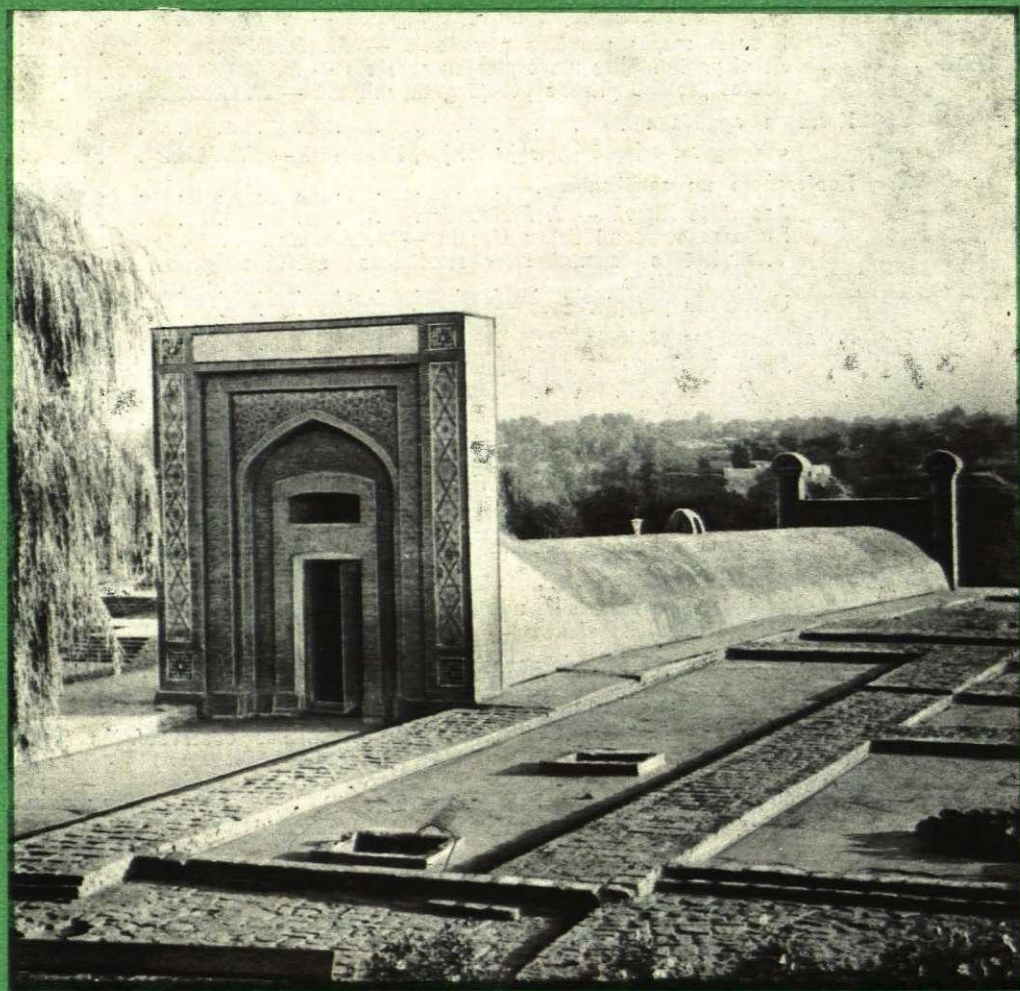


# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1979. GADA  
PAVASARIS



**SATURS**

Jaunākās atziņas par kvazāru dabu — <i>A. Balklavs</i> . . . . .	1
Zvaigznes ar diviem kodolreakciju slāņiem — <i>J. Francmanis</i> . . . . .	10
R. Geršberga hipotēze par uzliesmojošām zvaigznēm — <i>Z. Alksne</i> . . . . .	16
<b>Astronomijas jaunumi</b> . . . . .	20
Jauni Urāna gredzeni — <i>E. Mūkins</i> . . . . .	20
Saturna gredzenu viļņojums — <i>N. Cimahoviča</i> . . . . .	21
Marsa pavadoņu noslēpumi — <i>I. Eglītis</i> . . . . .	22
Vēlreiz par Marsa magnētisko lauku — <i>N. Cimahoviča</i> . . . . .	25
Saules sistēmas sadursmes ar starpzvaigžņu vielas mākoņiem — <i>Z. Alksne</i> . . . . .	25
H <sub>α</sub> emisija sarkanajās milzu zvaigznēs — <i>I. Eglītis</i> . . . . .	27
Pirmais mazās planētas pavadonis — <i>M. Dirīķis</i> . . . . .	29
Atkal papildinājamie mazo planētu saraksts — <i>M. Dirīķis</i> . . . . .	30
Saules protonu plūsma pēdējā gadu miljonā — <i>N. Cimahoviča</i> . . . . .	32
<b>Kosmosa apgūšana</b> . . . . .	33
«Voyager»: ceļamērķi, trajektorijas, lidaparāti — <i>E. Mūkins</i> . . . . .	33
<b>Konferences un sanāksmes</b> . . . . .	39
Apsprīde Kijevā — <i>J. Freimanis</i> . . . . .	39
Eiropas astronomi tiekas Upsalā — <i>A. Alksnis</i> . . . . .	40
Vissavienības seminārā «Astrofizikas aktuālās problēmas» — <i>A. Balklavs</i> . . . . .	44
Uz Krimu pēc pieredzes — <i>G. Svabadnieks</i> . . . . .	49
<b>No astronomijas vēstures</b> . . . . .	53
Jānis Ikaunieks, Mihals Borhs un teiksmainā Varakļānu pils — <i>J. Stradiņš</i> . . . . .	53
No Varakļānu pils pagātnes — <i>E. Spēlmane</i> . . . . .	57
Stiprais gars — <i>A. Pormale</i> . . . . .	61
Fotogrammetriskā ekspedīcija uz Ulugbeka celtnēm Buhārā un Samarkandā — <i>J. Klētnieks</i> . . . . .	62
<b>Pirms 100 gadiem</b> . . . . .	72
Novērots vulkāna izvirdums uz Mēness — <i>Leonīds Roze</i> . . . . .	72
<b>Hronika</b> . . . . .	74
Zvaigžņu fotoelektriskie novērojumi Vidusāzijā — <i>O. Paupers</i> . . . . .	74
Pētis «biofizikālo efektu» — <i>N. Cimahoviča</i> . . . . .	75
<b>Zvaigžņotā debess 1979. gada pavasari</b> — <i>Ā. Alksne</i> . . . . .	76

Vāku 1. lpp. Ulugbeka Samarkandas observatorija. *R. Salcēviča foto.*

Vāku 4. lpp. Upsalas (Zviedrija) Universitātes Astronomiskās observatorijas tornis. *A. Alksņa foto.*

*Redakcijas kolēģija: A. Alksnis, A. Balklavs (atb. red.), N. Cimahoviča, I. Daube, J. Francmanis (atb. sekr.), L. Roze. Numuru sastādījis A. Alksnis.*

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1978. gada 16. novembra lēmumu.

 R I G A «Z I N Ā T N E» 1 9 7 9



83

# ZVAIĢŅOTĀ DEBESS

1979. GADA PAVASARIS

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS  
RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKU RAKSTU KRĀJUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA SEPTEMBRA

A. BALKLAVS

## JAUNĀKĀS ATZIŅAS PAR KVAZĀRU DABU

Kvazāri — šie kosmiskie objekti, kas ar savām neparastajām īpašībām un it sevišķi ar savu ārkārtīgi lielo izstarotspēju pārsteidza un satrieca pat daudz pieredzējušo un dažādiem brīnumiem it kā sagatavoto astronomu iztēli, — vēl joprojām atrodas astrofizikālo pētījumu uzmanības centrā.<sup>1</sup> Kopš 1960. gada, ko var uzskatīt par kvazāru problēmas «dzimšanas» gadu, mūsu zināšanas par tiem ir bagātinājuši daudzi jauni secinājumi, kas devuši iespēju ievērojami tuvoties ar šo objektu eksistenci saistīto parādību un īpatnību izpratnei, taču galveno problēmu — kvazāru starojuma mehānismu — vēl joprojām nevar uzskatīt par atminētu. Ir iezīmējušās vairākas perspektīvas hipotēzes, pie kuru pilnveidošanas pašlaik strādā daudzi ievērojami astrofizikāli. Šī nelielā raksta nolūks ir iepazīstināt «Zvaigžņotās debess» lasītājus ar dažiem no tiem jaunākajiem rezultātiem un atziņām, kas gūti, jau gandrīz divdesmit gadus intensīvi pētot kvazārus.

Kvazārus no citiem kosmiskajiem objektiem atšķir un raksturo, kā zināms, piecas galvenās īpašības: 1) ļoti mazi leņķiskie izmēri radiodiapazonā. Optiskajā diapazonā novērojamais objekts, kas saistās ar kvazāru, parasti atrodas starp diviem radiodiapazonā starojošiem apgabaliem; 2) salīdzinājumā ar parastajām zvaigznēm liels ultravioletā un infrasarkanā starojuma ekscess; 3) platas emisijas līnijas un šauras absorbcijas līnijas to optiskajā spektrā. Emisijas līniju platumu norāda uz starojošo atomu kustībām ar ātrumu ap  $3 \cdot 10^3$  km/s; 4) liela sarkanā

<sup>1</sup> Par kvazāru atklāšanas vēsturi un pirmajiem mēģinājumiem izskaidrot to fizikālo dabu skat., piemēram, A. Balklava rakstu «Superzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1964. gada rudens, 1.—9. lpp.

nobīde, kas ļauj pieskaitīt kvazārus pie vistālākajiem pašlaik zināmajiem Metagalaktikas objektiem; 5) starojuma mainīgums plašā spektra intervālā, kas aptver kā radio, tā optiskās frekvences. Optiskajā diapazonā mainīgums sasniedz  $0^m,5$  līdz  $1^m$  laika posmā, kas dažādiem kvazāriem svārstās no dažām stundām līdz pat vairākiem mēnešiem un gadiem.

Spektrālie novērojumi ļauj secināt, ka kvazārus veidojošajai vielai ir aptuveni tāds pats ķīmiskais sastāvs kā starpzvaigžņu gāzes mākoņiem, bet fizikālie apstākļi kvazāros ir ļoti līdzīgi tiem, kādi valda tā saucamo Seiferta un N galaktiku kodolos. Līdzīgas izrādās arī šo objektu masas. Par to liecina rezultāti, kādus savos pētījumos guvuši pazīstamais astrofizikālis Dž. Bērbidžs (Kalifornijas universitāte, ASV) un J. Perri (Makša Planka Astrofizikas institūts, Minhene, VFR). Viņi veica aprēķinus, pieņemot, ka kvazāri atrodas kosmoloģiskos attālumos un ka gāzi, kas rada starojumu absorbcijas un emisijas līnijas, kādas redzamas kvazāru spektros, no centrālā objekta izviedis tikai starojuma spiediens. Šajā gadījumā, kad atgrūšanos no centra rada tikai starojuma spiediens, bet pievilkšanos uz centru — tikai centrālā objekta gravitācija, var noteikt šī centrālā objekta masu. Tā izrādījās ieslēgta intervālā starp  $5 \cdot 10^7$  un  $2 \cdot 10^9 M_{\odot}$ , bet šie lielumi ir apmēram tādi paši, ar kādiem vērtē Seiferta un N galaktiku kodolu masas. Jāpiebilst, ka šī masu intervāla augšējā robeža ir ap 10—100 reizu mazāka par galaktiku masām, kas var sasniegt  $10^{11} M_{\odot}$  lielas vērtības.

Tomēr šie un vēl citi fakti, kas acīmredzot norāda uz dziļu to procesu kopību, kuri nosaka minēto objektu aktivitāti, un varbūt pat uz zināmu ģenētisku saistību starp tiem, nebūt nenozīmē to, ka kvazāri ir tikai lielākos attālumos izvietotas Seiferta un N galaktikas. Šādu secinājumu noraida ne tikai šo objektu producēto starojumu enerģijas daudzumu salīdzinājums, bet arī statistiski pētījumi par kvazāru, kvazagu, Seiferta, N un parasto galaktiku izplatību un koncentrāciju. Pēdējo nosaka, saskaitot kvazārus, kvazagus utt., kas nav spožāki par noteiktu zvaigžņu lielumu, piemēram,  $18^m$ . To izdarot un pieņemot parasto galaktiku koncentrāciju par 1 (absolūti tas ir vienlīdzīgs  $5 \cdot 10^{-2}$  galaktikām  $1 \text{ Mps}^3$  jeb piecām galaktikām 100 kubikmegaparsekos), izrādās, ka Seiferta galaktiku koncentrācija ir apmēram  $10^{-2}$ , N galaktiku —  $10^{-4}$ , kvazagu —  $10^{-5}$  un kvazāru —  $10^{-7}$ . Tas viss apstiprina domu, ka kvazāri ir īpašu metagalaktisku objektu populācija.

Pēc pašreizējiem priekšstatiem, kas balstīti uz līdz šim iegūtajiem novērojumu datiem un to teorētisko interpretāciju, kvazārus uzskata par ļoti masīvām galaktikām — vai nu par sevišķa tipa, domājams, sfēriskām galaktikām, vai arī par normālu galaktiku zināmām attīstības stadijām. Sos uzskatus apstiprina arī fakts, ka dažiem tuvākajiem kvazāriem samērā nesen — 1972. gadā — izdevās atšķirt zvaigžņu starojumu, un tādēļ tos par izejpunktu un pamatu tālākajiem pētījumiem ir pieņēmusi lielākā daļa vadošo astrofiziku.

Kaut gan kvazāru, kā jau galaktiku, masu nosaka galvenokārt to sastāvā ietilpstošo zvaigžņu kopējā masa, tomēr kvazāru milzīgā izstarotspēja ir saistīta tikai ar to centrālajām daļām, t. i., ar kodoliem, kuru izmēri, kā rāda pēdējā laikā izdarītie mērījumi ar lielas bāzes radiointer-



ferometriem, nav lielāki par  $10^{15}$ — $10^{17}$  cm.<sup>2</sup> Līdz ar to jautājums par kvazāru dabu faktiski ir jautājums par kvazāru kodolu dabu un tiem procesiem, kuru rezultātā šajos samērā niecīgajos telpas apgabalos ģenerētā starojuma jauda nepārtrauktajā spektrā sasniedz  $10^{47}$ — $10^{48}$  ergi/s, kas ir apmēram  $10^3$ — $10^4$  reizi vairāk nekā vislielāko un masīvāko galaktiku daudzmiljardu zvaigžņu kopējais starojums. Šī jautājuma atrisināšanu it īpaši sarežģī tas, ka milzīgie enerģijas daudzumi, kas izdalās kvazāru kodolu aktivitātes procesos, parādās nevis enerģijas zemākajā termodinamiskajā formā — siltumā, bet gan tās augstākajās formās, resp., noteiktos virzienos izmestu gāzu masu kustības kinētiskajā enerģijā, magnētisko lauku un relativistisko daļiņu enerģijās.

Kvazāru, t. i., to centrālo daļu — kodolu — āktivitātes izskaidrošanai ir izvirzītas vairākas hipotēzes, kuras atkarībā no viedokļiem par šo kodolu struktūru un arī vēsturiski var iedalīt divās grupās. Pie pirmās grupas pieskaitāmas hipotēzes, saskaņā ar kurām kvazāru kodolus veido ļoti blīvs zvaigžņu sakopojums. Viens no pirmajiem šādu hipotēzi izvirzīja padomju astrofiziķis, PSRS ZA korespondētājloceklis N. Kardašovs, vadoties pēc apsvērumiem, ka galaktiku kodolos, kur palielināta matērijas koncentrācija, ļoti intensīvi ir jānorit zvaigžņu veidošanās procesiem un tādēļ jārodas blīvām zvaigžņu kopām. Mazo attālumu dēļ starp zvaigznēm ir jānotiek biežām sadursmēm, kuru rezultātā šīs zvaigznes uzliesmo kā pārnovas, eksplozijas gaitā izmezdamas apkārtnē telpā ļoti lielus starojuma un apvalka vielas daudzumus un pašas pārvēršdamās neitronu zvaigznēs. Šo hipotēzi atbalstīja arī daudzi ārzemju astrofiziķi, jo pirmajā tuvinājumā tā deva iespēju samērā vienkārši izskaidrot gan lielos starojuma enerģijas daudzumus, gan arī novērojumus konstatētās šīs enerģijas neregulārās fluktuācijas.

Otrā hipotēžu grupa saistīta ar ideju, ka kvazāru kodoli ir viens vesels ķermenis. Šīs hipotēzes attīstījās vēlāk sakarā ar to, ka turpmāko detalizētāko pētījumu gaitā atklājās vesela virkne datu un no tiem izrietošu secinājumu, kurus bija grūti un pat neiespējami izskaidrot ar pirmās grupas hipotēžu palīdzību. Tā, piemēram, padomju zinātnieki L. Ozerņojs un akadēmiķis V. Ginzburgs, balstoties uz pieņēmumu, ka kvazāru kodoli ir blīvs zvaigžņu sakopojums, konstatēja, ka pārnovu eksploziju «ķēdes reakcija» nav spējīga producēt tos enerģijas daudzumus, kādi raksturīgi kvazāru starojumam. Arī padomju zinātnieku izstrādātā kvazāru optisko fluktuāciju statistiskās analīzes metode, pielietota kvazāra 3C 273 optiskā starojuma fluktuāciju parametru aprēķiniem, liecināja, ka ar 99% ticamību (varbūtību) šī kvazāra kodols nevar būt nejausi un neatkarīgi uzliesmojošu zvaigžņu sakopojums.

Viena no pirmajām šīs grupas hipotēzēm bija hipotēze, ka kvazāra kodols ir superzvaigzne — samērā blīvs plazmas veidojums ar masu ap  $10^8 M_{\odot}$ . Enerģija šajā gadījumā izdalās tāpat kā zvaigznēs, t. i., kodol-

<sup>2</sup> Salīdzinājumam atzīmēsim, ka Saules sistēmas izmērus vērtē ap  $4 \cdot 10^5$  a. v., t. i., apmēram  $6 \cdot 10^{18}$  cm, bet vistālākās pašlaik zināmās Saules sistēmas planētas Plutona orbītas lielā pusass ir apmēram 80 a. v.  $\approx 1,2 \cdot 10^{15}$  cm. Tātad kvazāru kodolu izmēri ir salīdzināmi ar Saules sistēmas izmēriem un ir apmēram  $10^6$ — $10^7$  reizi mazāki par vismasīvāko un lielāko galaktiku lineārajiem izmēriem, kuru sastāvā ietilpst 100 un vairāk miljardi zvaigžņu, kā tas ir, piemēram, mūsu Galaktikā.

termisko reakciju ceļā, bet ļoti lielo gravitācijas spiedienu līdzsvaro nevis gāzu spiediens kā parastajās zvaigznēs, bet gan starojuma spiediens, jo superzvaigznes gadījumā sakarsēto gāzu spiediens ar šo uzdevumu gluži vienkārši nav spējīgs tikt galā. Prasība, lai superzvaigznes masa būtu ne mazāka par  $10^8 M_{\odot}$ , izriet no nepieciešamības nodrošināt kvazāriem raksturīgo enerģijas daudzumu producēšanu.<sup>3</sup>

Tomēr, kā vēlāk rādīja šīs hipotēzes secinājumu sīkāka analīze, arī tās pamatošana saduras ar vairākām grūtībām. Galvenā no tām, kā parādīja padomju zinātnieka akadēmiķa J. Zeļdoviča aprēķini, ir jautājums par šāda plazmas sakopojuma stabilitāti, kas superzvaigznei nepieciešamo masu gadījumā kļūst ļoti problemātiska, jo izrādās, ka superzvaigzne ar masu, piemēram,  $10^8 M_{\odot}$ , kuru līdzsvaro tikai starojuma spiediens, ir pavisam nestabils veidojums. Piemēram, ja superzvaigznes masa ir lielāka par  $3 \cdot 10^5 M_{\odot}$ , vispārīgās relativitātes teorijas nosacītie gravitācijas efekti noved pie tā, ka dažu desmitu gadu laikā visa superzvaigznes masa kolapsē, t. i., sagāžas melnajā caurumā, kas izveidojas tās vietā. Turklāt arī kolapsa gaitā izdalītie enerģijas daudzumi, kā izrādās, būtu daudz mazāki par tiem, kādi raksturīgi kvazāru starojumam.

Līdz ar to izvirzās divi savstarpēji saistīti un vienlaikus grūti apmierināmi secinājumi: superzvaigzne ar masu, kas mazāka par  $3 \cdot 10^5 M_{\odot}$  un būtu stabila attiecībā pret gravitācijas kolapsu, nevar izdalīt novērojumos konstatēto kvazāru enerģijas daudzumu, turpretī superzvaigzne ar masu ap  $10^8 M_{\odot}$ , kas varētu nodrošināt kvazāra enerģētiskos resursus, nav stabila attiecībā pret gravitācijas kolapsu. Šķietami bezperspektīvo dilemmu, kā izrādās, var izslēgt, ja superzvaigznes stabilizācijā iesaistās papildu faktori — liela mēroga haotiskas (turbulentas vai konvektīvas) kustības un rotācija.

Šādas kustības var stabilizēt lielas masas superzvaigznes, principā nodrošinot lielu enerģijas daudzumu izdalīšanos daudzu tūkstošu gadu ilgā laika intervālā, kā tas izriet no kvazāru aktivitātes un tās ilguma novērojumu analīzes. Tomēr pēdējā laikā daudz lielāku popularitāti ieguvušas divas citas hipotēzes, kas, pēc speciālistu atzinuma, labāk izskaidro visus pašlaik iegūtos novērojumu datus par kvazāriem. Tās ir magnetoīda hipotēze un melnā cauruma hipotēze.

