излучении. У. Дзервитис. Два курьеза в астрономии. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Пятая экспедиция на «Салуте-6». 1 (согласно сообщениям ТАСС). Э. Мукин. Балансируя между Землей и Солнцем. Испытание первого космолета (по материалам зарубежной прессы). В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. Поздравляем профессора Карла Штейна! З. Апала, Я. Клетниекс. Фотограмметрия в археологии. КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ. А. Балклавс, В. Сермулиньш, А. Спектор. На повестке дня проблемы космической физики. ИСТОРИЯ. Леонид Розе. Уравнение времени в календарях Курземе и Видземе в XIX веке. А. Алксне. Звездное небо осенью 1981 г.

CONTENTS

N. Cīmahoviča. Cosmic motives in the poetry of Rainis. A. Balklavs. Neutrino and Universe. NEWS. A. Balklavs. New evidence on relique radiation. U. Dzervītis. Two astronomical funnies. SPACE EXPLORATION. The fifth expedition in «Salut-6». 1. (According to TASS.) E. Mūkins. Balancing between the Earth and the Sun. A test of the first spaceplane. (According to foreign press.) IN OUR REPUBLIC. Congratulate professor Kārlis Steins. Z. Apala, J. Klētnieks. Photogrammetry in archaeology. CONFERENCES, MEETINGS. A. Balklavs, V. Sermuliņš, A. Spektors. On cosmic physics problems. HISTORY. Leonids Roze. Time equation in Kurzeme and Vidzeme calendars of the 19th century. Ā. Alksne. Starry sky in the autumn of 1981.

Pamanītās iespiedklūdas

Lappuse	Rinda	Iespiests	Jābūt
9.	13. no apakšas	(\bar{v}_τ)	(v_τ)
9.	4. no apakšas	un v_μ	un \bar{v}_μ
45.	14. no augšas	Wapen	Wappen
Vāku 2. lpp.	2. no augšas	138. lpp.	38. lpp.)

Zvaigžņotā debess, 1981. gada rudens

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ОСЕНЬ 1981 ГОДА

Издательство «Зинатне», Рига 1981

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1981. GADA RUDENS

Redaktore I. Jansone. Mākslinieciskais redaktors V. Zirdziņš. Tehniskā redaktore A. Pelikša. Korektore L. Toča.

ИБ № 835.

Nodota salikšanai 05.05.81. Parakstīta iespiešanai 20.07.81. JT 17121. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 5,69 izdevn. l. Metiens 2500 eks. Pasūt. Nr. 100224. Maksā 25 k. Izdevniecība «Zinātne», 226018 Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatve 11.



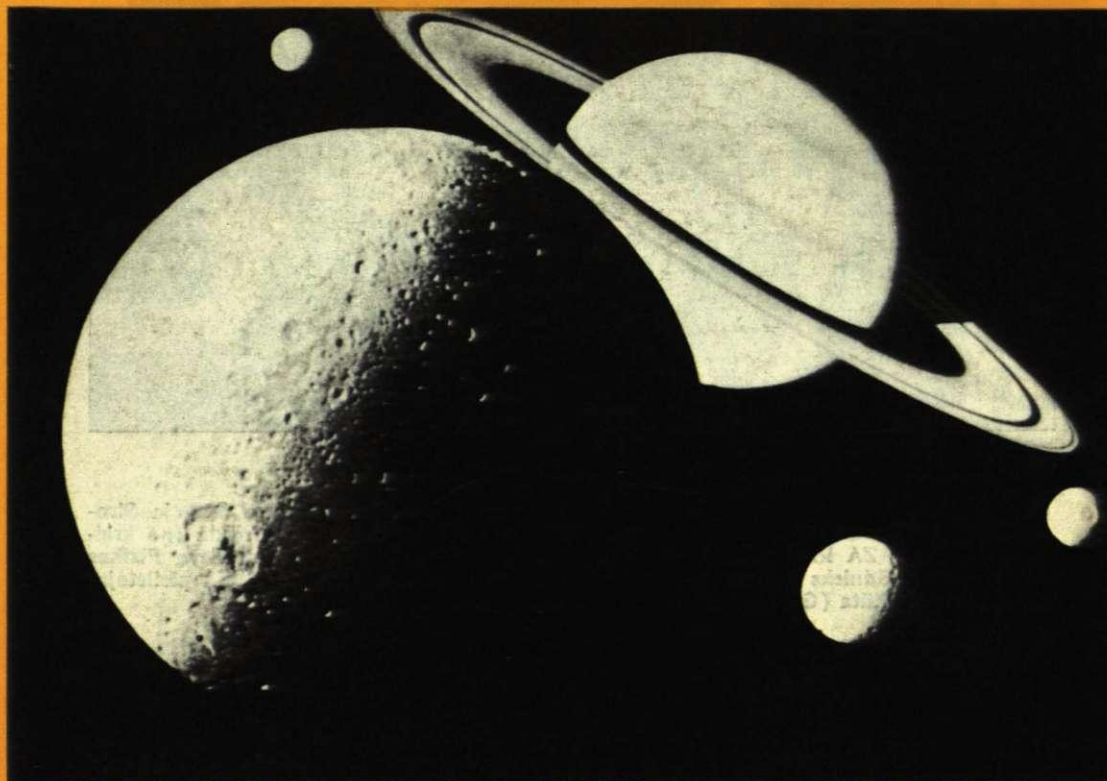
Ši gada sākumā Jūrmalā strādāja padomju fiziķa un astrofiziķa profesora Sergeja Sirovatska piemiņai veltītā 1. Vissavienības skola kosmiskajā fizikā. Pirmajā rindā (no kreisās) sēž LPSR ZA RAO zin. līdzstrādnieks A. Spektors, PSRS ZA P. Ļebedeva Fizikas institūta līdzstrādnieks B. Somovs, prof. M. Kobrins un M. Keldiša PSRS ZA pielietojamās fizikas institūta (Gorkija) līdzstrādniece J. Zlotņika.

LU bibliotēka



220062567

● Saturns (diametrs ap 120 tūkst. km), tā gredzeni un četri vidēji lielie pavadoņi: tuvplānā — Dione (diametrs 1120 km), augstāk — Encelads (500 km), pa labi — Tētija (1050 km) un Mimass (390 km). Lai arī pavadoņu masas ir mazas un tur valdošais smaguma spēks — vājš, tas tomēr piešķiris šiem ķermeņiem pareizas sfēras formu.



● Attēls samontēts Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktīvās kustības laboratorijā no uzņēmumiem, kurus 1980. gada novembrī no Saturna apkārtnes pārraidīja amerikāņu kosmiskais aparāts «Voyager-1». Tā kā tie iegūti dažādos trajektorijas punktos, visi ķermeņi nav redzami gluži vienādā fāzē, kā tam vajadzētu būt dabā.