Magnetoīda hipotēzi izvirzīja jau pieminētie padomju zinātnieki V. Ginzburgs un L. Ozernojs, cenšoties pārvarēt tās grūtības, kas saistījās ar ļoti masīva plazmas veidojuma stabilizēšanu, t. i., atturēšanu no kolapsa paša plazmas veidojuma gravitācijas dēļ. Par stabilizējošiem faktoriem viņi uzskatīja ķermeņa rotāciju un magnētisko lauku, nosaucot šādu ļoti masīvu ar rotāciju un magnētisko lauku apveltītu plazmas ķermeni par magnetoīdu.

Magnetoīda hipotēzes būtība īsumā ir šāda. Miljardiem zvaigžņu, kas ietilpst galaktikas sastāvā, evolūcijas gaitā izsviež starpzvaigžņu telpā

<sup>3</sup> Ja kvazāra starojuma jauda ir  $10^{47}$  ergi/s un tas, kā rāda novērojumi, staro vismaz  $3 \cdot 10^5$  gadus, tad izstarotās enerģijas daudzums ir ap  $10^{60}$  ergi. No šiem datiem izriet, ka, superzvaigznes masas gravitācijas enerģijai transformējoties starojuma enerģijā ar lietderības koeficientu 1—10%, kā to vērojam līdz šim pazīstamos procesos, kvazāra kodola miera masai ir jābūt ne mazākai kā  $10^8 M_{\odot}$ .

gāzes un putekļu daļiņas, kuras galaktikas gravitācijas lauka ietekmē saplūst tās centrā. Apmēram 100 miljonu gadu laikā šī procesa rezultātā galaktikas centrā jārodas milzīgam ķermenim, kura masa ir vairāki desmiti vai simti Saules masu. Šis ķermenis būs apveltīts ar sākotnēju magnētisko lauku un rotāciju. Gravitācijas dēļ tas pakāpeniski saraušies. Ķermenim saraužoties, tā rotācija paātrinās un magnētiskais lauks pastiprinās. Magnētiskajam laukam kļūstot arvien stiprākam, tas arvien spēcīgāk ietekmē plazmas kustību un sāk «spēlēt arvien lielāku lomu» rotācijas un citu kustības enerģiju transformācijā netermiskas dabas starojuma enerģijā, relativistisku daļiņu enerģijā, plazmas masu izvirdumu, sprādzienu u. c. enerģijas formās, ar ko arī raksturīga kvazāru aktivitāte.

Magnētiskais lauks un rotācija kā stabilizējoši faktori, protams, nav spējīgi pilnīgi novērst gravitācijas kolapsu, taču šie faktori to palēnina, nodrošinot enerģijas izdalīšanos ilgu laika posmu —  $10^5$ — $10^6$  gadus; bez magnētiskā lauka un rotācijas šī saraušanās, kā jau teikts, būtu ļoti strauja — beigtos dažos desmitos gadu.

Kvazāra starojuma un citu aktivitātes formu galvenais enerģijas avots tādā gadījumā nav kodolenerģijas izdalīšanās, bet gan gravitācijas enerģijas izdalīšanās, kas notiek, magnetoīdam lēni saraužoties. Tā, piemēram, šīs saraušanās gaitā nepārtraukti pieaug kvazāra rotācijas ātrums, tāpēc agrāk vai vēlāk uz kvazāra ekvatora iestājas rotācijas nestabilitāte un no tā apgabalēm sāk noplūst plazmas masas, aiznesot līdzī lielus rotācijas kustības enerģijas daudzumus. Nonākušas magnetoīda magnētiskā dipola laukā, plazmas daļiņas tiek paātrinātas līdz relativistiskiem ātrumiem un izmestas virzienos, kas sakrīt ar magnētiskā dipola asīm. Bez tam, kustoties magnētiskajos laukos, lielle relativistisko daļiņu daudzumi, sevišķi elektroni, ģenerē ārkārtīgi intensīvu sinhrotrono starojumu pašā elektromagnētiskā starojuma frekvenču diapazonā. Tā kā magnetoīda rotācijas asis parasti nesakrīt ar magnētiskā dipola asīm, tad kvazāra starojumam ir jābūt modulētam, t. i., periodiskam, ko arī dažiem kvazāriem novēro.

Kvazāra starojuma īslaicīgās fluktācijas var izskaidrot ar dažādām plazmas kustības neregularitātēm, nestabilitātēm, magnētiskā lauka anizotropiju utt. Kā rāda novērojumi un aprēķini, magnētiskais lauks kvazāra magnētisko polu rajonos var sasniegt vairākus simtus tūkstošu erstedu.

Plazmas vielas iztecešana un tās paātrināšana bremzē rotācijas kustību. Šī apstākļa dēļ kvazāra kodola — magnetoīda — enerģijas resursi pamazām izsīkst, un kolapss, kaut arī palēnināti, tomēr progresē. Centrbēdzes spēki magnetoīda vielu saspiež diskā, kurā fizikālo apstākļu maiņa, kā rāda aprēķini, galu galā noved pie kolosālas jaudas kodoltermiska sprādziena, resp., magnetoīds eksplodē, lielu daļu savas vielas izsviezdams apkārtējā telpā. Pēc šīs eksplozijas galaktikas dzīvē iestājas mierīgs, apmēram 100 miljonu gadu ilgs periods, kura laikā galaktikas centrā satek jauni zvaigžņu vielas daudzumi un rodas jauns magnetoīds. Tāpat magnetoīds kvazāra dzīlēs var veidoties vairākkārt, un kvazāra evolūcijā tam ir liela, līdz galam vēl neizprasta loma.

Kā redzējām, šī shēma principā ļauj izskaidrot visas, gan ar kvazāru, gan arī ar dažu citu aktīvu galaktiku kodoliem saistīto procesu novērotās

īpatnības un parādības. To apstiprina arī dziļāka magnetoīda modeļa analīze.

Melnā cauruma hipotēze ir izvirzīta, balstoties uz vispārīgās relativitātes teorijas secinājumiem par to, ka jebkura masīva ķermeņa iekšējās enerģijas krājumi ar laiku izzīkst un nenovēršami jāiestājas gravitācijas kolapsam, kā rezultātā ķermenim vai arī tā daļai ir jākļūst par melno caurumu. Ja ap melno caurumu ir gāze un putekļi, tad, notiekot akrēcijai, t. i., vielai kritot uz melno caurumu, kā rāda šī procesa fizikas analīze, arī var izdalīties enerģija gan elektromagnētiskā starojuma, gan relativistisku daļiņu, gan izvirzītu veidā. Atkarībā no melnā cauruma masas tā rotācijas kustības daudzuma momenta un akrēcijas intensitātes produkcē enerģijas daudzumi var sasniegt ļoti lielas vērtības, jo melnā cauruma tuvuma gravitācijas enerģija var transformēties citās enerģijas formās ar daudz lielāku lietderības koeficientu (6—42% no  $Mc^2$ , kur  $M$  ir akrēcijas procesā iesaistītās vielas masa), nekā tas ir, piemēram, kodoltermiskos procesos.

Jāpiebilst, ka melnais caurums, ja vien tas nav pilnīgi izolēts, ir nestacionārs objekts ar mainīgu, resp., nepārtraukti augošu, masu. Sevišķi tas attiecas uz tiem melnajiem caurumiem, kas izveidojas kvazāru un galaktiku kodolos. Šiem kodoliem raksturīgajos vielas pastiprinātas koncentrācijas apstākļos, ko nosaka paaugstināts zvaigžņu, putekļu un gāzu mākoņu blīvums, šīs vielas mijiedarbībai ar melnā cauruma spēcīgo gravitācijas lauku jāizraisa it īpaši intensīva akrēcija un strauja melnā cauruma masas augšana. Bet, tam savukārt vēl vairāk pastiprinot melnā cauruma gravitācijas lauku, ir jāpastiprinās arī mijiedarbībai ar apkārtējo vielu, kā rezultātā melnā cauruma masa var palielināties paātrināti, kamēr vien to ļauj akrēcijā iesaistītie vielas daudzumi.

Melnā cauruma tuvumā, kā zināms, ļoti liels ir ne tikai tā gravitācijas lauks, bet arī šī lauka gradients, t. i., gravitācijas lauka intensitātes izmaiņas. Kā rāda attiecīgi aprēķini, šim gradientam atbilstošie paisuma spēki, ja vien melnā cauruma masa ir pietiekami liela, var sasniegt tik milzīgas vērtības, ka melno caurumu tuvumā nokļuvušās zvaigznes nevis vienkārši «iekrīt» melnajā caurumā, bet pirms šīs «iekrišanas» tiek pilnīgi saplēstas un sagrautas. Šīs paisuma spēku izraisītais zvaigžņu saplēšanas process ir diezgan sarežģīts, un to var pavadīt arī sabrūkošo zvaigžņu sprādzieni. Gāzu masas, kas atbrīvojas, zvaigznēm sabrūkot, paliek melnā cauruma ietekmes sfēras tuvumā. Bez tam, kā liecina pētījumi, melno caurumu tuvumā bieži jānotiek arī zvaigžņu sadursmēm, bet to rezultātā — spēcīgām eksplozijām un lielu vielas daudzumu izmešanai apkārtējā telpā. Skaidrs, ka abi šie procesi — zvaigžņu saplēšana un zvaigžņu sadursmes — lielā mērā veicina akrēcijas diska vielas koncentrācijas un līdz ar to melnā cauruma masas pieaugumu. Teikto apstiprina arī padomju zinātnieku V. Dokučajeva un L. Ozernoja aprēķini. Tā, piemēram, mūsu Galaktikas kodola apstākļos melnā cauruma masa Galaktikas eksistences  $10^{10}$  gados varēja pieaugt no sākotnējās vērtības  $10^2 M_{\odot}$  līdz  $4 \cdot 10^6 - 10^8 M_{\odot}$ . Taču, tā kā akrēcija uz šādas masas melno caurumu izraisītu tik lielu Galaktikas kodola spožuma pieaugumu, ka tas daudz kārt pārsniegtu novērojumos iegūto vērtību, tad no tā var secināt, ka



melnajam caurumam mūsu Galaktikas kodolā, ja vien tas tur, protams, ir, sākotnējā masa ir bijusi mazāka par  $10^2 M_{\odot}$ . Tātad ar šī modeļa palīdzību var mēģināt skaidrot arī parasto, normālo galaktiku, kā, piemēram, mūsu Galaktikas, kodola aktivitāti.<sup>4</sup> Atbilstoši apsvērumi rāda, ka pašreizējās melno caurumu masas šajā gadījumā nav lielas — ap  $10^4 M_{\odot}$ .

Nesen šādu kvazāra kodola modeli ar melno caurumu centra, pamatojoties uz šīm jaunākajām atziņām par iespējamo zvaigžņu saplēšanu ļoti lielo paisuma speka iedarbības rezultātā un intensīva akrēcijas diska veidošanos no sagrauto zvaigžņu vielas melna cauruma tuvumā, izanalizēja arī amerikāņu astrofizikā P. Jangs, G. Šilds un K. Vilijs. Ap ātri rotējošu melno caurumu šajā gadījumā var izveidoties akrēcijas vielas disks ar lielu blīvumu un daudziem slāņiem, kuru savstarpējās sadursmes un citi tajā ritošie dinamiskie procesi pie visai reāliem nosacījumiem var generēt tik lielus enerģijas daudzumus, ka diska starojums  $10^{12}$  reizi pārsniegtu Saules spožumu. P. Jangs izteicis arī interesantus spriedumus, kas skar kvazāru kosmogonijas jautājumus. Tā, pēc viņa domām, kvazāri rodas tikai tādās galaktikās, kuru kodoliem piemīt liels vielas blīvums un kuru centros līdz ar to var izveidoties lielas masas melnie caurumi, kas ir nepieciešams nosacījums, lai kodola un tātad kvazāra aktivitāte būtu pietiekami liela. Kvazāru aktivitātes periodus P. Jangs vērtē ap miljonu gadu. Šim aktivitātes periodam beidzoties, kvazārs pārvēršas par radiogalaktiku. Jāatzīmē, ka pieņemumu par šādu kvazāra evolūcijas gaitu, balstīdamies uz saviem pētījumiem, ir izteikuši arī itāļu astronomi.

Iespējams arī, ka kvazāru generēto milzīgo enerģiju cēlonis ir nevis viens, bet vairāki masīvi melnie caurumi, kas radušies to kodolos vai šo kodolu tuvākajā apkārtnē. Uz šādu iespējamību norāda gan teorētiski pētījumi, gan arī novērojumi radio un optiskajā diapazonā, kas veikti ar maksimāli iespējamo jutību un izšķirtspēju. Labu šādas hipotēzes saskaņu ar novērojumu datiem, ko nesen ieguvuši amerikāņu astronomi, dod, piemēram, modelis ar diviem melniem caurumiem, kas izveidojušies simetriski attiecībā pret kodolu un lokalizējas radiodiapazonā starojošo apgabalu «karstajos punktos».

Tā, F. Kronbergs un viņa līdzstrādnieki, ar lielu ekspozīciju fotografējot objektu 3C-405, atklāja, ka ar radiodiapazona «karstajiem punktiem» saistās arī intensīvi optiskajā diapazonā starojoši «karstie punkti», kas argumentē pieņemumu, ka šajos punktos ir melnie caurumi. Līdzīgus rezultātus ieguvuši arī V. Seslovs, Dž. Taisons un P. Kreins, fotografējami objektus 3C-390, 3C-285 un 3C-265.

Pēc minēto zinātnieku domām, šo objektu intensīvā starojuma cēlonis ir fizikālie procesi akrēcijas diskos, kas izveidojas ap melnajiem caurumiem. Akrēcijas gaitā plazmas elektroni un zināma daļa no krītošās gāzes pātrīnās līdz relativistiskiem ātrumiem un izlido laukā no gāzu diskiem. Mijiedarbība starp šiem izmestajiem relativistiskajiem elektroniem un termālo plazmu, no vienas puses, un krītošajiem gāzu mākoņiem, no otras

<sup>4</sup> Skat. A. Balklava rakstus «Jauni pētījumi un atziņas par Galaktikas kodolu» un «Galaktikas kodolos — baltie vai melnie caurumi?» attiecīgi «Zvaigžņotā debess», 1976. gada vasara, 9.—11. lpp., un 1976. gada rudens, 1.—9. lpp.

pusēs, rada šiem objektiem raksturīgās simetriski dubultās radiostruktūras.

Balstoties uz šiem priekšstatiem un radiokomponentu izstarotajām enerģijām, var aprēķināt iespējamo melno caurumu minimālo masu. Šādi aprēķini rāda, ka relatīvi vājiem objektiem šī masa nepārsniedz  $10^5 M_{\odot}$ , bet jaudīgākiem radioavotiem var sasniegt  $10^8 M_{\odot}$ , kas ir tikai pavisam neliela daļa no gigantisko galaktiku kodolu masām un labi saskan ar citiem šo masu novērtējumiem.

Ņemot vērā līdzšinējo pētījumu rezultātus, nav izslēgts, ka patieso ainu vistuvāk atspoguļo abu iepriekš iztirzāto hipotēžu apvienojums, t. i., pieņēmums, ka jebkuras galaktikas kodola centrā ir melnais caurums un ka tāds ir arī kvazāra kodola, proti, magnetoīda, centrā. Atkarībā no dažādiem parametriem, galvenokārt no kodola vielas blīvuma, evolūcijas stadijas, melno caurumu masas, to rotācijas kustības daudzuma momenta utt., melno caurumu aktivitāte var būt ļoti dažāda un principā var aprakstīt visu novērojamo galaktiku, radiogalaktiku, kvazāru un kvazagu kodolu aktivitātes daudzveidību. No šī viedokļa ļoti interesanta ir ideja Seiferta galaktikas, N galaktikas un kvazārus izskaidrot attiecīgi kā spirālisko galaktiku, eliptisko galaktiku un ļoti masīvu sfērisko galaktiku kodolu aktivitātes stadijas. Tātad iespējams, ka masīvo sfērisko galaktiku centros rodas vismasīvākie melnie caurumi un vismasīvākie un līdz ar to visaktīvākie magnetoīdi, kuri, evolūcijas gaitā eksplodējot, var izmest no šiem galaktiku kodoliem pat tādus vielas daudzumus, ka to masas ir līdzvērtīgas nelielu galaktiku masām. Pēc vairāku zinātnieku uzskatiem, uz šādu fenomenu iespējamību norāda arī daži novērojumu dati.

Šo priekšstatu gaismā kvazagi ir nevis kaut kāds īpašs galaktiku tips, bet gan zināma galaktiku kodolu evolūcijas stadija, proti, starpposms starp normālu kompakta galaktikas evolūcijas stadiju un tās aktīvo fāzi, kuras laikā tā pārvēršas par kvazāru.

Izvērtējot varbūtējo kvazāru saistību ar galaktikām, kā norāda Kalifornijas universitātes (ASV) Lika observatorijas līdzstrādnieks B. Margons, ir jāievēro un jāapsver divas iespējamības: 1) katra galaktika savas evolūcijas gaitā iziet kvazāra stadiju un 2) šo stadiju iziet tikai nedaudzas galaktikas un ka zināmā mērā tā ir galaktiku «slimība», kaut kāda nenormāla parādība galaktiku centros. Šī jautājuma atrisināšanu lielā mērā varētu sekmēt kvazāru kā galaktiku kopu locekļu atklāšana un pētījumi, kas ļautu konstatēt un izsekot evolucionāras dabas saiknei starp galaktikām un kvazāriem, taču pašreizējās astronomisko novērojumu iespējas izslēdz šādu pētījumu realizēšanu kvazāru ļoti lielo attālumu dēļ.

Un, visbeidzot, var būt arī tā, ka kvazāru parādība ir saistīta ar kaut kādu līdz šim neatklātu un nezināmu evolucionāras dabas efektu, kura darbības rezultātā kosmoloģiskās izplešanās sākumposmā kosmisko objektu skaits un to parametri ir bijuši citādāki nekā pašreiz, resp., ir notikusi to evolūcija, kas turklāt vēl ir bijusi diezgan straujā. Uz šo varbūtību zināmā mērā norāda fakts, ka dažu miljardu gaismas gadu attālumā, tātad tālā pagātnē, ir atklāts daudz kvazāru, turpreti attālumos,

kas mazāki par 1 miljardu gaismas gadu, t. i., tuvāk «mūsdienām», kvazāru nav gandrīz nemaz.<sup>5</sup>

Šāds secinājums par kvazāru ātro evolūciju rodas arī, analizējot un mēģinot izskaidrot lielo nesakritību starp reāli atrasto un aprēķināto kvazāru skaitu,<sup>6</sup> kādam tam vajadzētu būt, pieņemot, ka kvazāru spektrālīniju sarkanajai nobīdei ir kosmoloģiska daba. Šīs ātrās evolūcijas dēļ daudzi kvazāri ir jau pārdzivojuši šo savas eksistences stadiju un tādēļ arī vairs nav novērojami kā kvazāri.

Noslēdzot šo nelielo rakstu, kura nolūks, kā jau minēts, bija iztirzāt pašreizējos datus un priekšstatus par ārkārtīgi interesantu kosmisko objektu dabu, pavisam nedaudz pakāvēsimies arī pie tā saucamās kvazāru lokālās hipotēzes. Šī alternatīvā hipotēze, kā zināms,<sup>7</sup> tika izvirzīta sakarā ar grūtībām, kādas vajadzēja pārvarēt, meklējot un skaidrojot cēloņus tiem kvazāros ģenerētajiem ļoti lielajiem enerģijas daudzumiem, kādi izrietēja, pieņemot, ka lielajām sarkano nobīžu vērtībām kvazāru spektros ir kosmoloģiska izcelsme, t. i., ka tās ir saistītas ar kvazāru ļoti lielajiem attālumiem. Kaut arī lielākā astrofiziķu daļa lokālo hipotēzi noraida, joprojām to dedzīgi aizstāv amerikāņu astrofiziķis, Heila observatoriju līdzstrādnieks H. Ārps. Šai hipotēzei ir tā priekšrocība, ka atkrīt vajadzība kvazāru aktivitātes izskaidrošanai konstruēt ārkārtīgi jaudīgu un līdz ar to grūti iedomājamu procesu shēmas, jo, pieņemot kvazārus par lokāliem un nevis kosmoloģiskos attālumos izvietotiem objektiem, to izstarotās enerģijas daudzumi gūst novērtējumus, kas nepārsniedz parastos galaktiku aktivitātes mērogus. Sarežģījumi šīs hipotēzes ietvaros ir saistīti ar nepieciešamību izskaidrot lielās sarkano nobīžu vērtības kvazāru spektros. Viens no šādiem mēģinājumiem, proti, argumentēt lielās sarkano nobīžu vērtības ar masīvo kvazāru kodolu intensīvā gravitācijas lauka palīdzību, tātad — kā gravitācijas sarkano nobīdi, sastapās ar vairākām grūtībām un netika atzīts par pamatotu. Šī iemesla dēļ H. Ārps 1976. gada 1. decembrī žurnālā «Astrophysical Journal Letters» publicēja rakstu, kurā kvazāru spektriem raksturīgo sarkano nobīdi skaidroja ar Doplera efektu, izsakot pieņēmumu, ka dažas galaktikas kodolu aktivitātes procesu grandiozāko izpausmju — eksploziju — rezultātā var izsviest no savām dzilēm veselas galaktikas un arī kvazārus, piešķirot tiem ievērojamus ātrumus, kas tad arī ir kvazāru spektros novērojamo

<sup>5</sup> Pašlaik ir zināms tikai viens kvazārs, kas atrodas ap 0,8 miljardu g. g. attālumā un, ļoti iespējams, ir galaktiku kopas loceklis.

<sup>6</sup> Amerikāņu astronomi F. Grīns un M. Šmits, analizējot kvazāru sadalījumu pēc Palomāras spožāko kvazāru apskata fotouzņēmumiem, konstatēja, ka to sadalījums pa debess sfēru ir vienmērīgs un ka šī sadalījuma virsmas blīvums ir apmēram 0,003 kvazāri uz kvadrātgrāda (4 kvazāri uz 1434 kvadrātgrādiem) ar spožumu ne mazāku kā  $15^m$ . Sajā apskatā, kā zināms, ar Palomāra kalna observatorijas 1,5 un 5 metru teleskopa palīdzību tika reģistrēti un iekļauti kvazāri (izejot no to ultravioletā starojuma ekscesa), kuru spožums B staros ir lielāks par  $15^m-16^m$ . Līdzīgus pētījumus agrāk ir izdarījis arī itāļu astronoms A. Bračezi (Itālijas Nacionālā radioastronomiskā observatorija, Boloņa). Viņš konstatēja, ka kvazāru skaits ar spožumu B staros ne mazāku par  $18^m$  ir apmēram 17 kvazāri 36 kvadrātgrādos, kas atbilst to virsmas blīvumam ap 0,47 kvazāri uz kvadrātgrāda. Teorētiski aprēķini rāda, ka šim blīvumam kvazāriem līdz  $15^m-16^m$  vajadzētu būt 0,05 (74 kvazāri 1434 kvadrātgrādos).

<sup>7</sup> Skat. A. Balclava rakstu «Jauns arguments pret lokālo hipotēzi». — «Zvaigžņotā debess», 1970. gada rudens, 16.—18. lpp.

spektrālīniju lielo sarkano nobīžu cēlonis. Šī pieņēmuma pamatojumu H. Ārps saskata vairākos gadījumos, kad debess fotogrāfijās vienuviet projicējas masīva galaktika ar mazu sarkanās nobīdes vērtību, tās tuvumā esoša mazāk masīva galaktika ar lielāku sarkanās nobīdes vērtību un kvazārs ar vēl lielāku sarkanās nobīdes vērtību. Šajā ziņā sevišķi raksturīgi, pēc H. Ārpa domām, ir trīs objekti: liela spirāliskā galaktika NGC-5297, tās pavadoņi — mazāka galaktika NGC-5296 — un zils kompakts objekts, kas, izdarot spektrālnovērojumus, izrādījās kvazārs.

Šis piemērs saistot uzmanību ar to, ka kvazārs, šķiet, ir savienots ar galaktiku NGC-5296, jo uz fotogrāfijām ar maksimāli iespējamu ekspozīciju iezīmējoties vājš spīdošas vielas tilts — strūkla, kas stiepjas no galaktikas NGC-5296 uz kvazāru, kaut arī kvazāram sarkanā nobīde ir daudz lielāka nekā abām galaktikām. Ar šo un vēl citiem līdzīgiem piemēriem, uzskata H. Ārps, pilnīgi pietiek, lai, iztirzājot ar kvazāru fenomenu saistītos jautājumus, no dienas kārtības netiktu noņemta arī kvazāru lokālā hipotēze<sup>8</sup>.

Kvazāri un citi kosmiskie objekti, kas raksturīgi ar savu kodolu sevišķo aktivitāti, tiek intensīvi pētīti, jo ar to dzīlēs notiekošo procesu izpratni saistās cerības atrisināt vairākas svarīgas astrofizikālas un kosmogoniskas problēmas. Izmantodami arvien jaunus, modernākus astronomiskos instrumentus un metodes, kā arī tās iespējas, kādas paver kosmiskā tehnika, astronomi saņem arvien jaunus un jaunus datus par viņus interesējošiem objektiem. Un tādēļ ļoti iespējams, ka pēc zināma laika atkal radīsies vajadzība pārskatīt un precizēt tos priekšstatus un atziņas, kādas pašlaik ir izveidojušas par kvazāriem — šiem visaktīvākajiem līdz šim pazīstamajiem kosmiskajiem veidojumiem.

*J. FRANCMANIS*

## **ZVAIGZNES AR DIVIEM KODOLREAKCIJU SLĀŅIEM**

Problēmu, ko risina astronoms, cenzdamijs izpētīt zvaigznes evolūciju, asprātīgi formulējis angļu astronoms Dž. Heršels (1792—1871). Šo problēmu, pēc viņa domām, varētu salīdzināt ar to, kāda nāktu priekšā pilsētniekam, kurš nebūtu redzējis kokus un kuram uzdotu uzrakstīt koku dzīves vēsturi, ļaujot pirms tam vienu stundu pabūt mežā. Tas ir ļoti grūts uzdevums, jo stundas laikā pamanīt kokos kaut kādas izmaiņas nav iespējams. Tipisko zvaigžņu (tādu kā, piemēram, Saule) mūža ilgums mērāms miljardos gadu, tāpēc evolūcijas efektus zvaigznēs cilvēka mūžā pamanīt vēl grūtāk nekā izmaiņas kokos stundas laikā. Un tomēr XX gad-

<sup>8</sup> Jāpiebilst tomēr, ka dažos gadījumos H. Ārpa paziņojumus par saistošo strūklu un tiltu eksistenci starp galaktikām ar dažādu sarkano nobīdi neapstiprina citu pētnieku novērojumi, kā tas ir, piemēram, ar Stefana kvinteta galaktikām (skat. A. Balklava rakstu «Vai kvazāri palīdzēs atrisināt jautājumu par kosmoloģiskās izplešanās raksturu?» — «Zvaigžņotā debess», 1978. gada rudens, 1.—5. lpp.). Tādēļ šie fakti prasa papildu pētījumus un pārbaudi.



simtā ir izstrādāta zvaigžņu iekšējās uzbūves un evolūcijas teorija. Astro-nomi tagad vispārīgos vilcienos var pateikt, kā zvaigznes rodas, kā mai-nās tie raksturlielumi, ko var noteikt tiešo novērojumu ceļā (temperatūra, diametrs, starojums), spēj aprakstīt zvaigžņu iekšējās uzbūves izmaiņas laikā. Šīs izmaiņas notiek ar dažādu ātrumu, kas atkarīgs no zvaigznes masas: jo zvaigzne ir masīvāka, jo tā evolucionē ātrāk. Bet tomēr jebku-ras masas zvaigznēm visas evolūcijas stadijas norit ļoti lēni. Piemēram, Saule ir radusies pirms apmēram 4,5 miljardiem gadu, un no tā laika Sau-les parametri ir izmainījušies samērā maz (spožums palielinājies apmē-ram par 40%, temperatūra un rādiuss ir izmainījušies vēl mazāk).

Šajā rakstā pastāstīsim par zvaigžņu evolūcijas periodu, kas teorētiski izpētīts tikai pēdējos gados. Tas ir periods, kad zvaigžņu dzilēs kodol-reakcijas notiek nestacionāri, uzliesmojumu veidā. Tāpēc arī zvaigznes raksturlielumi var mainīties samērā ātri, un šīs izmaiņas var pamanīt jau dažu desmitu gadu laikā.

## FG SGE — ZVAIGZNE, KURU TEORĒTIKI MĪL VISVAIRĀK

1943. gadā tika atklāts zvaigznes FG Sge mainīgums. Pēc fotogrāfiskajām platēm, kas glabājas dažādās observatorijās, šīs zvaigznes spo-žuma izmaiņām bija izdevies izsekot jau apmēram 50 gadus agrāk. Izrā-dijās, ka spožums ir mainījies diezgan neparasti: fotogrāfiskajā staru diapazonā zvaigžņu lielums palielinājās no 13<sup>m</sup>,5 1894. gadā līdz 9<sup>m</sup>,5 1970. gadā, vēlāk spožums sāka lēnām samazināties. Bez tam tika kon-statētas spožuma fluktuācijas (dažas zvaigžņu lieluma desmitdaļas), kuru laika mērogs bija apmēram viena nedēļa. 1961. gadā reģistrētas regulā-ras spožuma izmaiņas dzeltenajos staros ar amplitūdu ap 0<sup>m</sup>,45 un pe-riodu 60 dienas. Pirmā šīs zvaigznes spektrogramma tika iegūta 1955. gadā. 1960. gadā Lika observatorijā (ASV) G. Herbigš ar 3 m spo-ļteleskopu ieguva veselu spektrogrammu sēriju. Sākot ar 1969. gadu, cits ASV astronoms R. Krafts ar to pašu teleskopu ieguva jaunus zvaig-znes FG Sge spektrus. Iegūtie novērojumi deva svarīgas informācijas par šo zvaigzni. Vispirms par spektra klasi. Izrādījās, ka šīs zvaigznes spek-tra klase nepārtraukti mainās, zvaigzne kļūst arvien aukstāka. Gada laikā zvaigzne atdziest apmēram par 300° K. Tabulā sniegti dati par šīs zvaigznes spektra klases un temperatūras izmaiņām.

Gads	Sp. klase	T°
1955.	B4	12100
1960.	B9	9700
1965.	A3	8700
1969.	F0	7500
1972.	F2	7200
1975.	G2	5500

G. Herbigs un padomju astronoms A. Bojarčuks (Krimas observatorija) 1968. gadā noteica zvaigznes FG Sge attālumu (2500 parseki<sup>1</sup>), pēc kā varēja secināt, ka šī zvaigzne atrodas 300 parseku attālumā no Galaktikas ekvatora. Zvaigznes radiālais ātrums ir  $v = +40$  km/s, un tas ir tuvu Galaktikas rotācijas ātrumam šinī Galaktikas rajonā. No kinemātikas viedokļa šī zvaigzne izskatās ļoti parasta. G. Herbīga un A. Bojarčuka pētījumi apstiprināja, ka ap zvaigzni atrodas gāzes apvalks, kas izplešas ar ātrumu  $v = 70$  km/s, bet pati zvaigzne ar apvalku atrodas vēl vienā apvalkā — miglājā, kura leņķiskais rādiuss sasniedz 18" (loka sekundes), bet spektrālās īpašības ir tādas pašas kā parastajiem planetārajiem miglājiem<sup>2</sup>. Miglāja izplešanās ātrums ir 34 km stundā, kas ir tipisks planetārajiem miglājiem. Tā kā attālums līdz zvaigznei FG Sge ir zināms (2500 ps), tad var noteikt miglāja izplešanās ilgumu: ap 6000 gadi. Tas ir diezgan vecs planetārais miglājs. Planetāro miglāju pētnieki, kas šim objektam veltījuši daudz uzmanības, pašlaik apšaubā, ka tas pieder pie tipiskajiem planetārajiem miglājiem, jo, pirmkārt, nav zināms otrs tāds planetārais miglājs, kura centrā atrastos tik vēlas spektra klases zvaigzne, un, otrkārt, šīs zvaigznes spožums salīdzinājumā ar miglāja spožumu ir lielāks nekā tipiskiem planetārajiem miglājiem.

Un tagad — vēl viena, varbūt pati interesantākā un svarīgākā zvaigznes FG Sge īpašība. Pēc šīs zvaigznes spektriem tika konstatēts, ka starp 1967. un 1969. gadu dažu ķīmisko elementu, piemēram, bārija, stroncija, lantāna u. c., līnijas kļuvušas daudz spēcīgākas, bet ap 1972. gadu tās bija jau tikpat spēcīgas kā intensīvākās neitrālās un jonizētās dzelzs līnijas parasto F spektra klases pārmilžu spektros. Elementu satūra analīze parādīja, ka pēdējo 10 gadu laikā zvaigznes FG Sge atmosfērā dažu smago elementu daudzums palielinājies apmēram 25 reizes, bet citu elementu, piemēram, dzelzs, titāna un hroma, daudzums ir palicis tāds pats kā Saulei. To apstiprina arī pēdējais igauņu astronomu T. Kipera un M. Kiperes pētījums, no kura izriet, ka arī 1975. gadā zvaigznes temperatūra turpināja kristies un arī ķīmiskais sastāvs turpināja mainīties.

Neraugoties uz lielajām grūtībām elementu daudzuma noteikšanā, konstatētās izmaiņas bija tik lielas, ka astronomi varēja secināt: te mums ir darīšana ar vienīgo zināmo gadījumu (starp izpētītajām zvaigznēm), kad

<sup>1</sup> Parseks (ps) — garuma mērvienība, ko izmanto astronomijā. 1 ps =  $30,8 \cdot 10^{12}$  km. Zvaigznei, kas atrodas 1 ps attālumā, gada paralakse ir viena loka sekunde. Zvaigznes paralakse ir leņķis, zem kura no šīs zvaigznes būtu redzama Zemes orbītas pusass. Saulei tuvākā zvaigzne ir Proxima Centauri, tās paralakse —  $0'',762$ , attālums —  $1/0,762 = 1,32$  ps.

<sup>2</sup> Planetārie miglāji ir galaktiskie objekti, ko 18. gs. beigās atklāja slavenais angļu astronoms V. Heršels (1738—1822, Dž. Heršela tēvs). Par planetārajiem miglājiem šie objekti nosaukti tāpēc, ka, nofotografēti ar teleskopa palīdzību, tie izskatās līdzīgi Saules sistēmas tālajām planētām Urānam un Neptūnam. Pašlaik ir atklāti apmēram 1000 planetārie miglāji. Tie ir apmēram simetriski veidojumi, to izmērs ir ap  $10^{17}$  cm (daži desmiti tūkstoši astronomisko vienību), vidējais blīvums — ap  $10^{-20}$  g/cm<sup>3</sup> un masa ap  $10^{32}$  g (no 0,1 līdz 0,01  $M_{\odot}$ ;  $M_{\odot}$  — Saules masa). Planetārā miglāja centrā atrodas kodols — karsta zvaigzne, kuras temperatūra sasniedz 40—50 tūkstošus grādu (dažreiz pat līdz 100 000° K). Pēc fizikālā stāvokļa miglāja kodola viela ir līdzīga balto punduru vielai. Pašlaik uzskata, ka planetārie miglāji ir radušies no savām centrālajām zvaigznēm (kodoliem), tām evolūcijas vēlajās stadijās nometot apvalku.

var novērot raksturlielumu izmaiņas, kas saistītas ar evolucionārām izmaiņām zvaigznes dzīlēs.

Un, beidzot, — par to, kāpēc zvaigzni FG Sge teorētiski mīl visvairāk. Tā kā šī zvaigzne evolūcijas gaitā ātri maina savus parametrus un virsmas ķīmisko sastāvu, rodas iespēja pārbaudīt dažādus zvaigžņu evolūcijas teorijas rezultātus.

## ZVAIGZNES AR DIVIEM KODOLREAKCIJU SLĀNIEM

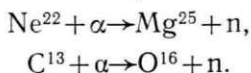
Teorētiskie pētījumi ļāva noskaidrot, ka planetāro miglāju kodoli sastāv galvenokārt no oglekļa, skābekļa un vēl smagākiem elementiem. Tas nozīmē, ka mums ir darišana ar objektiem tālajā evolūcijas stadijās, kad ūdeņradis un hēlijs kodolreakciju rezultātā ir pārveidojušies citos, smagākos elementos. Tāpēc var apgalvot, ka planetāro miglāju tiešie priekšteči nav galvenās secības zvaigznes, bet gan drīzāk zvaigznes, kas ir aizgājušas no galvenās secības, tātad — sarkanie milži. Pēc tam kad hēlija lielākā daļa zvaigznes kodolā «izdegusi» (sarkano milžu stadija), kodolreakcijas izbeidzas, bet hēlija «degšana» sākas šaurajā slānī ap kodolu, kur temperatūra ir pietiekami augsta. Zvaigznes struktūra šajā stadijā kļūst ļoti sarežģīta. Centrā — kodols, kas sastāv no hēlija kodolreakciju produktiem — oglekļa un skābekļa; ap šo kodolu — ļoti šaurs slānis, kur notiek hēlija kodolreakcijas; tad — hēlijs, kas ir radies, «degot» ūdeņradim; tālāk, uz hēlija un ūdeņraža robežas, ir vēl viens plāns kodolreakciju slānis, kur ūdeņradis pārvēršas hēlijā; un ārpusē — apvalks ar sākotnējo ķīmisko sastāvu. Šādām zvaigznēm (ar diviem kodolreakciju slāņiem) spožums ir tūkstošiem, pat desmit tūkstošu reīzu lielāks nekā Saulei. Hēlija «degšanas» slāņa masa nepārsniedz dažas simtdaļas no Saules masas. Ārējais ūdeņraža «degšanas» slānis virzās uz ārpusi, bet ap 70% no visas zvaigznes masas tiek sakoncentrēta iekšpus šī slāņa. Aprakstītā evolūcijas fāze aizņem diezgan prāvu laiku, kas var sasniegt pat miljonu gadu. Pašlaik uzskata, ka šinī stadijā rodas tā sauktās oglekļa zvaigznes, kas no pārējām atšķiras ar to, ka atmosfērā oglekļa ir vairāk nekā skābekļa.

1967. gadā ASV astrofizikā M. Švarečilds un R. Harms ar teorētiskiem aprēķiniem pierādīja, ka hēlija kodolreakcijas plānajā slānī notiek nestacionāri, atsevišķu uzliesmojumu veidā. No tā laika šādus zvaigžņu modeļus ir pētījuši daudzi astronomi. Izrādījās, ka hēlija slāņa pulsāciju raksturlielumi ir atkarīgi galvenokārt no zvaigznes masas. Tika atklāts viens ļoti svarīgs fakts, kas ļāva kvalitatīvi izskaidrot dažu vēlo spektra klašu zvaigžņu ķīmiskā sastāva īpašības. Hēlija slāņa uzliesmojuma laikā tur izdalās tik daudz enerģijas, ka starojums nespēj to novadīt uz ārpusi. Zvaigznē rodas konvekcija, kas enerģiju pārnes daudz efektīvāk nekā starojums. Bet konvekcijas rezultātā uz zvaigznes ārējiem slāņiem līdz pat tās virsmai tiek iznesta viela, kuras ķīmiskais sastāvs ir mainījies kodolreakciju rezultātā. Šādi var izskaidrot ķīmiskā sastāva īpatnības dažās sarkanajās zvaigznēs.

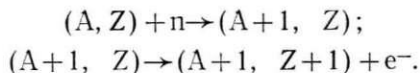
Tagad palūkosimies, vai kodolreakcijās, kas notiek ap hēlija «degšanas» slāni, nevar rasties tie ķīmiskie elementi, ko novēro dažu tipu zvaigznēs, piemēram, oglekļa zvaigznēs, kā arī zvaigznē FG Sge, par kuras ķīmiskā sastāva īpatnībām jau runājām.

### KODOLREAKCIJAS ZVAIGZNĒS AR DIVIEM KODOLREAKCIJU SLĀNIEM

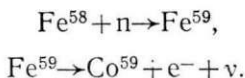
Vienā no rakstiem «Zvaigžņotajā debesī»<sup>3</sup> ir pastāstīts par zvaigžņu evolūcijas sākumstadijās norisošajām kodolreakcijām, kuru rezultātā zvaigznes dzilēs izdalās daudz enerģijas, proti, par kodolreakcijām ar ūdeņradi un hēliju. Temperatūrai ceļoties, notiek arī citas kodolreakcijas, veidojas arvien smagāki kodoli. Tomēr šādā ceļā nevar rasties visi elementi, kādus novēro zvaigznes spektrā, arī tie, kuru daudzums ir izmainījies pēdējo desmit gadu laikā zvaigznē FG Sge. ASV fiziķis Dž. Gamovs (1904—1968) izvirzīja hipotēzi, ka smago elementu kodoli var veidoties tā sauktās neitronu saķeršanās rezultātā. Bet paliek jautājums, kā zvaigžņu dzilēs rodas neitroni. Atbildi uz šo jautājumu deva ASV astrofiziķi A. Kamerons, Dž. Bērbidžs, M. Bērbidža, V. Fāulers un F. Hoils. Pēc viņu domām, neitroni atbrīvas šādās reakcijās:



Atbrīvojušos neitronus var saķert dzelzs un citu elementu kodoli, tā rodoties arvien smagākiem elementiem, jo neitroniem nav lādiņa un iekļūt kodolā tie var bez grūtībām. Pieņemsim, ka kodols ar atomsvaru  $A$  un lādiņu (atomskaitli)  $Z$  saķer neitronu. Kodols pārvēršas par izotopu ar atomsvaru  $A+1$ , bet lādiņš paliek  $Z$ . Pēc tam kodols var izmest elektronu un pārvērsties izotopā ar atomsvaru  $A+1$  un lādiņu  $Z+1$ . Nosacītā veidā šādas reakcijas aprakstāmas šādi:



Kā piemēru var minēt šādas reakcijas:

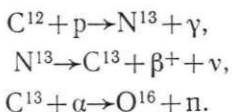


Līdzšinējie zvaigžņu modeļu aprēķini pierāda: evolūcijas vēlajās stadijās zvaigžņu dzilēs attīstās tādi fizikālie apstākļi, ka var notikt kodolreakcijas, kurās rodas brīvie neitroni. Ir divas iespējamības. Pirmā var īstenoties jau samērā zemā temperatūrā, ap  $5 \cdot 10^7$  °K, nepieciešams tikai, lai konvekcija ap hēlija «degšanas» slāni ienestu protonus (ūdeņraža

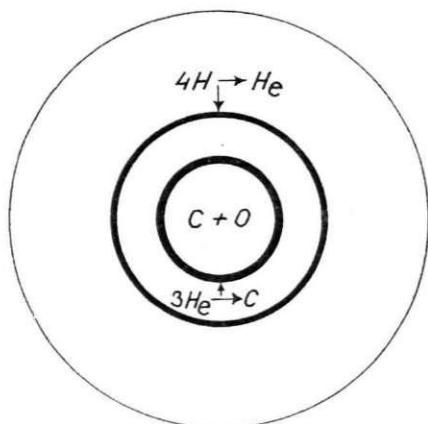
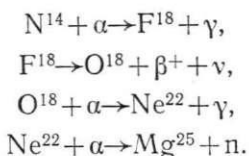
<sup>3</sup> Skat. J. Francmana rakstu «Zvaigžņu enerģijas avoti». — «Zvaigžņotā debess», 1975./76. gada ziema, 47.—51. lpp.



atoma kodolus) dziļākos slāņos, kur hēlija reakcijās ir radies daudz oglekļa izotopa  $C^{12}$  kodolu. Notiek šādas reakcijas:



Otrs reakciju cikls ir iespējams, ja slāpekļa  $N^{14}$  kodoli (kas ir radušies ūdeņraža «degšanas» CNO ciklā) tiek ienesti slāņos, kur temperatūra sasniedz  $3 \cdot 10^8$  K:



1. att. Zvaigzne ar diviem kodolreakciju slāņiem (shēma).

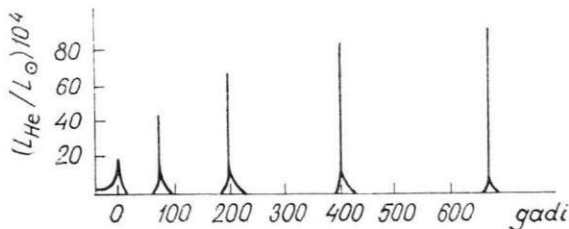
Elementu kodolus, kādi var rasties neitronu saķeršanas rezultātā, atrod oglekļa un dažu citu tipu zvaigznēs, un pašlaik šo faktu uzskata par spēcīgu argumentu, kas pierāda mūsdienu zvaigžņu evolūcijas teorijas pareizību.

## PAR ZVAIGZNES FG SGE UZBŪVI UN EVOLŪCIJAS STADIJU

Pēc pašreizējās teorijas, oglekļa zvaigznes rodas zvaigžņu «divslāņu» evolūcijas stadijā, kad konvekcija no zvaigznes dziļēm uz ārējiem slāņiem iznes oglekli un citus smagos elementus. Šīs stadijas beigās ūdeņraža «degšanas» slānis ir pārvietojies tik tālu uz ārpusi, ka šī slāņa iekšpusē atrodas ap 70% no visas zvaigznes masas. Šāda konfigurācija ir nestabila, un ārējais apvalks no zvaigznes atdalās. Tā acimredzot rodas planetārais miglājs un kodols. To pierāda jauno planetāro miglāju kodolu spožums, kas  $10^4$  reizes pārsniedz Saules spožumu un praktiski sakrīt ar aprēķināto «divslāņu» zvaigznes spožumu. Planetāro miglāju kodolu rādiusi un masa arī sakrīt ar aprēķinātajiem zvaigžņu kodolu parametriem zem ūdeņraža «degšanas» slāņa. Tomēr šāds modelis nevar izskaidrot zvaigznes FG Sge galvenās īpašības, proti, to, ka tik strauji mainās tās temperatūra un ķīmiskais sastāvs. Parastajās oglekļa zvaigznēs hēlija

2. att. Tā mainās hēlija slāņa spožums.

$L_{He}$  — hēlija slāņa spožums,  
 $L_{\odot}$  — Saules spožums. Attēloti pieci pirmie uzliesmojumi (pēc japāņu astronomu teorētiskajiem aprēķiniem par 3–8  $M_{\odot}$  zvaigznēm, kuru kodola masa ir 1,26  $M_{\odot}$ ).



«degšanas» slānis atrodas tālu no virsmas, un uzliesmojumi, kas tur notiek, zvaigznes ārējos slāņus neietekmē; arī vielas sajaukšanās un smago elementu satura palielināšanās apvalkā notiek pakāpeniski, lielā laika mērogā.

Ja zvaigznes apvalkā ap oglekļa—skābekļa kodolu ir kaut vai 1—2% no visas zvaigznes masas, tad, pēc poļu astronomu aprēķiniem, uzliesmojumi hēlija «degšanas» slānī praktiski neizraisa nekādas izmaiņas zvaigznes ārējos slāņos (kaut arī uzliesmojuma laikā kodolenerģijas izdalīšanās slānī palielinās par vairākām decimālkārtām). Bet ar laiku, darbojoties diviem faktoriem (palielinoties kodolam un zvaigznei zaudējot vielu no ārējiem slāņiem), zvaigznes apvalka masa samazinās. Abu šo procesu rezultātā hēlija kodolreakciju slānis tuvojas zvaigznes virsmai. Ja apvalks satur tikai ap 1% no visas zvaigznes masas, tad, kā poļu astronomi ir aprēķinājuši, uzliesmojumu laikā zvaigznes ārējos slāņos notiek lielas izmaiņas ar laika mērogu ap 100 gadiem, un zvaigznes virsmas temperatūra var ātri mainīties, bet rezultātā zvaigzne, kas pirms uzliesmojuma bija sarkanais milzis, pārvēršas par zilu zvaigzni. Pēc teorētiskiem aprēķiniem var secināt, ka zvaigznes FG Sge masa ir ap 0,5—0,8  $M_{\odot}$ , bet apvalka (tas sastāv galvenokārt no ūdeņraža) masa ir mazāka par  $10^{-2} M_{\odot}$ . Ja zvaigznes apvalks ir tik niecīgs, tad, vielai sajaucoties, smagie elementi, kas samērā nelielā daudzumā ir radušies ap hēlija «degšanas» slāni, iznesti uz ārpusi, var izraisīt samērā lielas ķīmiskā sastāva izmaiņas.

Vēlajās evolūcijas stadijās zvaigžņu struktūra ir ļoti sarežģīta. Šādu zvaigžņu modeļu aprēķinus sāka veikt tikai pēdējos gados, tāpēc vēl ir daudz neskaidrību, ne visus auksto zvaigžņu novērojumus šādu modeļu ietvaros var interpretēt pietiekami labi. Tomēr jau tagad mēģina kvalitatīvi izskaidrot dažādu vēlo spektra klašu zvaigžņu tipus. Zvaigžņu evolūcijas teorijā paliek arvien mazāk balto plankumu. Vēl pirms nedaudz gadiem astrofiziķi mēģināja interpretēt tikai dažu zvaigžņu tipu kopīgās īpašības, bet tagad jau ir veikti vairāki mēģinājumi izskaidrot atsevišķu zvaigžņu novērojumus. Par piemēru var būt zvaigzne FG Sge. Astronomi turpinās šīs zvaigznes pētīšanu, salīdzinās novērojumus ar teorētiskiem aprēķiniem. Tas dos iespēju vēl vairāk precizēt auksto zvaigžņu evolūcijas teoriju.

Z. ALKSNE

## R. GERŠBERGA HIPOTĒZE PAR UZLIESMOJOŠĀM ZVAIGZNĒM

1978. gada jūlijā LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā viesojās PSRS ZA Krimas astrofizikas observatorijas zinātniskais līdzstrādnieks, fizikas un matemātikas zinātnu doktors R. Geršbergs. Viņš iepazinās ar observatorijas novērošanas bāzi Baldonē un konsultēja astrofizikas grupas darbiniekus zvaigžņu spektroskopijā un fotometrijā.

R. Geršbergs ir plaši pazīstams eruptīvo maiņzvaigžņu pētnieks. Kopā ar P. Petrovu viņš izstrādājis hipotēzi, pēc kuras Vērša T (T Tau) un Valzivs UV (UV Cet) tipa maiņzvaigžņu specifiskās īpatnības nosaka

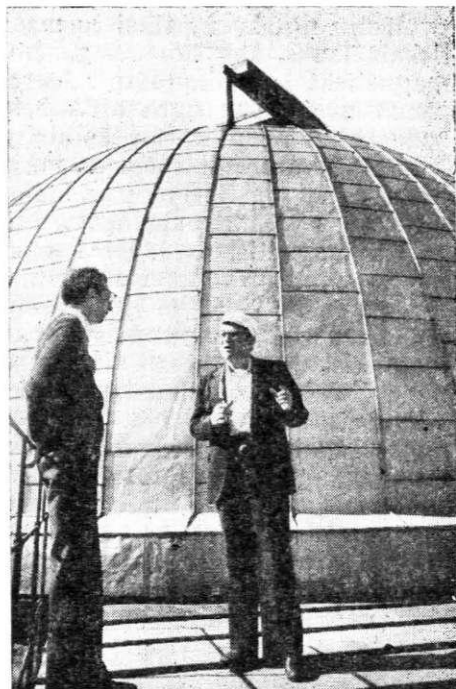
spēcīga magnētiskā lauka lokālas vai globālas izmaiņas. Savas atziņas R. Geršbergs izklāstīja divās izsmelošās lekcijās, kas izraisīja dziļu interesi un debates gan astrofizikas, gan Saules grupas līdzstrādnieku vidū, jo viņa izstrādātā hipotēze ne tikai novērš daudzas neskaidrības mazas masas zvaigžņu agru attīstības stadiju izpētē, bet arī teorētiski pamato to evolucionāro sakarību ar galvenās secības zvaigznēm, tajā skaitā ar Sauli. Uz Saules un uzliesmojošām zvaigznēm notiek radniecīga rakstura procesi, kuri gan krasi atšķiras pēc sava mēroga.

Valzivs UV tipa zvaigžņu aktivitāte galvenokārt izpaužas īslaicīgu uzliesmojumu veidā. Šīs zvaigznes ārkārtīgi strauji — dažu sekunžu laikā — uzliesmo un samērā lēnām — dažās desmit minūtēs — atgriežas normālā stāvoklī. Uzliesmojumi seko cits citam pēc nenotektiem laika sprīžiem, kas vairums mērāmi stundu desmitos. Uzliesmojuma laikā spožums pieaug par  $1^m$ — $6^m$ . Bez pēkšņiem uzliesmojumiem šīm zvaigznēm piemīt arī periodiskas spožuma maiņas ar nelielu amplitūdu  $0^m,2$ — $0^m,3$ . Valzivs UV tipa zvaigznes pieder pie M spektra klases punduriem ar masu  $1$ — $0,07$  Saules masas.

Vērša T maiņzvaigžņu tipa pārstāvēm uzliesmojumi nav tik strauji, un tie turpinās desmitiem stundu vai pat vairākas dienas. Amplitūda parasti nepārsniedz  $1^m$ — $2^m$ . Varētu teikt, ka šo zvaigžņu spožums pakļauts gandrīz nepārtrauktām neregulārām maiņām. Vērša T tipa zvaigznes sastopamas starp F, G, K un arī starp M spektra klases objektiem. Šo zvaigžņu masa parasti ir  $1$  līdz  $3$  Saules masu robežās. Tātad šīs zvaigznes, līdzīgi Valzivs UV tipa zvaigznēm, pieskaitāmas pie mazas masas objektiem.

Pētījumi Saules apkārtnē un Galaktikas vaļējās zvaigžņu kopās liecina, ka spožuma uzliesmojumi piemīt vairumam mazas masas zvaigžņu un uzskatāmi par to tipisku īpatnību. Šo zvaigžņu vecums var būt ļoti dažāds — no simt tūkstošiem līdz  $10$  miljardiem gadu. Dažāda rakstura novērojumu dati liecina, ka īpaši jaunas ir Vērša T tipa zvaigznes. Valzivs UV tipa zvaigznes, kā mazākas masas objekti, evolucionē lēnām un, kaut gan tām ir liels vecums, arī atrodas agrā attīstības stadijā, kad vēl nav beigusies zvaigznes formēšanās gravitācijas spēku ietekmē.

R. Geršbergs savās lekcijās parādīja, ka uzliesmojošo zvaigžņu



1. att. R. Geršbergs (centrā) un A. Alksnis pie Smita teleskopa kupola Radioastrofizikas observatorijas novērošanas bāzes apskates laikā.

evolūciju nosaka ne tikai to masa un ķīmiskais sastāvs, bet arī magnētiskais lauks, kas šīm zvaigznēm var būt īpaši spēcīgs. Kas norāda uz magnētiskā lauka klātbūtni? Astronomi vienprātīgi atzīst, ka uzliesmojumi piemīt zvaigznēm agrā attīstības stadijā, kad to viela sajaucas dziļas konvekcijas rezultātā un tās ātri griežas ap asi. Tieši šo abu faktoru mijiedarbība var radīt spēcīgus magnētiskos laukus. Magnētisko lauku esamību daļēji apstiprina pagaidām vēl visai nepilnīgs novērojumu materiāls, kuru vājam zvaigznēm grūti iegūt.

Kā magnētiskais lauks ietekmē enerģijas pārnesei zvaigznēs? Mazas masas zvaigznēs noteicošā loma ir konvektīvai enerģijas pārnesei no zvaigznes dziļēm. Konvekcijas un ļoti spēcīga magnētiskā lauka savstarpējās iedarbības rezultātā rodas hidromagnētiskie viļņi. Līdz ar hidromagnētiskajiem viļņiem aizplūst daudz enerģijas un tādā gadījumā tikai neliela daļa no dziļumiem nākošās enerģijas var izdalīties fotosfēras siltuma starojuma veidā. Šāds enerģijas izdalīšanās veids atbilst uzliesmojošo zvaigžņu mierīgam stāvoklim. Līdzīga parādība novērojama Saules plankumos, kur fotosfēras elektromagnētiskais starojums ir notušs, samazināts. Vērša T tipa zvaigžņu virsmu normālā stāvoklī var pielīdzināt gandrīz nepārtrauktam, grandiozām Saules plankumam. Šo zvaigžņu spektru analīze rāda, ka zem to karstajām hromosfērām patiesi atrodas neparasti aukstas fotosfēras. Ja magnētiskais lauks kļūst vājāks par kādu noteiktu kritisku līmeni, tad visa enerģija izplūst kā elektromagnētiskie viļņi un fotosfēras siltuma starojums normalizējas. Parastās Vērša T tipa zvaigznēs magnētiskais lauks pavājinās tikai atsevišķos apgabalos. Lokālas magnētiskā lauka izmaiņas izraisa lielu, spožu fotosfēras laukumu rašanos šajos apgabalos. Tādu normalizēta starojuma laukumu parādīšanos novēro kā Vērša T tipa zvaigžņu uzliesmojumus. Ja zvaigznes magnētiskais lauks pavājinās globālā mērogā un visa fotosfēra normalizējas vienlaikus, tad notiek tā saucamais fuora uzliesmojums, kad zvaigznei, kura līdz šim momentam nav pazīstama kā aktīva, spožums pēkšņi pieaug par 5—6 spožuma klasēm un pēc tam ļoti lēnām samazinās. Nosaukums «fuors» radies tāpēc, ka pirmā šāda veida zvaigzne bija atklāta Oriona FU (FU Ori), kura uzliesmoja 1936. gadā. Pēc tam tika atklāti vēl divi fuori. R. Geršbergs izteica varbūtību, ka parastie Vērša T tipa zvaigžņu uzliesmojumi ir fuora uzliesmojuma «mēģinājumi».



2. att. R. Geršbergs izklāsta savu hipotēzi. (J. I. Straumes fotoattēli.)



Valzivs UV tipa zvaigznēs, kurām ir mazāka masa, šaurāka konvektīvā zona un tikai lokāli spēcīgi magnētiskie lauki, siltuma starojums nekad nav samazināts pa visu fotosfēras virsmu, bet gan tikai atsevišķos tumšos plankumos. Periodiskas spožuma maiņas ar mazu amplitūdu ir tiešs apliecinājums plankumu klātbūtnē šo zvaigžņu fotosfērās. Kad magnētiskā lauka intensitāte lokālajos apgabalos pazeminās zem kritiskās robežas, notiek strauji, īslaicīgi uzliesmojumi.

Ilgus gadus valdīja šķietami pamatots uzskats, ka pastāv evolucionāra sakarība starp īpaši jaunām Vērša T tipa zvaigznēm un daudz vecākām Valzivs UV tipa zvaigznēm, kaut arī nekādi nebija izskaidrojams, kā samērā masīvās Vērša T tipa zvaigznes pat ilgstošā laika posmā var zaudēt tik daudz masas, lai pārvērstos daudz mazāk masīvās Valzivs UV tipa zvaigznēs. R. Geršbergs secina, ka starp abiem zvaigžņu tipiem nav evolucionāras sakarības. Vērša T tipa zvaigznes drīzāk varētu būt galvenās secības A—G spektra klases priekšteces. Tādā gadījumā mūsu Saules (G klases zvaigznes) uzliesmojumi ir kādreiz daudz aktīvāka dzīves posma atbalss. Sīkās Valzivs UV tipa zvaigznes attīstības gaitā kļūst par stabiliem galvenās secības M klases punduriem.

Klausoties lekcijas, bija jūtams, ka R. Geršberga secinājumu pamatā ir ļoti rūpīgu un vispusīgu novērojumu datu analīze. R. Geršbergs minēja arī tos daudzus virzienus, kuri varētu viņa hipotēzi apstiprināt un papildināt, bet kuros novērojumi šobrīd nav pietiekami, vispār netiek izdarīti vai pat — ar pašreizējo astronomijas tehniku — nav iespējami.

# ASTRONOMIJAS JAUNUMI

## JAUNI URĀNA GREDZENI

Pirms diviem gadiem visplašākās astronomu aprindas pārsteidza ziņa, ka Saules sistēmas septīto planētu — Urānu aptver piecu ļoti šauru gredzenu sistēma. Novērojot, kā 1977. gada 10. martā Urāns uz laiku pārklāj kādu 9. lieluma zvaigzni, Koopera lidojošās observatorijas (KAO) zinātniskā apkalpe un dažas astronomu grupas uz Zemes pamanīja simetriskas piecu īslaiķīgu aptumsumu virknes pirms un pēc galvenā, planētas izraisītā aptusuma. Šis negaidītais atklājums uzreiz izvirzīja veselu virkni jautājumu — kāda īsti ir gredzenu sistēmas struktūra; kas nodrošina tai dinamisko stabilitāti; kāda lieluma un sastāva ķermeņi to veido utt.<sup>1</sup> Aizritējušajā laika posmā astronomi mēģinājuši rast atbildes kaut daļai no tiem.

Viens no gredzenu pirmatklājējiem — Kornela observatorijas līdzstrādnieks Dž. Elliots kopā ar citu observatoriju pārstāvjiem vēlreiz rūpīgi izanalizēja visus zvaigznes pārklāšanas pierakstus, kas iegūti sešās observatorijās — KAO (virs Indijas okeāna), Pertā (Austrālija), Keiptaunā (Dienvidāfrika), Kavalūrā un Nainitalā (Indija) un Pekinā (Ķīna). Rezultātā izdevies konstatēt vēl četrus gredzenus — trīs ar mazāku rādiusu nekā sākotnēji atklātajiem un vienu — starp tiem.

<sup>1</sup> Skat. E. Mūkina rakstu «Urāna gredzeni: fakti un problēmas». — «Zvaigznotā debess», 1978. gada pavasaris, 16.—20. lpp.

Jauni novērojumi tika veikti 1977. gada 23. decembrī un 1978. gada 10. aprīlī, kad Urāns pārklāja divas daudz vājākas — 12. lieluma zvaigznes (atkal tikai novērotājiem nelielās dienvīdu puslodes daļās). Pirmā pārklāšana noritēja nelabvēlīgos apstākļos — īsi pirms rītausmas, un uz Kanāriju salām izbraukušie Lovela observatorijas līdzstrādnieki varēja tikai apstiprināt triju agrāk zināmo gredzenu ( $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ) pastāvēšanu. Toties otrajā reizē, kad izdevīgi novērošanas apstākļi ļāva pilnībā izmantot Laskampanas observatorijas 2,6 metru reflektora iespējas,<sup>2</sup> Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta astronomu grupa P. Nikolsona vadībā reģistrēja gan piecus vecos, gan četrus jaunus gredzenus, kuri pēc attāluma no planētas visai labi saskan ar Dž. Elliota atrastajiem.

Tādējādi līdzšinējie pētījumi ar zvaigžņu pārklāšanas metodi droši apstiprina pavisam deviņu gredzenu pastāvēšanu 15 līdz 25 tūkst. km atstatumā no Urāna virsmas; to rādiusi, pēc Dž. Elliota aprēķiniem, ir šādi:

$\alpha$ — 41 980 km	$\beta$ — 45 800 km
$\iota$ — 42 360 „	$\eta$ — 47 325 „
$\theta$ — 42 660 „	$\gamma$ — 47 750 „
$\alpha$ — 44 840 „	$\delta$ — 48 425 „
$\epsilon$ — $\sim$ 51 500 km.	

<sup>2</sup> Atgādināsim, ka 1977. gada 10. martā visi novērojumi tika veikti ar daudz pieticīgākiem instrumentiem — reflektoriem ar  $\sim$  1 m diametru (tiesa, viens no tiem atradās 12 km augstumā).

(Urāna rādiuss, pēc 1977. gada 10. marta pārklāšanas datiem, — 26 500 km.) Pirmajiem astoņiem gredzeniem piemīt ļoti šauru aplū forma, bet devītais jeb  $\epsilon$  ir nedaudz ekscentrisks, ar manāmi lielāku platumu no planētas tālākajā daļā un, spriežot pēc dažādā laikā veiktiem novērojumiem, precēsē ap Urānu ar ātrumu  $\sim 1,4$  grādi diennaktī.

Pagājušajā vasarā gredzenus beidzot izdevies arī «ieraudzīt», t. i., uztvert šo veidojumu atstaroto Saules infrasarkanā «gaismu». To panākuši K. Metjūzs un G. Neigebauers, veicot komplicētus fotometriskus novērojumus ar Palomāra kalna observatorijas milzīgo 5 metru reflektoru metāna 2,2 $\mu$  absorbcijas joslā, kur paša Urāna albedo ir tikai  $\sim 0,01\%$ .

Tādējādi Urāna gredzenu pastāvēšanu tagad var uzskatīt par galīgi un neapgājami pierādītu. Toties joprojām nav atrasts īsti apmierinošs izskaidrojums gredzenu sistēmas pārsteidzošākajai īpatnībai — daļiņu koncentrācijai diezgan daudzās ārkārtīgi šaurās joslās. Patlaban visdaudzsološākā šķiet ideja par divkāršu rezonansi: gredzeni veidojas tādā attālumā no planētas, kur to daļiņu kustība nonāk rezonansē ar divu pavadoņu kustību uzreiz (t. i., daļiņas un abu pavadoņu apriņķošanas periodi atbilst viens otram pret citu kā nelieli veseli skaitļi jeb, citiem vārdiem sakot, ir savstarpēji samērojami). Tomēr neviena pabeigta gredzenu uzbūves teorija, kas parādītu, ka pastāvošās Urāna pavadoņu sistēmas iespaidā jāizveidojas tieši šādam un ne citādam gredzenu kopumam, uz minētās idejas bāzes joprojām nav izstrādāta.

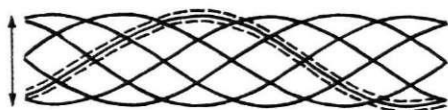
*E. Mūkins*

## SATURNA GREDZENU VIĻŅOJUMS

Padomju astronoms M. Bobrovs jau kopš 40. gadiem ir pievērsies Saturna gredzenu problēmai. Viņa monogrāfijā, kas veltīta šim jautājumam, apkopots liels novērojumu materiāls, daudzi teorētiski pētījumi un formulēti galvenie secinājumi par Saturna gredzenu fizikālo dabu.

«Saturna gredzeni pēc būtības ir pavadoņu sistēmas, tomēr atsevišķo daļiņu te ir tik daudz un tās atrodas tik tuvu cita citai, ka uzskatāmas par vienotu kompakto sistēmu, kur katrs atsevišķs pavadoņš ir zaudējis savu individualitāti,» raksta M. Bobrovs savas monogrāfijas ievadā. Šādā skatījumā tad arī ir veikts M. Bobrova jaunākais pētījums par Saturna gredzenu biežumu.

Novērojumi liecina, ka šo gredzenu biežums ir daudzkārt lielāks par atsevišķas daļiņas vidējiem izmēriem: gredzenu biežums ir 0,4—4,2 km, bet atsevišķo daļiņu izmēri sasniedz tikai 2—15 cm. Tomēr pārsteidzīgi būtu secināt, ka gredzenus veido šo sīko šķembu haotisks mākonis. Teorētiska analīze liecina, ka atsevišķo daļiņu sadursmju dēļ tās ir pakāpeniski zaudējušas lielu daļu no savas enerģijas un izvietojušās plānā slānī, apriņķojot pla-



1. att. Saturna gredzenu daļiņu orbītas. Bultiņas rāda gredzenu kopējo redzamo biežumu, pārtrauktās līnijas — t. s. patieso biežumu, kāds tas būtu bez pavadoņu gravitācijas ietekmes.

nētu tagad jau bez savstarpējām sadursmēm. Kāpēc tad gredzenitomēr ir biežāki par atsevišķo daļiņu izmēriem?

M. Bobrovs šā efekta izskaidrojumu atrod gredzenu daļiņu vilņveidīgajās kustībās, kas rodas Saturna pavadoņu gravitācijas spēka ietekmē. Tiešām, Saturnam ir 10 pavadoņi, katram no tiem ir savs aprīkošanas periods un katrs no tiem savā gaitā ap centrālo planētu pievelk pakāpeniski citu pēc citas gredzenu atsevišķās komponentes, liekot tām sev tuvojies, bet pēc tam tās atkal atlaižot. Saturna pavadoņi riņķo ap centrālo planētu plātā joslā, tāpēc gredzenu deformācija notiek ne vien radiālā virzienā, bet arī uz augšu un uz leju, piešķirot daļiņām vilņveida trajektorijas un visam gredzenam — kopīgu vilņojumu. Tā kā Saturns nav ideāla sfēra, gravitācijas spēka darbība nav ideāli radiāla un gredzenu vilņojumu sistēmai piemīt komplikēta struktūra, kuru nosaka arī gredzenu atsevišķo zonu attālums līdz planētas centram. Notiek daļiņu trajektoriju vilņu diferenciālā precesija — secīga nobīde. Līdz ar to Saturna gredzenu daļiņas dažādos laikos atrodas dažādā augstumā virs kāda vidējā līmeņa un gredzena biezumu nosaka nevis lielāko daļiņu diametrs, bet gan vilņojuma joslas platums — daļiņu amplitūdu summa. Piemēram, ja aplūkotu kādu daļiņu, kas «dzīvo» gredzena A ārmalā, tad Titāna, Tefijas un Mimasas ietekmē tās trajektorijā vienā apgriezienā veidojas attiecīgi 106, 47 un 16 m vilņu amplitūdas. Turklāt pilna amplitūda pieaug pakāpeniski, sasniedzot maksimumu daļiņas apmēram 400 apgriezienu laikā, resp., aptuveni 250 dienās.

M. Bobrovs ir analizējis daļiņu

sadursmes arī šādā vilņojumā; un viņa aprēķini rāda, ka laika intervāls starp katrām divām sadursmēm ir vismaz 160 dienas ilgs, bet šā intervāla maksimālā vērtība var sasniegt pat 1200 dienas. Šis laiks ir daudz ilgāks par daļiņu riņķošanas periodiem, kuri nepārsniedz diennakts daļas. Bez tam daļiņu sadursmes, kad tās beidzot notiek, ir arī ļoti vājas, jo daļiņas pavada savu mūžu cita citai tuvu līdzās un to ātrums ir ļoti mazs. Tāpēc enerģijas zudums, kas varētu rasties sadursmju dēļ, ir tik mazs, ka to pilnīgi kompensē Saturna pavadoņu gravitācijas lauka enerģija, un gredzenu vilņojuma amplitūda nesamazinās. M. Bobrovs bez tam domā, ka vilņojuma amplitūdu nedaudz palielina arī Saules gaismas spiediens.

*N. Cimahoviča*

## MARSA PAVADOŅU NOSLEPUMI

Automātisko starpplanētu staciju «Viking»<sup>1</sup> uzdevums bija netikai paplašināt mūsu zināšanas par Marsu, bet arī savākt informāciju par tā pavadoņiem.

Abu orbitālo aparātu telekamerās tika periodiski pavērstas pret abiem Marsa pavadoņiem, bet Fobosu uzņēma pat stacijas «Viking-1» nolaižamais aparāts no planētas virsmas. Vēl vairāk, trijos gadījumos kosmisko kuģu orbitālie

<sup>1</sup> Tuvākas ziņas par citiem «Viking-1 un 2» lidojuma aspektiem lasītājs var smelties E. Mukina rakstos «Zvaigžņotā debess», 1976. gada vasara, 21.—25. lpp.; 1976./77. gada ziema, 38.—42. lpp.; 1977. gada pavasaris, 33.—37. lpp.; 1978. gada rudens, 21.—29. lpp.

aparāti tika novadīti tiešā Marsa pavadoņu tuvumā, lai varētu precizēt Fobosa un Deimosa masu pēc to gravitācijas spēku ietekmes lieluma uz starpplanētu staciju kustību. Šajā laikā tika uzņemti iespaidīgi tuvplāna uzņēmumi, kuros varēja izšķirt 2—3 metru lielas pavadoņu virsmas detaļas. 1977. gada februārī stacija «Viking-1» pirmoreiz pietuvojās Fobosam nepilnu 100 km attālumā un otrreiz tā paša gada maijā apmēram 300 km tuvu. 1977. gada oktobrī automātiskās stacijas «Viking-2» orbitālais aparāts aizlidoja garām otrajam Marsa pavadoņim Deimosam tikai 23 km no tā.

Kā tas bieži vien ir gadījies kosmisko pētījumu praksē, lidaparātu iegūtie dati palīdzēja atbildēt uz daudziem neskaidriem jautājumiem, bet vienlaikus izvirzīja arī vairākas jaunas problēmas.

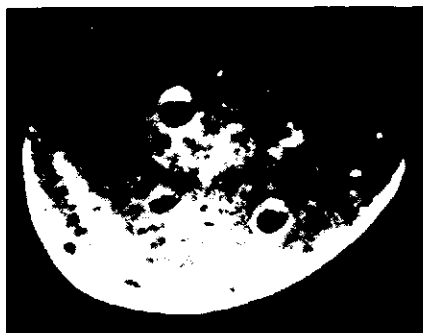
Līdzpat kosmisko lidojumu ērai mūsu zināšanas par Marsa pavadoņiem bija pavisam niecīgas. Precīzi bija noteikti vienīgi kustības orbītu elementi, bet pavadoņu izmēri tika aptuveni vērtēti pēc to spožuma un hipotētiskā virsmas albedo.

Pirmais lielais solis noslēpumaino Marsa pavadoņu izpētē bija «Mariner-9» lidojums. Šī starpplanētu automātiskā stacija, gandrīz gadu darbojoties orbītā ap Marsu, pētīja arī Fobosu un Deimosu.

Isumā par rezultātiem, kuri bija iegūti, pirms Marsa virzienā devās «Vikingi»:

1) abiem Marsa pavadoņiem ir aptuveni eliptiska forma ar pusasu attiecību 1:1,4. Fobosa garākā pusass ir 13,5 km, bet Deimosam 8 km gara;

2) abu pavadoņu rotācija ap asi ir sinhronizēta tā, ka viens no lielās pusass poliem visu laiku ir



1. att. Foboss (apakšā) un Deimoss «Viking-1» orbitālā aparāta uzņēmumos.

vērsts pret planētu. Foboss apriņķo Marsu 7 stundās 39 minūtēs pa orbītu, kuras rādiuss ir 9400 km (2,7 Marsa rādiusi), bet Deimoss 30 stundās 18 minūtēs pa orbītu ar rādiusu 23500 km (6,7 Marsa rādiusi);

3) kaut arī Deimoss izskatās līdzināks par Fobosu, abu pavadoņu virsmas stipri izrobo krāterī;

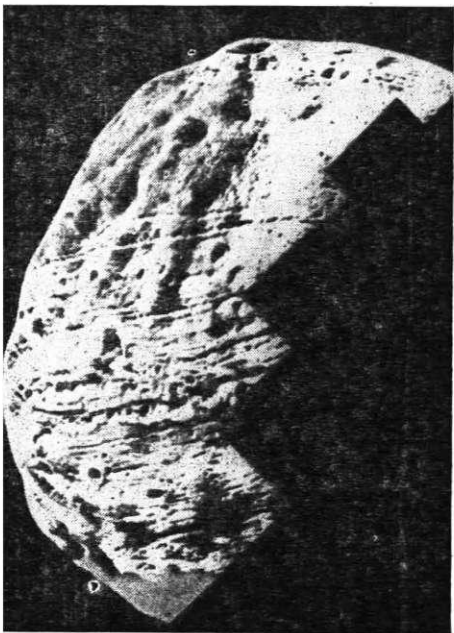
4) lai gan pavadoņu gravitācijas lauks ir niecīgs, to virsmas klāj tumši pelēka putekļu kārtā, kura acīmredzot ir analogiska kosmisko aparātu atklātajam regolīta slānim uz Mēness;

5) Foboss atrodas tuvu Marsa Roša robežai, kuras iekšpusē pava-



donis tiktu saārdīts planētas pievilksanas spēka ietekmē. «Vikingu» novērojumu analīze parādīja, ka Foboss sastāv no neliela blīvuma ( $\approx 2 \text{ g/cm}^3$ ) tumšas vielas, kura līdzīga meteorītu — oglekļa hondrītu vielai. Šie secinājumi izdarīti, izmantojot gan Fobosa virsmas spektrogrammu analīzi, gan «Viking-1» kustības perturbācijas lielumu pavadoņa gravitācijas lauka iedarbībā.

Pēc Dž. Luisa (Masačūsetsas Tehnoloģiskais institūts) domām, ar oglekli bagātināti neliela blīvuma ķermeņi varēja izveidoties tikai Saules sistēmas asteroīdu joslas ārējā daļā. Ja tas tā ir, tad Foboss no asteroīda kļuvis par Marsa pavadoņi ilgi pēc Saules sistēmas izveidošanās.



2. att. Montāža no Fobosa virsmas uzņēmumiem, ko ieguvis «Viking-1» orbitālais aparāts no 300 km attāluma.

Jau pirmās Fobosa tuvplāna fotogrāfijas atklāja vēl vienu neparastu tā aspektu. Pavadoņa virsmu gandrīz viscaur klāj garas, gandrīz paralēlas rievas. Visbiežāk to platums sasniedz 100—200 m un dziļums 20—30 metru. «Vikingu» uzņēmumi aptver gandrīz visu Fobosa virsmu un tāpēc bija iespējams sīkāk izpētīt rievu izvietojumu. Visvairāk izteiktāko rievu atrodas milzīgā Stikneja krātera tuvumā (šī krātera diametrs sasniedz 10 kilometrus) un praktiski nav redzamas pavadoņa otrajā pusē. Šis apstāklis gandrīz viennozīmīgi norāda, ka rievu izcelšanās jāsaista ar Stikneja krātera rašanos. Iespējams, ka tās ir Fobosa virsmas plaisas, kas radušās sadursmes brīdī milzīgā trieciena rezultātā. Vēl lielākā palielinājumā rievas neatgādina vienkāršas plaisas, bet gan izskatās kā vairāk vai mazāk blakus esošu padziļinājumu virknes. Šo plaisu sīkstruktūra vēl īsti nav skaidra.

Amerikāņu astronomi mēģinājuši noteikt atsevišķu virsmas detaļu relatīvo vecumu pēc krāteru skaita dotajā vietā uz vienu virsmas kvadrātvienu. Statistiskie pētījumi parādīja, ka Stikneja krāteris un rievu komplekss pieder pie visvecākajām Fobosa virsmas daļām. To iespējama vecums pārsniedz trīs miljardus gadu.

Par Deimosa uzbūvi pagaidām neko konkrētu pateikt nevar. Spriežot pēc tā albedo un virsmas krāsas, atšķirības abu pavadoņu uzbūvē nevarētu būt lielas.

Kā jau teikts, «Vikingu» un «Mariner-9» iegūtajos attēlos Deimoss izskatās līdzēnāks par Fobosu. Tomēr krāteru virsmas blīvums abiem pavadoņiem ir līdzīgs. Lielāko daļu Deimosa krāteru, atšķirībā no Fobosa, aizpilda gaišas krāsas viela,

radot iespaidu it kā šī viela būtu izplūdusi no pašiem krāteriem. Tāpēc arī Deimoss izskatās gludāks par otru Marsa pavadoni.

Tikai turpmākie kosmiskie lidojumi varēs palīdzēt izdibināt vēl neatrisinātos Marsa pavadoņu noslēpumus.

*I. Eglītis*

## **VĒLREIZ PAR MARSA MAGNĒTISKO LAUKU**

Marsa magnētisko lauku pirmo reizi konstatēja 1972. gada 21. janvārī uz padomju automātiskās starpplanētu stacijas «Marss-3» uzstādītais magnetometrs. Arī «Marsa-5» magnetometra dati liecināja par magnētiskā lauka klātbūtni sarkanās planētas tuvumā un izmērija Marsa magnetosfēras nakts puses «asti», konstatējot to apmēram 9000 km attālumā aiz planētas. Tika arī noteikts, ka Marsa magnētiskā dipola ziemeļpols atrodas planētas ziemeļu puslodē — tāpat kā Jupiteram, bet pretēji nekā Zemei. Tomēr zinātnieku starpā nebija vienprātības šo mērījumu interpretācijā: vairāki pētnieki apstrīdēja eksperimenta autoru secinājumu, ka izmērītais magnētiskais lauks pieder pašai planētai, un uzskatīja to par Saules vēja inducētu lauku Marsa jonosfērā. Tāpēc eksperimenta autori vairākus gadus turpināja iegūto datu sīku analīzi. Pētījums patlaban ir pabeigts, un S. Dolginovs publicējis tā sīku analīzi, apstiprinot, ka «Marsa-3» konstatētais magnētiskais lauks pieder pašai planētai. Tiesām izrādās, ka magnētiskā barjera, kas Saules vēja plūsmas rezultātā varētu rasties Marsa jonosfērā, ja tam pašam nebūtu sava

magnētiskā lauka, veidotos tikai apmēram 400 km attālumā no planētas, kamēr «Marss-3» noteica planētas magnetosfēras robežu apmēram 1600 km attālumā no tās. Bez datu teorētiskas interpretācijas tika turpināti arī Marsa magnētiskā lauka eksperimentāli pētījumi ar automātisko starpplanētu staciju palīdzību. «Marsa-6» un «Marsa-7» magnetometri precizēja Marsa magnētiskā lauka spriegumu — tas izrādījās 7—10 reizes lielāks par starpplanētu telpas magnētiskā lauka spriegumu un sasniedz 30 gammas.

Marsa magnētiskajam laukam, domājams, ir paleomagnētiska izcelsme.

*N. Cimahoviča*

## **SAULES SISTĒMAS SADURSMES AR STARPZVAIGŽŅU VIELAS MĀKOŅIEM**

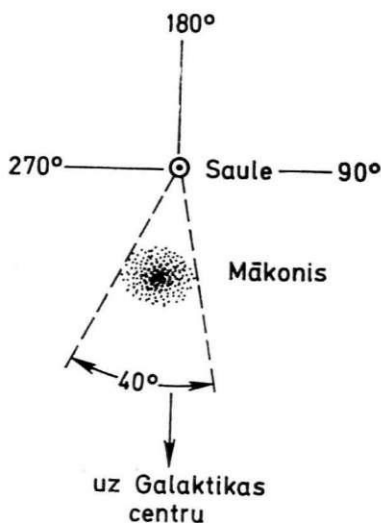
Cilvēce ir sapratusi, cik aktuāla kļuvusi ekoloģiskās sistēmas saglabāšana uz Zemes un tās apkārtnē. Valstu valdības, sabiedriskās organizācijas un starptautiskās savienības visā pasaulē uzsākušas cīņu pret izmaiņām dabā, ko rada cilvēki paši. Neapšaubāmi, šī darbība pagaidām noris ierobežotos apmēros un nenodrošina pilnīgu ekoloģisku līdzsvaru, taču tā izvērsās arvien plašāk.

Šajā pašā laikā pieaugusi astronomu interese par kosmiskiem faktoriem, kas var izraisīt būtiskas izmaiņas uz Zemes. Viens no šādiem faktoriem ir Saules sistēmas sadursmes ar starpzvaigžņu vielas mākoņiem.

Starpzvaigžņu vielas gāze un putekļi sadalīti nevienmērīgi, vietām

veidojot aukstus un blīvus mākoņus, kuru rādiusi ir aptuveni 10 gaismas gadu. Mākoņu temperatūra ir ap  $50^{\circ}\text{K}$ , bet to blīvums ekvivalents 10, 100 un pat 1000 ūdeņraža atomiem kubikcentimetrā. Starp mākoņiem vielas blīvums ekvivalents tikai 0,1 ūdeņraža atomam kubikcentimetrā, bet temperatūra sasniedz  $10\,000^{\circ}\text{K}$ . Mākoņus parasti atdala vairāki simti vai tūkstoši gaismas gadu, un tie virzās ar vidējo ātrumu 20—30 km/s.

Aprēķini liecina, ka Saules sistēma pagātnē varētu būt sastapusies ar vairāk par simtu blīvu mākoņu. Franču astronomu A. Vidal-Madjara, K. Laurentes, P. Brustona un Ž. Audouzes visjaunākie starpzvaigžņu vielas pētījumi Saules sistēmas tiešā apkārtnē liecina, ka pašlaik tikai 0,1 gaismas gada attālumā atrodas starpzvaigžņu vielas mākonis, kas virzās ar ātrumu 15—20 km/s un pēc dažiem gadu



1. att. Starpzvaigžņu vielas mākoņa izvietojums projekcijā uz Galaktikas centrālo plakni.

tūkstošiem sasniegs mūsu planētu sistēmu. Mākoņa centrālās daļas blīvums novērtēts kā ekvivalents 10 000 ūdeņraža atomiem kubikcentimetrā, tātad tas ir ārkārtīgi liels.

Skatoties no Saules, mākonis atrodas Galaktikas centra virzienā, kur izvietots Skorpiona—Čūskneša zvaigžņu un starpzvaigžņu vielas komplekss. Mākonis aizņem aptuveni  $40^{\circ}$  leņķi pie debess. Tā izvietojums projekcijā uz Galaktikas centrālo plakni parādīts 1. attēlā.

Kādu ietekmi uz Sauli un uz Saules sistēmas citiem ķermeņiem, pirmām kārtām Zemi, var atstāt sadursme ar aukstu, blīvu starpzvaigžņu vielas mākonī? Vai šāda sadursme var būt liktenīga dzīvībai uz Zemes?

Sadursme ar mēreni blīvu mākonī ietekmēs Saules vēja plūsmu, saspiežot to Zemes orbītas iekšienē mākonim pretējā Saules pusē. Tāpēc Zeme lielāko gada daļu nebūs pasargāta no Galaktikas kosmisko staru plūsmas, kā tas ir normālos apstākļos, un būs pastiprināta dzīvībai nelabvēlīgas radiācijas plūsma. Tas, protams, izraisīs arī klimata maiņas.

Ja mākonis būs sevišķi blīvs, tad tā vielas plūsma pārspēs Saules vēju un pavērsīs vēja daļiņas atpakaļ uz Sauli. Uz Sauli sāks krist arī paša mākoņa daļiņas. Visā pastāvēšanas laikā Saules masa šādā veidā var būt papildināta par 0,0001 daļu. Ikreiz, kad norit akrēcijas process, gravitācijas enerģija palielina Saules starojumu, it sevišķi ultravioletajos un rentgena staros. Kā zināms, pastiprināts ultravioletais un rentgena starojums ir postošs dzīvībai. Šis starojums ietekmēs arī atmosfēras uzbūvi un līdz ar to radīs klimata maiņas.

Starpzvaigžņu viela var izmainīt klimatu, arī tieši pārveidojot Zemes atmosfēru. Ja mākonī būs daudz putekļu daļiņu, tad notiks tādas izmaiņas atmosfēras caurlaidībā, kuru sekas būs globāla temperatūras pazemināšanās un apledojums. Doma par saistību starp ledus laikmetiem uz Zemes un Saules sistēmas sadursmēm ar starpzvaigžņu vielas mākoņiem izteikta jau sen.<sup>1</sup>

Marsa pētījumi rāda, ka kādreiz tur tecējušas varenas straumes un valdījis pavisam cits klimats nekā pašreiz. Tātad klimats lielā mērā izmainījies ne tikai uz Zemes, bet arī uz citām planētām. Tas liecina, ka tādi kosmiski faktori, kas ietekmē visu vai vismaz ievērojamu daļu Saules sistēmas, patiešām eksistē.

Vai varēs paredzēt brīdi, kad tagad atklātais starpzvaigžņu vielas mākonis nonāks Saules sistēmai draudoši tuvu? Te var palīdzēt īsperioda komētu novērošana, jo pietiekami tuvs mākonis izmaina jeb perturbē komētu kustību un pēc perturbāciju aprēķiniem var precīzi noteikt mākoņa attālumu.

Ja vēlamies iedomāties, ko darīs cilvēce, kad mākonis sāks apdraudēt dzīvību Saules sistēmā, kas tolaik, jādomā, būs visa apgūta, nonākam fantastikas pasaulē. Varbūt cilvēce jau jutīsies kā mājās kaimiņzvaigžņu planētu sistēmās un varēs mierīgi atstāt savu šupuli, varbūt ka tā jau mācēs novirzīt vai izkļiedēt mākonī?

*Z. Alksne*

## H<sub>α</sub> EMISIJA SARKANAJĀS MILŽU ZVAIGZNĒS

Daudzu zvaigžņu spektros parādās ūdeņraža absorbcijas līnijas t. s. Balmera sērija. Balmera sērijas līniju intensitāte samazinās virzienā uz spektra zilo galu, tātad visspēcīgākā ir ūdeņraža līnija H<sub>α</sub>. Visintensīvākās Balmera sērijas absorbcijas līnijas novēro karstajās, zilajās un baltajās B, A un F spektra klašu zvaigznēs, temperatūra  $T_e$  intervālā 14 000°—6500°. Dzeltējās G spektra klases zvaigznēs, pie kurām pieder arī Saule un kuru virsmas temperatūra ir zemāka ( $T_e = 6000^\circ \text{K}$ ), šo līniju intensitāte ir stipri mazāka. Tās pilnīgi izzūd vēlākajās C un M spektra klašu sarkanajās zvaigznēs ( $T_e = 4500^\circ$ — $3000^\circ \text{K}$ ). Emisijā ūdeņraža līnijas parādās ļoti karstām t. s. O spektra klases un Volfa—Raijē tipa zvaigznēm, kā arī karstās retinātās gāzēs — dažos planetārajos, difūzajos miglājos un Saules vainagā, kura temperatūra sasniedz ap miljonu grādu.

Intensīvu H<sub>α</sub> līniju novēro arī sarkanajās milžu zvaigznēs, kuru virsmas temperatūra ir pārāk zema, lai nodrošinātu šīs līnijas parādīšanos spektrā.

Viena no pirmajām un vispilnīgākajām ir padomju astronoma V. Gorbicka izvirzītā triecienviļņa hipotēze sarkano milžu spožuma maiņu un emisijas līniju izskaidrošanai. Spēcīgi triecienviļņi, izplatoties zvaigznes atmosfērā, to sakarsē, gan palielinot tās spožumu, gan jonizējot ūdeņraža atomus, kuri vēlāk, rekombinējot, resp., satverot atrautos elektronus, staro Balmera sērijas emisijas līnijas. Tomēr šai hipotēzei ir vairāki trūkumi. Tā nevar izskaidrot, kāpēc emisijas līnijas eksistē vēl ilgi pēc zvaigznes

<sup>1</sup> Pēc raksta iesniegšanas parādījās jauns ziņojums, kurā vairāki ASV astronomi noraida vietēja starpzvaigžņu vielas mākoņa esamību. Tomēr tas neizslēdz Saules sistēmas sadursmju iespēju ar starpzvaigžņu vielas mākoņiem nākotnē.

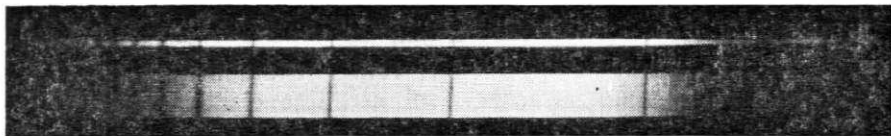
spožuma maksimuma un dažām zvaigznēm pat spožuma minimuma laikā. Ierosinātajiem atomiem vajadzētu beigt starot dažu desmitu minūšu laikā pēc triecienviļņa darbības izbeigšanās, kamēr spožuma minimums sarkanajām zvaigznēm iestājas pēc desmitiem vai dažkārt simtiem dienu. Bez tam triecienviļnis noved arī pie zvaigznes matērijas aizplūšanas starpzvaigžņu vidē. Speciālās astrofizikas observatorijas (SAO) astronomi K. Bičkovs un V. Pančuks pēc emisijas līniju intensitātēm novērtējuši, ka sarkanajām milžu zvaigznēm masas zudumi ir ap  $10^{-5}M_{\odot}$  gadā (Saules masa  $M_{\odot}=1,99 \cdot 10^{33}$  g); tas par kārtu pārsniedz lielumu, ko dod zvaigžņu evolūcijas teorija.

No triecienviļņa hipotēzes vienkārša nevar izskaidrot emisijas līniju pastāvēšanu stacionārajās sarkanajās zvaigznēs. Tāpat nav iespējams izskaidrot krasas spožuma izmaiņas ar raksturīgu laiku — dažas dienas vai pat stundas. Radioastrofizikas observatorijā Baldonē šādas fluktuācijas tiek novērotas, piemēram, ļoti sarkanai oglekļa zvaigznei CIT 6. No teiktā izriet, ka triecienviļņa hipotēze vien nevar pilnīgi izskaidrot sarkano milžu zvaigžņu emisijas spektru.

Saskaņā ar otro, t. s. hromosfēras vai akustisko viļņu hipotēzi enerģijas pārvešana zvaigznē konvekcijas ceļā rada zemas frekvences akustiskos viļņus, kuri, izplatoties

retinātajā zvaigznes atmosfērā, pārtrīnās, veidojot vājus triecienviļņus. Tālākais mehānisms skaidrots tāpat kā iepriekšējā hipotēzē. Jāpiebilst, ka konvekciju novēro arī uz Saules kā t. s. granulāciju, kuru veido no zvaigznes iekšienes pacēlušies karstākie matērijas slāņi. Tomēr arī šai hipotēzei ir savi trūkumi. Tā ļoti labi izskaidro Saules emisijas spektru, kad mums ir darīšana ar samērā nelielu hromosfēras augstumu. Turpretī sarkanajiem milžiem šis augstums ir desmitiem reiz liels, un akustiskajiem viļņiem jārimst, pat nesasniedzot zvaigznes atmosfēru. Tāpat kā iepriekšējā, arī šī hipotēze nevar izskaidrot krasas spožuma maiņas ar nelielu raksturīgo laiku.

K. Bičkovs un V. Pančuks no SAO izvirza jaunu magnētiskā lauka «anihilācijas» hipotēzi. Tāpat kā akustisko viļņu gadījumā, tās pamatā ir konvekcijas procesi zvaigznē. Ap šādu karstu augšup ejošu konvekcijas apgabalu rodas magnētiskais lauks, kura spēka līnijas veido virs tā it kā arkas. Ja blakus nonāk konvekcijas apgabali ar pretēji vērstām magnētiskā lauka spēka līnijām, tad tās saslēdzas (varētu teikt, notiek magnētiskā lauka anihilācija), veidojot abiem apgabaliem kopēju lauku (1. att.). Šī procesa rezultātā izdalās noteikts siltuma daudzums. Jo lielāki ir konvekcijas apgabali, jo spēcīgāki ir magnētiskie lauki un līdz ar to pie-



1. att. Balmera sērijas absorbcijas līnijas AOp spektra klases zvaigznes  $\upsilon$  Aurigae (Vedēja) spektrā, ko 1936. gada 21. novembrī uzņēmis Fricis Blumbahs.

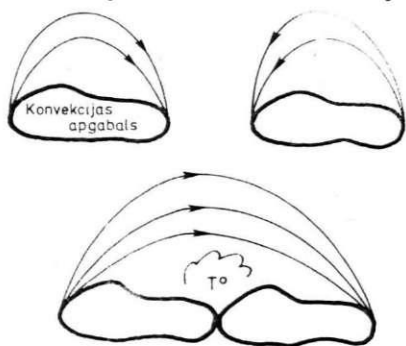


aug anihilācijas rezultātā izdalītā enerģija, kura sakarsē zvaigznes atmosfēru un palielina tās jonizācijas pakāpi, radot iespēju atomiem starot emisijā.

SAO astronomu aprēķini liecina, ka krasās spožuma izmaiņas pilnīgi var izskaidrot ar pēkšņu konvekcijas apgabalu parādīšanos zvaigznes fotosfērā. Apgabalu izmēriem jābūt 1/20 no zvaigznes rādiusa. Zvaigznes ilgperioda spožuma maiņu var saistīt ar konvekcijas apgabalu summārā laukuma izmaiņām līdz ar tās aktivitātes periodu.

Ja tikko izklāstītā hipotēze tiešām ir vietā, tad būtu jānovēro kaut vai nelielas zvaigznes spožuma un  $H_{\alpha}$  emisijas līnijas intensitātes ātras izmaiņas. Ir jau publicēti atsevišķi ziņojumi par  $H_{\alpha}$  emisijas līnijas intensitātes ātrām izmaiņām sarkano milžu spožuma maksimuma laikā, tomēr, lai galīgi varētu izšķirt, vai hipotēze ir pielietojama, nepieciešami rūpīgi spektrālie pētījumi un precīzi fotoelektriskie novērojumi tiem sarkanajiem objektiem, kuru spektros parādās emisijas līnijas.

Oglekļa zvaigznes ir sarkano milžu klases apakšgrupa. Šiem objektiem, tāpat kā citām sarkanajām



2. att. Magnētiskā lauka «anihilācijas» shēma: a — pirms, b — pēc «anihilācijas».

milžu zvaigznēm, novēro  $H_{\alpha}$  emisiju. Tā kā pētījumi par emisijas procesiem aukstajos objektos vēl ir sākuma stadijā, tad šīs problēmas atrisināšanā liela loma ir arī zvaigžņu regulāriem fotometriskajiem mērījumiem, kurus veic Baldones Radioastrofizikas observatorijā.

I. Eglītis

## PIRMAIS MAZĀS PLANĒTAS PAVADONIS

Mēness aizklāj zvaigznes bieži, planētas — reti, bet pavisam reti atgadās, ka zvaigzni aizsedz kāda no mazajām planētām. Šāds rets gadījums reģistrēts 1978. gada 7. jūnijā. Bija aprēķināts, ka mazā planēta (532) Herculina aizklās 6. lieluma zvaigzni SAO 120774 Jaunavas zvaigznājā, bet diemžēl šo parādību varēs redzēt tikai šaurā joslā Arizonas, Nevadas un Kalifornijas štatos un Klusajā okeānā. Laimīgā kārtā Arizonā un Kalifornijā ir daudz observatoriju, bez tam Kalifornijā darbojas daudz astronomijas amatieru ar labi iekārtotiem novērošanas punktiem. Precīzi atzīmējot zvaigznes pazušanas un atkalparādīšanās momentus vismaz divos novērošanas punktos, var noteikt mazās planētas diametru tieši un līdz ar to pārbaudīt dažādu netiešo diametra noteikšanas metožu precizitāti.

Kaut arī Herculinas augstums bija ļoti mazs (tā atradās tikai  $2^{\circ}$  virs apvāršņa!), E. Bauellam un M. A'Hērnām Lovela observatorijā Flagstafā (Arizonā), pateicoties turienes labajam astroklimatam, ļoti labi izdevās fotoelektriski reģistrēt zvaigznes pazušanu un atkalparādīšanos ar 1,07 m reflektora palīdzību. Zvaigznes «aptumsums»

Flagstafā saskaņā ar šiem novērojumiem ilga 23,5 sekundes. Divās vietās Kalifornijā amatieri vizuāli atzīmēja zvaigznes aizklāšanos attiecīgi 20,6 un 17,3 sekundes.

Rezultātā E. Bauells un L. Vassermans aprēķināja Herculinas diametru — 243 km, pieņemot, ka tā ir lodveida. Diametrs, tātad, vismaz par 10% lielāks, nekā tas bija noteikts ar radiometriskām un polariimetriskām metodēm.

Vislielāko pārsteigumu sagādāja tas, ka apmēram pusotras minūtes pirms šī «galvenā aptumsuma» notika otrs aptumsums, kas ilga tikai 5,1 sekundi. To reģistrēja gan Flagstafā, gan arī viens no minētajiem Kalifornijas novērotājiem — Dž. Makmahons Boronā.

Kaut arī nav izslēgts, ka šo «blakus aptumsumu» radīja kāda cita, vēl nezināma mazā planēta, tomēr dabiskāks šķiet izskaidrojums, ka Herculīnai ir pavadonis. Ja tas ir lodveida ķermenis, tā diametrs ir  $45,6 \pm 3,6$  km. Tā attālums no pašas planētas novērošanas laikā bija  $0'',866$ , kas atbilst 977 km. Pieņemot, ka abu ķermeņu albedo (atstarotspējas) ir vienādas, pavadonim jābūt par apmēram 3,6 lieluma klasēm vājākam spīdeklim nekā Herculīnai.

Kāpēc lielāka varbūtība ir hipotēzei, ka īsāko aptumsumu radījis Herculīnas pavadonis un nevis kāds vēl nepazīstams asteroīds? Gluži vienkārši — tad tas būtu mums jau pazīstams, jo 13.—14. lieluma mazās planētas praktiski visas jau ir atklātas. Tomēr galīgi pārbaudīt un pierādīt tuvākos gados to vai citu hipotēzi nebūs viegli. Herculīnas orbītas ekscentricitāte ir 0,179, tātad tik tuvu Zemei un tik spoža kā 1978. gadā (10. lieluma) tā būs tikai apmēram 4—5 gadiem, kad planēta

atkal nonāks perihēlijā. Grūti cerēt, ka tā vēlreiz sastaps savā ceļā kādu spožu zvaigzni. Drīzāk var mēģināt nākamās perihēlija opozīcijās novērot (532) Herculīnu ar pasaules lielākiem teleskopiem, lai notvertu mazo pavadoni līdzīgi Plutona pavadonim.

*M. Dirīkis*

## ATKAL PAPILDINĀJIES MAZO PLANĒTU SARAKSTS

Laikā no 1978. gada aprīļa līdz augustam Mazo planētu pētīšanas starptautiskais centrs apstiprinājis nosaukumus 47 planētām. Līdz jūnijam centrs atradās Cincinati universitātes observatorijā (Ohaio štātā) un darbojās profesora P. Hergeta vadībā, bet, sākot ar jūliju, — Smitsona Astrofizikas observatorijā Keimbridžā (Masačūsetsas štātā) Briana G. Mārdsena vadībā. Uz turieni pārgājis arī pazīstamais mazo planētu pētnieks K. Bārdvels, kura darbi kļuva pazīstami plašākām aprindām sakarā ar veiksmīgo mazās planētas (155) Scylla atrašanu pēc tam, kad tā bija nozudusi (skat. «Zvaigžņotā debess», 55, 1972. gada pavasaris, 1.—5. lpp.) vairāk nekā 80 gadus!

No minētajām 47 mazajām planētām 20 vārdi doti par godu astronomiem, kas tieši nodarbojušies vai nodarbojas ar mazajām planētām. Tās ir šādas:

(1215) Boyer — Alžīrijas astronoms Luijs Buajē, kurš, starp citu, atklājis 40 mazo planētu.

(1515) Perrotin — franču astronoms Henrijs Žozefs Anastass Perrotēns (1845—1904), pirmais Nicass observatorijas direktors, atklājis 6 mazās planētas un sīki izpētījis planētas (4) Vesta kustību.

(1516) Henry — brāļi Pauls Pjērs Anrī (1848—1905) un Pros-

pers Matjē Anrī (1849—1903), kas konstruējuši vairākus lielus teleskopus, starp citu, Nicas observatorijas 76 cm refraktoru un fotogrāfiskās debess kartes Carte du Ciel teleskopus. Katrs no viņiem atklājis 7 mazās planētas.

(1539) Borrelly — franču astronoms Alfons Luijs Nikolā Borrelli (1842—1926), Marseļas observatorijā atklājis 18 mazās planētas un 16 komētas.

(1577) Reiss — franču astronoms Gī Reiss (1904—1964), atklājis 5 mazās planētas.

(1597) Laugier — franču astronome Margerite Ložjē (1896—1976), atklājusi 9 mazās planētas.

(1606) Jekhovskij — franču astronoms Benžamins Žehovskis, atklājis 11 mazās planētas.

(1614) Goldschmitt — Vācijā dzimušais Parizes astronoms Hermans Goldšmits (1802—1866), atklājis 14 mazās planētas.

(1616) Filipoff — franču astronoms Lionels Filipofs (1893—1940), mazo planētu un komētu novērotājs.

(1617) Alschmitt — franču astronoms Alfrēds Šmits (1907—1973), mazo planētu novērotājs un Zemes mākslīgo pavadoņu pētnieks.

(1622) Chacornac — franču astronoms Žans Sakornaks (1823—1873), septiņu mazo planētu atklājējs.

(1630) Milet — Nicas astronoms Bernards Milē, aktīvs mazo planētu un komētu novērotājs.

(1713) Bancilhon — franču astronome Odete Šmite-Bansiļone, vienas mazās planētas atklājēja.

(1714) Sy — franču astronoms Frederiks Sī, mazo planētu un komētu novērotājs un atklājējs.

(1755) Lorbach — amerikāņu astronome Anne Lorbaha-Hergeta,

kura ilgus gadus vadīja Mazo planētu pētišanas centrā Cincinati observatorijā mazo planētu t. s. iepriekšējo apzīmējumu (kuri parasti sastāv no gadskaitļa un diviem burtiem) piešķiršanu un visa Mazo planētu cirkulārā publicējamā materiāla perforēšanu.

(1797) Schaumasse — franču astronoms Aleksandrs Šomass (1882—1958), kas Nicas observatorijā atklājis vienu mazo planētu un trīs komētas.

(1791) Hagihara — japāņu astronoms Jusuke Hagihara, Tokijas universitātes profesors, izcils speciālists debess mehānikā.

(2018) Schuster — Eiropas dienvidu observatorijas astronoms Hanss Emīls Susters, aktīvs novērotājs, mazo planētu un komētu atklājējs.

(2022) West — Eiropas dienvidu observatorijas astronoms Ričards Vests, mazo planētu un komētu atklājējs un novērotājs (skat. V. Magones rakstu *Astronomiskajā kalendārā* 1978, 104.—107. lpp.).

(2051) Chang — ķīniešu astronoms Ju-Če Cangš, Nankinas observatorijas direktors, mazo planētu un komētu novērotājs un to orbītu pētnieks.

Sarakstā vēl ir sekojoši astronomu vārdi:

(1649) Fabre, (1742) Schaifers, (1756) Jacobini, (1851) Lacroute, (2064) Thomsen. Senajiem ķīniešu astronomiem veltītas planētas (1802) Zhang Heng, (1888) Zu Chong-Zhi, (1972) Yi Xing un (2012) Guo Shou-Jing, bet 16. gadsimta čehu astronomam Tadeasam Hajekam — planēta (1995) Hajek. Planēta (2021) nosaukta par Poincaré — par godu izcilajam franču matemātiķim un speciālistam debess mehānikā Anrī Puankarē (1854—1912).

(2076) Levin — par godu padomju astronomam un ģeofiziķim Borisam Levinam, kurš ir izcils speciālists Saules sistēmas mazo ķermeņu pētniecības jomā, galvenokārt komētu un meteoru fizikā.

(2079) Jacchia — amerikāņu astronoms Luidži Jakhia, meteoru un Zemes augšējās atmosfēras pētnieks.

Daži nosaukumi saistīti ar noteiktām personām, kuras nav astronomi: (2017) Wesson, (2048) Dwornik, (2050) Francis, (2056) Nancy, (2057) Rosemary un (2061) Anza. No mitoloģijas ņemti četri vārdi — (1930) Lucifer, (2060) Chiron, (2062) Aten un (2063) Bacchus. Atēns ir seno ēģiptiešu Saules dievs; šis nosaukums piešķirts planētai 1976 AA, kura bija pirmā no mazajām planētām ar orbītas lielo pusasi mazāku par vienu astronomisko vienību un apgriešanās periodu mazāku par vienu gadu. (Par planētu (2060) Chiron skat. I. Smelda rakstu «Liela mazā planēta» — «Zvaigžņotā debess», 81, 1978. gada rudens, 13. lpp.)

Beidzot, četrām planētām, kuras atklātas Šveicē, piešķirti Šveices pilsētu vārdi — (1935) Lucerna, (1936) Lugano, (1937) Locarno un (1938) Lausanna.

## SAULES PROTONU PLŪSMA PĒDĒJĀ GADU MILJONĀ

Saules aktīvajos periodos starpplanētu telpā izplatās ar augstu enerģiju apveltītie Saules protoni. Ietiecoties atmosfēras neaizsargātajā Mēness virsmā, tie transformē tā iežu atomu kodolus. Rezultātā Mēness virsmas ārējā slānī veidojas radioaktīvie izotopi. Tā kā katram radioaktīvajam izotopam ir savs noteikts mūža ilgums, ko raksturo ar t. s. pussabrukšanas laiku, tad pēc dažādo izotopu starojuma intensitātes var noteikt to rašanās epohu. Ar šādu metodiku amerikāņu zinātnieki R. Rīdijs, D. Morisons un A. Zinners ir izmērijuši Na<sup>22</sup> un Al<sup>26</sup> radioaktivitātes pakāpi Mēness iežos un nonākuši pie secinājuma, ka Saules protonu plūsma pēdējā gadu miljonā ir bijusi apmēram tāda pati kā pašreiz. Tomēr dažādos 11-gadu ciklos Saules protonu plūsmas lielums ir bijis stipri nevienāds: 19. ciklā (maksimuma epoha 1958. gadā) tā ir ievērojami — 5 reizes pārsniegusi 20. cikla (maksimuma epoha 1969. gadā) un arī pēdējā gadu miljonā vidējo protonu plūsmu.

*M. Dirīšis*

*N. Cimahoviča*

# KOSMOSA APGŪŠANA

## «VOYAGER»: CEĻMĒRĶI, TRAJEKTORIJAS, LIDAPARĀTI

Pirms piecpadsmit gadiem amerikāņu astrodinamikas speciālists Dž. Flandro, pētot trajektorijas lidojumiem tālo Jupitera grupas planētu virzienā, pamanīja kādu unikālu iespēju, kas paveras mūsu gadsimta 70. gadu otrajā pusē un nākamreiz atkārtosies tikai XXII gadsimtā: pateicoties labvēlīgam planētu savstarpējam novietojumam (it kā milzīgas atritinošās spirāles zara), Jupitera virzienā sūtīts kosmiskais aparāts varētu tikpat kā bez kāda papildu degvielas patēriņa aizsniegt arī Saturnu, Urānu un Neptūnu. Katras pārlidojamās planētas gravitācijas lauks kosmiskā aparāta kustību ne tikai pavērstu nākamās planētas virzienā, bet arī ievērojami paātrinātu, un rezultātā viss 6 miljardus kilometru garais ceļojums ilgtu tikai apmēram 10 gadus, kamēr tiešam lidojumam no Zemes uz Neptūnu pat pie lielāka starta ātruma vajadzīgi... trīsdesmit gadi. Vēlākā analīze atklāja vēl vairākus citus šāda «lielā ceļojuma» («Grand Tour») variantus ar sākumu tajā pašā laikā, bet mazāka planētu skaita pārlidojumu.<sup>1</sup>

Tiecoties pilnvērtīgi izmantot šīs unikālās iespējas, ASV kosmosa pētījumu pārvalde NASA jau 60. un 70. gadu mijā izstrādāja detalizētu projektu jaunam starpplanētu lidaparātam, kura konstrukcijā būtu viscaur pielietoti paši pēdējie kosmiskās tehnikas sasniegumi. Četriem šādiem aparātiem ar nominālo darbmūža ilgumu 12 gadi vajadzēja veikt lidojumu pa trajektorijām Jupiters—Saturns—Plutons un Jupiters—Urāns—Neptūns, tādējādi aplūkojot no tuvuma visas piecas Saules sistēmas ārējās planētas. Tomēr finansiālu ierobežojumu dēļ NASA nācās aizstāt šo projektu ar citu, trīsreiz lētāku, kurš paredzēja izveidot uz jau pastāvošās tehnikas bāzes divus vienkāršākus «Mariner» tipa aparātus ar 4 gadu nominālo darbmūžu un sūtīt tos lidojumā tikai līdz Jupiteram un Saturnam; neilgi pirms starta, kas notika 1977. gada 20. augustā un 5. septembrī, tiem tika piešķirts nosaukums «Voyager-2» un «Voyager-1».<sup>2</sup>

Šī «mazā ceļojuma» pirmais mērķis Jupiters (vidējais attālums no Zemes 750 miljoni km) ir Saules sistēmas pati lielākā planēta ar milzīgu diametru un masu, bet visai mazu vidējo blīvumu — tikai par trešdaļu lielāku nekā ūdenim. Acīmredzot Jupiters līdzīgi Saulei sastāv galvenokārt no visvieglākajām vielām — ūdeņraža un hēlija, kuri līdz ar metānu, amonjaku un citiem vēl necīgākiem piemaisījumiem tiešam pamanīti spek-

<sup>1</sup> «Lielā ceļojuma» dažādi varianti, ar tiem saistītās priekšrocības un grūtības aplūkojis E. Mūkina rakstā ar tādu pašu nosaukumu «Zvaigžņotās debess» 1977. gada vasaras laidienā, 26.—29. lpp.

<sup>2</sup> Pirms «Voyager-1 un 2» Jupiteru no pārlidojuma trajektorijas jau sekmīgi pētījuši divi mazāki un vienkāršāki kosmiskie aparāti — «Pioneer-10 un 11». Otrais no tiem turpina ceļu Saturna virzienā un nonāk tur gadu pirms «Voyager-1». (Skat. E. Mūkina rakstu ««Pioneer-11»: pēc Jupitera uz Saturnu» «Zvaigžņotās debess» 1975. gada vasaras laidienā, 33.—36. lpp.).





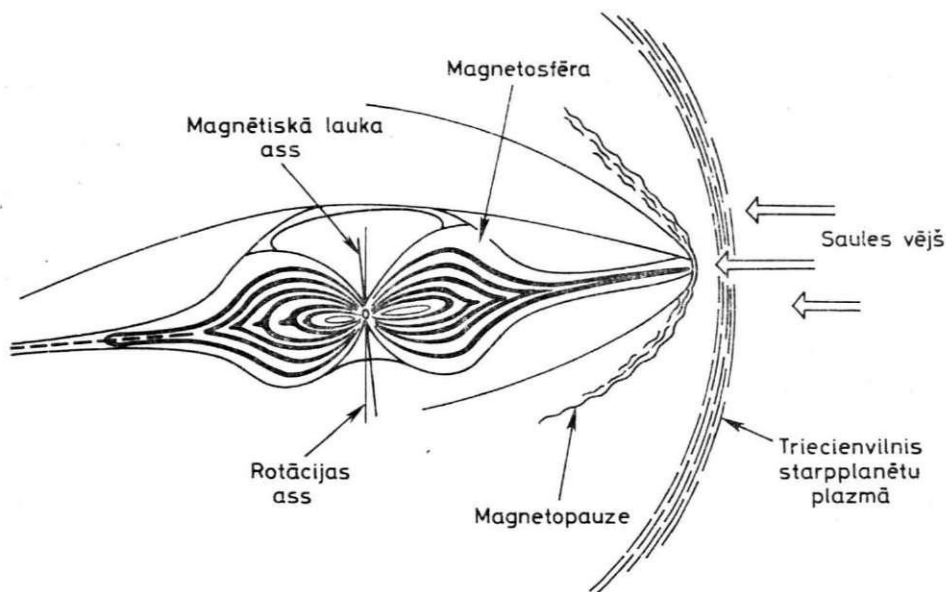
1. att. Jupitera uzņēmums zilā gaismā no 1,1 miljona km attāluma («Pioneer-11», 1974. g.).

troskopiskā ceļā no dažādām Zemes observatorijām (galvenokārt ASV), kosmiskajiem aparātiem «Pioneer-10 un 11» un speciālā lidmašīnā iekārtotās Koopera observatorijas. Savukārt radiometriskie novērojumi gan ārpus Zemes atmosfēras blīvajiem slāņiem, gan no tieša tuvuma parādījuši, ka Jupiters izstaro apmēram divreiz vairāk siltuma, nekā saņem no Saules; tas nozīmē, ka planētas dzīlēs valda desmitiem tūkstošu grādu temperatūra — pārāk augsta, lai šī ķermeņa iekšienē varētu pastāvēt cieta virsma. No ārpus redzamā Jupitera virsma (1. att.) patiesībā ir tikai blīvas mākoņu segas augšslānis, kura raksturīgie veidojumi — ekvatoram paralēlas gaišas un tumšas joslas, ovāli plankumi, haotiski virpuļu lauki polu tuvumā (pēdējie pirmoreiz ieraudzīti attēlos no «Pioneer-11») — atspoguļo visai spēcīgu un sarežģītu atmosfēras konvekciju no dzīlēm plūstošā siltuma iespaidā.

Virš Jupitera atmosfēras un 3000 km biezs jonosfēras atrodas ārkārtīgi intensīvas radiācijas joslas, kas pamanītas jau pēc spēcīga decimetru viļņu radiostarojuma no planētas apkārtnes un detalizētāk iepazītas «Pioneer-10 un 11» tiešo mērījumu gaitā. Šos augstenerģētisko protonu un elektronu sakopojumus Jupitera tuvumā notur visai spēcīgs magnētiskais lauks ar milzīgiem izmēriem un sarežģītu struktūru (2. att.).

Cetri galvenie Jupitera pavadoņi (Jo, Eiropa, Ganimeds, Kallisto), kuru diametri sasniedz no 3 līdz 5 tūkst. km, apriņķo planētu dziļi radiācijas joslu iekšienē un stipri mijiedarbojas ar tām: gar Jo un Eiropas orbītām lādēto daļiņu koncentrācija ir krietni zemāka nekā blakus apgabalos, Jupitera «radiouzliesmojumu» biežums dekametru viļņu diapazonā manāmi atkarājas no Jo stāvokļa attiecībā pret planētu utt. Savukārt ar ļoti spēcīgās radiācijas iedarbību uz Jo virsmu acīmredzot saistīti plašie ūdeņraža un nātrija atomu mākoņi, kas stiepjas milzu lokā gar šī pavadoņa orbītu (tie atklāti spektroskopiskā ceļā attiecīgi no «Pioneer-10» un Hopkinsa kalna observatorijas).

Kaut arī šo četru lielo pavadoņu izmēri ir samērā līdzīgi, tie stipri atšķirās cits no cita pēc vidējā blīvuma, virsmas fotometriskajām īpašībām redzamajā un infrasarkanajā diapazonā, radiometriski noteiktās temperatūras u. c. Acīmredzot tiem ir visai dažāds ķīmiskais sastāvs un



2. att. Jupitera magnetosfēras uzbūve pēc «Pioneer-10 un 11» datiem.

iekšējā uzbūve: abus blīvākos, domājams, veido silikātieži, pārējos — galvenokārt ūdens (ledus veidā virspusē un šķidrā fāzē dziļēs).

Ar dažām zvaigznei raksturīgām īpašībām apveltītais Jupiters un to aptverošā nelielai planētu sistēmai līdzīgā pavadoņu saime varētu kalpot par pamatu dziļākai visas Saules sistēmas izpratnei; tādēļ arī šo ķermeņu virzienā sūtīti «Voyager-1 un 2». Diemžēl vajadzība izmantot Jupitera pievilkšanas spēku kosmiskā aparāta trajektorijas pavēršanai uz Saturnu ļoti sašaurina Jupitera pārlidojuma trases izvēli, sevišķi tās minimālo attālumu no planētas. Tomēr amerikāņu astrodinamikas speciālistiem pēc ilgstošiem aprēķiniem ar lieljaudas ESM izdevies atrast tādus variantus, lai «Voyager-1 un 2» pa abiem varētu aplūkot no tuvuma (25 līdz 250 tūkst. km) arī visus minētos lielos pavadoņus un papildus vēl (no 450 tūkst. km) mazo, planētai tuvo Amalteju. Paša Jupitera pārlidojumam jānotiek 1979. gada 5. martā un 10. jūlijā attiecīgi 280 un 650 tūkst. km augstumā — tāpat ārpus radiācijas joslu maksimuma.<sup>3</sup>

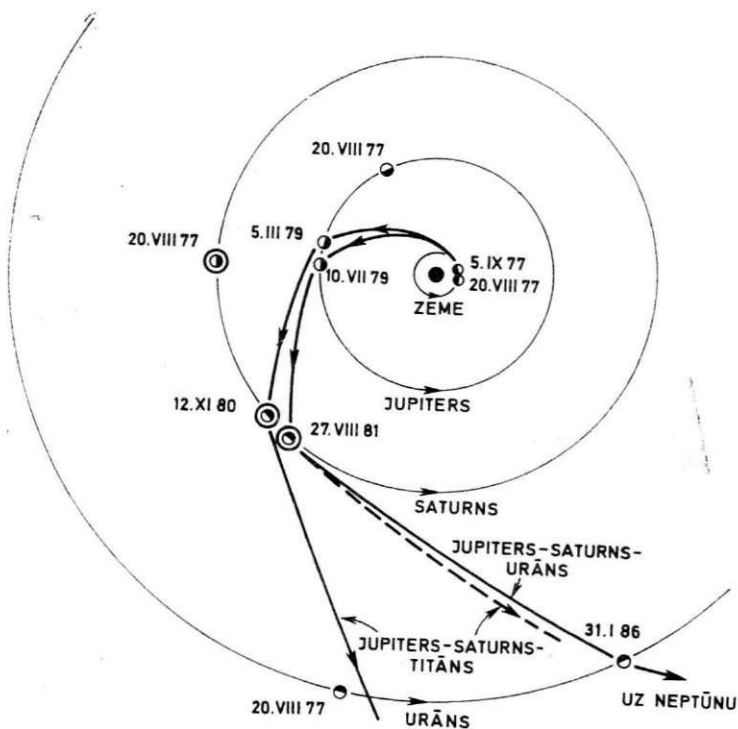
«Voyager» otrais ceļamērķis Saturns (attālums no Zemes 1,5 miljardi km) ir nākamā pēc lieluma planēta Saules sistēmā un izeļas pārējo vidū ar niecīgu vidējo blīvumu — gandrīz divas reizes mazāku nekā Jupiteram. Pēc līdzšinējiem datiem spriežot (tie iegūti tikai no Zemes vai tās tuvākās apkārtnes), uz Saturnu vispārējos vilcienos attiecināmi visi galvenie secinājumi par Jupitera sastāvu un iekšējo uzbūvi, kaut arī dau-

<sup>3</sup> «Pioneer-10 un 11» pārlidoja Jupiteru 132 un 43 tūkst. km augstumā, saņemot tik lielu radiācijas devu, ka daži instrumenti uz laiku pārstāja normāli darboties.

dzās detaļās abas milzu planētas manāmi atšķiras, piemēram, Saturna radiācijas joslas, vērtējot pēc radionovērojumu datiem, ir daudz vājākas nekā Jupiteram. Toties Saturnu ekvatora plaknē aptver plāni un ļoti plati gredzeni no neskaitāmām sīkām daļiņām (visticamāk, ledus), kuri kosmiskajiem aparātiem ir daudz bīstamāki nekā radiācijas joslas un krietni sašaurina pārlidojuma trases izvēles iespējas.

Saturna lielākais pavadonis Titāns (diametrs ap 6 tūkst. km) ir vienīgais Saules sistēmā, kam konstatēta blīva atmosfēra (galvenokārt no metāna). Pētījumu svarīguma ziņā tas pielīdzināts pašai planētai, un tādēļ īsi pirms Saturna pārlidojuma 1980. gada 12. novembrī pirmajam «Voyager» jānovēro Titāns no tikai 4 tūkst. km attāluma. Šāda trase Saturna apkaimē liks kosmiskajam aparātam pēc tam doties ārā no Saules sistēmas, vairs netuvojoties pa ceļam nevienai citai planētai. Ja «Voyager-1» iecerēto pētījumu programmu pamatvilcienos būs izpildījis, bet «Voyager-2» tehniskais stāvoklis liecinās par iespēju turpināt aktīvu darbību vēl četrarpus gadus, no otras ciešas tuvošanās Titānam paredzēts atteikties par labu tādai trajektorijai, kuru Saturna pārlidojums 1981. gada 27. augustā pavērstu nākamās planētas — Urāna virzienā (3. att.).

Šis «virsplāna» ceļamērķis atšķiras no abiem «nominālajiem» vispirms ar ievērojami mazāku masu un augstāku vidējo blīvumu, kas lie-



3. att. «Voyager» lidojumu trajektorijas.

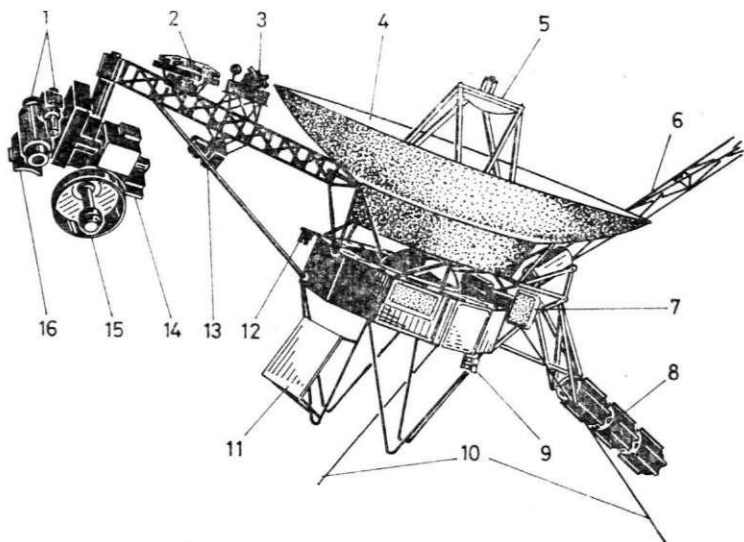
cina par atšķirīgu sastāvu un iekšējo uzbūvi. Sakarā ar neparastu rotācijas ass novietojumu — praktiski orbītas plaknē — Urāna polu apgabali periodiski iznāk pavērsti tieši pret Sauli, un šādā situācijā planētas atmosfērā un magnetosfērā (ja tāda pastāv) acimredzot jānorit dažādām savdabīgām parādībām. Tieši tādā laika posmā — konkrēti 1986. gada 31. janvārī — veiksmes gadījumā Urānu aizsniegs «Voyager-2». Tā kā šīs planētas nesen atklātie gredzeni, pretstatā analogiskiem veidojumiem ap Saturnu, ir visai šauri, Urāna pārlidojuma trasi iespējams izvēlēties samērā brīvi — arī tā, lai kosmiskais aparāts pēc tam dotos vēl tālāk trīsarpus gadus ilgā ceļā uz Neptūnu.

Šis otrais «virsplāna» ceļamērķis ir stipri līdzīgs pirmajam masas un izmēru ziņā, taču, kā rāda jaunākie novērojumi, ievērojami atšķiras no tā pēc vairākām citām īpašībām (iekšējā siltuma plūsmas u. c.). Ja 1989. gada septembrī «Voyager-2» tiešām sekmīgi aizsniegs šo pēdējo milzu planētu, tas būs pavadījis ceļā 12 gadus — trīs nominālos darbmūžus!

Tādējādi ar abiem «Voyager» tipa lidaparātiem atkarībā no iekārtu reālā darbības drošuma, degvielas patēriņa trajektorijas korekcijām un citiem faktoriem iecerēts novērot no cieša tuvuma divas, trīs vai pat četras planētas, daudzus to pavadoņus un vienu vai divas gredzenu sistēmas, kā arī tieši mērīt kosmiskās vides raksturlielumus šo ķermeņu apkārtņē un milzīgajos starpplanētu telpas plašumos.

Šiem pētījumiem paredzētās zinātniskās aparatūras komplektā stingri ievērotas visas labākās «Mariner» programmas gaitā izveidojušās tradīcijas: attēlus iegūst un uzglabā (līdz pārraidei uz Zemi) ar tīri elektroniskiem paņēmieniem, daudzi šaurjoslas fotometri aizstāti ar nedaudziem plaša diapazona spektrometriem, planētu novērošanai domātie instrumenti izvietoti uz brīvi grozāmas platformas utt. Dažas agrākajiem komplektiem raksturīgas nepilnības, kas izpaudās galvenokārt polarimetrisku un radioastronomisku iekārtu trūkumā, jaunajos komplektos likvidētas, krietni daudzveidīgāka kļuvusi starpplanētu vides izpētes aparatūra, vairākkārt paplašināts spektrometru aptvertais diapazons, vēl lielāku redzeslauku ieguvusi no korpusa tālu atvērītā instrumentu platforma (4. att.).

Arī pašā «Voyager» konstrukcijā daudzi risinājumi pārņemti no pēdējām «Mariner» sērijas aparātiem: tehniskās sistēmas no bargajiem kosmiskās vides apstākļiem pasargā tikai viegls nehermētisks korpus ar pavisam vienkāršu termoregulēšanas sistēmu, nemainīgu orientāciju telpā nodrošina reaktīvo mikrodzinēju komplekts, visas iekārtas un zinātniskās instrumentus vada ESM, kuru iespējams lidojuma laikā pilnīgi pārprogrammēt. Lai arī šāds vadības princips ļauj visai efektīvi cīnīties ar daudzu tehnisku kļūmju sekām, pats par sevi tas vairākus gadus ilgu darbmūžu garantēt nevar; tādēļ abiem «Voyager» atšķirībā no to priekstečiem dublētās praktiski visas svarīgākās tehniskās iekārtas — ieskaitot ESM atmiņu. Tā kā divu trajektorijas korekcijas dzinēju uzstādīšana izraisītu pārmērīgu svāra pieaugumu, šī funkcija uzlikta atbilstoši pielāgotai (un, protams, dublētai) orientācijas dzinēju sistēmai, reizē vienkāršojot arī visu lidaparāta konstrukciju.



4. att. «Voyager» konstrukcija un zinātniskie instrumenti: 1 — televīzijas kameras; 2 — plazmas analizators; 3 — kosmisko staru analizators; 4 — galvenā virzienantena; 5 — mazvirzītā antena; 6 — magnetometru kronšteins; 7 — astroorientācijas sistēmas bloks; 8 — radioizotopu termoelektriskie ģeneratori; 9, 12 — reaktīvie mikrodzinēji; 10 — antenas radioastronomiskiem novērojumiem; 11 — zinātnisko instrumentu kalibrēšanas panelis; 13 — lādēto daļiņu analizators; 14 — ultravioletais spektrometrs; 15 — infrasarkanā spektrometru un radiometru bloks; 16 — fotopolarimētrs.

Vēl divas atšķirības no «Marineriem» diktējis ārkārtīgi lielais attālums no Saules un Zemes: radioizotopu termoelektrisko ģeneratoru lietošanu Saules bateriju vietā un milzīgus galvenās radioantenas izmērus — daudz lielākus nekā korpusam. Tās virziendarbību papildus sekmējusi vēl pāreja uz četrreiz īsāku viļņa garumu (paturot gan rezervē arī agrāko), un informācijas pārraides tempam no Jupitera apkārtnes jāsasniedz 115 tūkst. bitu sekundē — tik daudz, lai visus datus, ieskaitot attēlus, varētu pārraidīt uz Zemi to iegūšanas brīdī bez pagaidu uzglabāšanas magnētiskajā lentē.<sup>4</sup> Kā parasti, arī «Voyager» radiotehniskajām sistēmām jākalpo par zinātnisku instrumentu pārlidojamo ķermeņu gravitācijas lauku pētīšanai (pēc kosmiskā aparāta trajektorijas izmaiņām), atmosfēru un jonosfēru zondēšanai ar radiocaurstarošanas (jeb radioaptumsma) metodi.

*E. Mūkins*

<sup>4</sup> No Marsa, Venēras vai Merkura apkārtnes (raksturīgākais attālums ap 150 miljoniem km) šāda sakaru sistēma nodrošinātu datu pārraidi ar tempu 3 miljoni bitu sekundē!



# KONFERENCES UN SANĀKSMES

## APSPRIEDE KIJEVĀ

Lai koordinētu mūsu valsts astronomu pūliņus svarīgāko problēmu izpēlei, PSRS ZA Astronomijas padomē izveidotas darba grupas, kas pārzin noteiktus virzienus. Pagājušā gada septembrī Kijeva pulcējās darba grupa «Nestacionārās zvaigznes», lai apspriestu jautājumus, kas saistīti ar putekļu apvalkos ietvertu objektu izpēti. Galvenokārt tika runāts par tā saucamajām Vērša T (T Tauri, saīsināti T Tau) tipa un Ziemeļu Vainaga R (R Coronae Borealis, saīsināti R CrB) tipa mainīgzvaigznēm, kā arī dažiem citiem objektiem ar sevišķi blīviem putekļu apvalkiem.

T Tau tipa mainīgzvaigznes ir jaunas. Saskaņā ar pastāvošajām zvaigžņu evolūcijas teorijām tās vēl nav sasniegušas t. s. galveno secību — relatīvi līdzsvarotu un mierīgu stāvokli, kurā atrodas vairums zvaigžņu, to skaitā arī Saule. T Tau tipa zvaigznēm raksturīgi spēji uzliesmojumi un ārkārtīgi spēcīgs infrasarkanais starojums — daudz spēcīgāks nekā tas, ko varētu radīt ticamas temperatūras zvaigzne. Astronomi uzskata, ka T Tau zvaigznes ietver plaši putekļu apvalki, ko veido galvenokārt pirmszvaigžņu matērijas atliekas (jo zvaigzne ir tikai veidošanās stadijā). Lai izpētītu T Tau tipa zvaigžņu daudzās ipatnības, darba grupas ietvaros savus spēkus apvienojušas vairākas PSRS observatorijas (Krimas, Semahas u. c.), kuru pārstāvji nolasīja ziņojumus šajā apspriedē. Šī t. s. kooperatīvā programma tiek realizēta Krimas astrofizikas observatorijas līdzstrādnieka A. Ščerbakova vadībā.

Otra apspriedē aplūkotā problēma — citi, galvenokārt samērā veci, objekti ar plaukšņiem putekļu apvalkiem. Vispārēju pārskatu par pēdējo gadu pētījumiem deva Ukrainas PSR ZA Galvenās astronomiskās observatorijas (GAO) līdzstrādnieks M. Orlovs. Ļeņingradas Valsts universitātē (G. Hozovs, T. Poļakova, S. Ņikitins, T. Hudjakova) plaši izvērtī šo objektu starojuma polarizācijas mērījumi. Noskaidrots, ka dažām aukstām mainīgzvaigznēm ar grafīta putekļu apvalkiem raksturīga neparasti spēcīga un ātri mainīga polarizācija. G. Hozovs izveidojis teoriju, kas izskaidro polarimetriskos mērījumus. Šie objekti tiek pētīti arī Radioastrofizikas observatorijā Baldonē, kur mēra to starojuma intensitāti dažādos spektra rajonos. Ļoti intensīvus infrasarkanā starojuma novērojumus izvērsuši ASV astronomi. Par pēdējiem sasniegumiem šajā laukā ziņoja Radioastrofizikas observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks A. Alksnis.

Visbeidzot tika nolasīti vairāki ziņojumi par R CrB tipa mainīgzvaigznēm. Ipašus sasniegumus to pētīšanā guvuši GAO astronomi. Atklāta likumsakarība, kas saista šo zvaigžņu dažādu tipu spožuma izmaiņas; izveidoti zvaigžņu atmosfēru un apvalku uzbūves teorētiski modeļi (L. Šulmans).

Apspriedes noslēgumā par pašreizējiem pētījumiem starojuma pārneses teorijā referēja PSRS ZA korespondētājloceklis, Ļeņingradas Valsts universitātes Astrofizikas katedras vadītājs prof. V. Soboļevs.

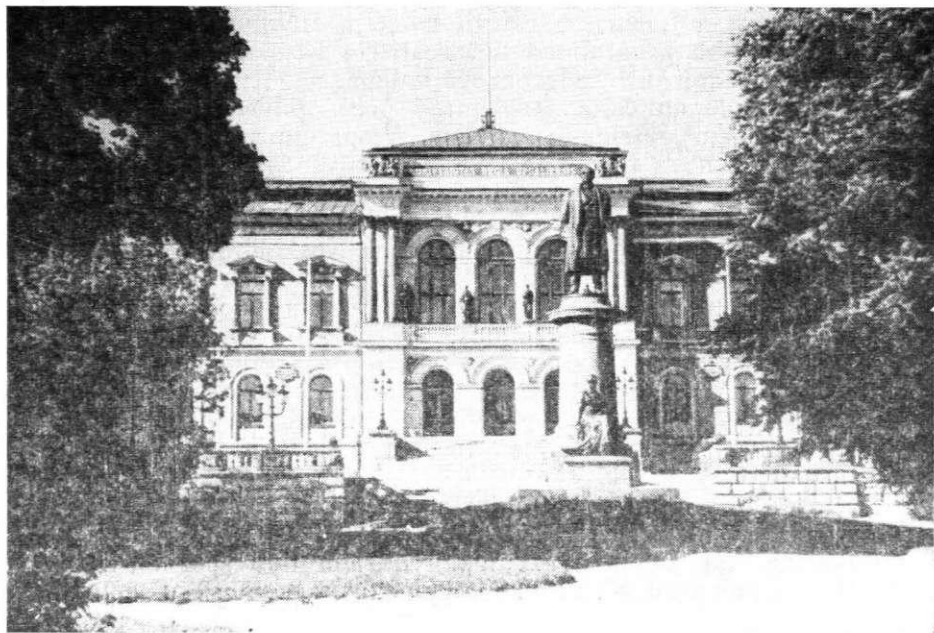
Mūsu republikas astronomiem būs patīkami uzzināt, ka RAO līdzstrādnieks A. Alksnis izvirzīts iekļaušanai darba grupā «Nestacionārās zvaigznes». Viņš ierosināja uzsākt jaunas kooperatīvās programmas izstrādi, lai kompleksi pētītu īpatnējo objektu CIT 6 — aukstas oglekļa zvaigznes un karstāka pavadoņa (proti, zvaigznes) dubultsistēmu blīvā putekļu apvalkā.

Apspriedes darbs ritēja UPSR ZA GAO telpās, meža rajonā uz dienvidiem no Kijevas. Bija prieks izjust mājastēvu viesmilibu, kas līdz ar dzīvajām diskusijām kuluāros stimulēja lielisku radošā darba atmosfēru.

*J. Freimanis*

## EIROPAS ASTRONOMI TIEKAS UPSALĀ

Visplašākajā astronomijas organizācijā Starptautiskajā astronomijas savienībā jeb Internacionālajā astronomijas ūnijā (IAU) ir pārstāvētas 47 valstis ar 3822 biedriem. Īk trīs gadus notiek IAU Ģenerālās asamblejas jeb kongresi. Kārtējais, 17. kongress sanāks 1979. gada rudenī Monreālā, Kanādā. Kongresu starplaikos tiek rīkoti simpoziji, kolokviji u. c. tematiskas apspriedes, kā arī reģionālas sanāksmes. Par trešo Eiropas



*1. att.* Upsalas Universitātes galvenā ēka, kas būvēta 1878.—1887. gadā. Priekšplānā pieminēklis Ērikam Gustavam Geijeram (1783—1847), Universitātes rektoram.

sanāksmi astronomijā «Zvaigžņotās debess» lasītāji ir informēti jau agrāk.<sup>1</sup> Ceturtā Eiropas reģionālā sanāksme astronomijā notika 1978. gada 7.—12. augustā Zviedrijā Upsalas pilsētā. Sanāksmi IAU un Eiropas Fizikas biedrības Astronomijas un astrofizikas nodaļas uzdevumā organizēja Upsalas Universitātes Astronomiskā observatorija ar IAU un vairāku Zviedrijas iestāžu un organizāciju atbalstu.

Lai gan sanāksmes temats bija «Zvaigznes un zvaigžņu sistēmas», tomēr programma izrādījās plašāka un aptvēra 6 zinātniskos virzienus: 1) galaktikas, 2) augstās enerģijas astrofizika, 3) zvaigznes, 4) starpzvaigžņu procesi, 5) astronomijas instrumentācija un 6) astronomijas izglītība.

Sanāksmē piedalījās ap 300 zinātnisko darbinieku no 20 Eiropas valstīm un daži Amerikas kontinenta pārstāvji. Padomju Savienību reprezentēja 25 astronomi gan no PSRS Zinātņu akadēmijas, gan no savienoto republiku — Armēnijas, Azerbaidžānas, Gruzijas, Igaunijas, Latvijas, Lietuvas un Ukrainas zinātņu akadēmiju dažādiem institūtiem un observatorijām, galvenokārt jauni speciālisti ar mazu pieredzi starptautiskajos sarīkojumos.

Izņemot pārskata lekcijas, kas bija plānotas visiem dalībniekiem kopējas, referāti notika vienlaikus divās klausītāvās Upsalas Universitātes



2. att. Upsalas Universitātes Sabiedrisko zinātņu un valodniecības centrs, kur notika lekcijas un sēdes.

<sup>1</sup> Skat. «Zvaigžņotā debess», 1976. gada pavasaris, 36.—38. lpp.



3. att. Padomju astronomu grupa sanāksmes laikā Upsalā.

Sabiedrisko zinātņu un valodniecības centrā — jaunākajā un modernākajā Upsalas Universitātes celtnē, dažus desmitus metru no Astronomiskās observatorijas.

No 24 pusotras stundas garajām sēdēm septiņas bija veltītas galaktikām, ieskaitot galaktiku struktūru un zvaigžņu veidošanos, pa piecām — zvaigznēm un starpzvaigžņu procesiem, četras — augstās enerģijas astrofizikai, divas — astronomijas instrumentācijai un viena — astronomijas izglītībai. Referāti bija ļoti dažādi, un tajos aplūkoja gan novērojumu tehniku, metodes un rezultātus, gan teorētisko pētījumu rezultātus. Ar Radioastrofizikas observatorijas zinātniskās pētniecības darbu tuvāk saskārās ziņojums, ko nolasīja jaunais Upsalas astronoms Nils Olanders. Viņš ziņoja par Kanādas astronoma Harveja Ričera, paša referenta un Upsalas Universitātes profesora Bengta Vesterlunda kopīgo pētījumu dažiem rezultātiem, it īpaši par oglekļa zvaigžņu fotometrisku un spektroskopisku pētīšanu Lielajā Magelāna Mākonī. Savam pētījumam viņi izvēlējušies zvaigznes no diviem nesen iznākušiem oglekļa zvaigžņu katalogiem. Pirmais, kuru sastādījuši paši ziņojuma autori kopā ar astronomu D. Krabtriju (Crabtree), balstās uz zemas dispersijas spektriem, kas iegūti fotogrāfiskajā infrasarkanajā diapazonā ar objektīva prizmu. Otru katalogu sastādījuši amerikāņu astronomi N. Sendulīks un A. Filips pēc spektriem redzamajā viļņu diapazonā.

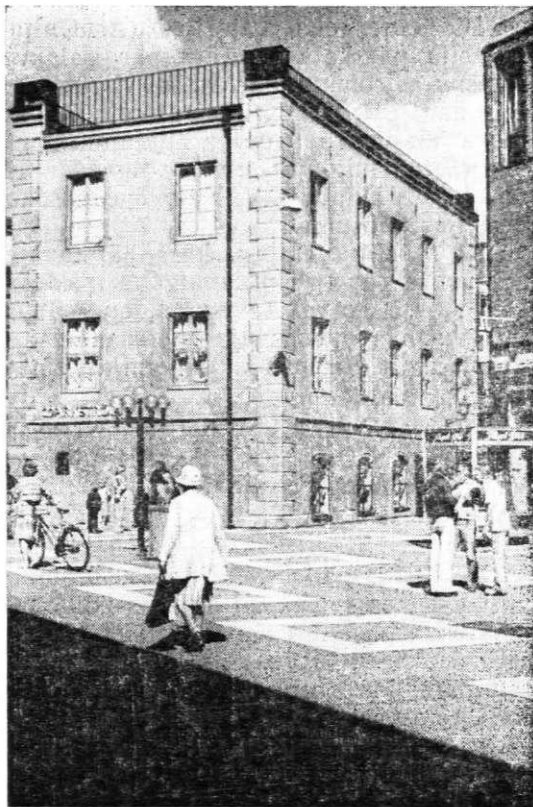
Izmantojot Eiropas dienvidu observatorijas un Serrotololo Starpamerikas observatorijas teleskopus, Ričers, Olanders un Vesterlunds noteikuši

oglekļa zvaigznēm sarkanos (R) un infrasarkanos (I) zvaigžņu lielumus. Autori konstatē, ka krāsas — spožuma (I, R—I) diagramma lielākā daļa oglekļa zvaigžņu atrodas pa labi, t. i., uz zemāko temperatūru pusi, no teorētiski aprēķinātās līnijas, kur diagrammā jābūt zvaigznēm ar divām kodolenerģijas avotu čaulām, kurās sākas hēlija degšanas uzliesmojumi.<sup>2</sup> Tas norāda, ka šādi uzliesmojumi, ko paredz teorija, var liecināt par oglekļa zvaigžņu rašanos.

Piecdesmit četrām zvaigznēm autori ieguvuši samērā augstas dispersijas 26 Å/mm spektrus, galvenokārt dzeltenajā — sarkanajā rajonā. Daļai zvaigžņu noteikts arī radiālais ātrums, un tas apstiprina šo zvaigžņu piederību Lielajam Magelāna Mākonim. Ar šo spektru palīdzību izdevies arī izdalīt vairākas t. s. dabiskās grupas, piemēram, oglekļa zvaigznes ar oglekļa deficītu, oglekļa zvaigznes ar pastiprinātu CH absorbcijas joslas intensitāti, oglekļa zvaigznes ar spēcīgām oglekļa izotopa <sup>13</sup>C joslām.

Atgriežoties pie diviem sākotnējiem katalogiem, autori secina, ka pirmais no tiem satur galvenokārt pirmās populācijas zvaigznes, bet otrais — otrās populācijas zvaigznes.

Interesi rada arī Lundas observatorijas (Zviedrija) astronoma Daiņa Draviņa ziņojums par hologrāfisko režģu izmantošanu astronomiskajā spektroskopijā. Debess objektu spektrus iegūst galvenokārt ar difrakcijas režģu palīdzību, taču pašreiz lietojamiem režģiem ir vairāki trūkumi. Izklidētās gaismas dēļ spektri nav pietiekami tīri, un spektra līniju dziļuma, ekvivalentā platuma un formas mērījumos var rasties ap 10% lielas sistemātiskas kļūdas. Šo un citas nepilnības var mazināt, lietojot hologrāfiskos režģus, kuru izgatavošanas tehnoloģija jau attīstījusies tik tālu, ka ir pieejami lieli difrakcijas režģi ar ļoti augstu rievu blīvumu, piemēram, 2400 l/mm.



4. att. Celzija nams Upsalas centrā, kur Anders Celzijs bija ierīkojis pirmo Universitātes astronomisko observatoriju. (Rakstu ilustrē I. Jurgīša reprodukcijas pēc autora diapozitīviem.)

<sup>2</sup> Skat. J. Francmaņa rakstu 10. lpp.

Birakanas observatorijas (Armēnija) astrofiziķis Eduards Hačikjans nolasiņa pārskata referātu par galaktiku kodolu aktivitāti. Kā zināms, armēņu astronomu darbus šai virzienā labi pazīst visā pasaulē. Interesanti bija arī PSRS ZA Krimas astrofizikas observatorijas zinātniskā līdzstrādnieka Vladimira Pronika ziņojums par hēlija, skābekļa un neona saturu planetāros miglājos un Ļeņingradas Fizikas un tehnikas institūta līdzstrādnieka Dmitrija Varšaloviča hidroksila māzera avotu starojuma polarizācijas pētījums.

Šī rakstiņa autors, kurš pārstāvēja Radioastrofizikas observatoriju, pastāstīja par oglekļa zvaigžņu meklēšanu un fotometriju ziemeļu debess Piena Ceļā, ko veicam ar Balldones Šmita teleskopu.

Tikšanās Upsalā bija interesanta, tajā guvām labu pārskatu par kolēģu darbu citās Eiropas astroņomijas zinātniskās pētniecības iestādēs.

*A. Alksnis*

## **VISSAVIENĪBAS SEMINĀRĀ «ASTROFIZIKAS AKTUĀLĀS PROBLĒMAS»**

No 1978. gada 25. līdz 29. septembrim Rostovas pie Donas Valsts universitātes sporta un atpūtas nometnē «Ļimančik» Melnās jūras krastā netālu no pasaules slavu iemāntojušās vīnogu audzētāju un vīndaru pilsetiņas Abrau-Djurso (ap 14 km no Novorosijskas) notika vissavienības seminārs, kurš bija veltīts aktuālāko astrofizikas problēmu iztirzāšanai. Šajā seminārā, ko rīkoja PSRS ZA Astronomijas padome un Ziemeļkaukāza augstāko mācību iestāžu centrs, piedalījās arī divi Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas darbinieki — fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts I. Smelds un šo rindu autors.

Seminārs bija pulcējis vairāk nekā 100 dalībnieku no gandrīz visām galvenajām PSRS astronomiskajām iestādēm un observatorijām, un tajā ar apmēram 50 pārskata referātiem un ziņojumiem uzstājās vadoši un pazīstami padomju astrofiziķi, kā PSRS ZA korespondētājlocekļi I. Šklovskis un A. Doroškevičs, fizikas un matemātikas zinātņu doktori K. Ogorodņikovs, I. Novikovs, R. Sjuņajevs, L. Ozernojs, D. Varšalovičs, L. Maroņņiks, G. Bisnovatijs-Kogans u. c. Priekšlasījumu tematikā atspoguļojās aktuālas mūsdienu astrofizikas problēmas — galaktiku evolūcija, kosmiskā nukleosintēze, kosmoloģija, melno caurumu un citu relatīvistisko objektu un avotu astrofizika, kosmiskie rentgenstarojuma avoti, starpzvaigžņu gāzes molekulas, zvaigžņu magnētiskie lauki un to izcelšanās, starpzvaigžņu vide, kosmiskie stari, zvaigžņu sistēmas un to evolūcija utt. Taču, tā kā nelielā rakstā nav iespējams pat nedaudz pakavēties pie visiem seminārā skartajiem un analizētajiem ārkārtīgi nozīmīgajiem un interesantajiem jautājumiem, starp kuriem (tas redzams jau no iepriekš sniegtā stipri vien saīsinātā semināra problemātikas uzskaitījuma) grūti izdalīt galvenos vai svarīgākos, tad pavisam īsi informēsim «Zvaigžņotās debess» lasītājus par dažām aplūkotajām problēmām, kas pa lielāku daļu sakrīt ar šī raksta autora zinātnisko interešu loku, protams, pilnīgi apziņoties šādas izvēles izteikti subjektīvo raksturu.



Ziemeļkaukāza augstāko mācību iestāžu centra vadītāja, PSRS ZA korespondētājlocekļa A. Zdanova vārdā semināru atklāja Rostovas pie Donas Valsts universitātes Astrofizikas katedras vadītājs profesors L. Maročņiks. Piejūras rajona partijas komitejas un Izpildkomitejas vārdā semināra dalībniekus sveica partijas komitejas pirmais sekretārs V. Markovs un nedaudz vārdos pastāstīja par varoņpilsētas Novorosijskas vēsturi, tagadni un attīstības perspektīvām. No viņa stāstījuma atmiņā iegūlušies tādi fakti kā Novorosijskas dibināšana 1830. gadā, tas, ka Novorosijska piedalījies četros karos un divas reizes bijusi pilnīgi nopostīta un uzcelta no jauna, u. c. Pilsēta ir slavena ar savām revolucionārajām tradīcijām, — 1905. gadā tur divas nedēļas pastāvēja Novorosijskas republika, ko nodibināja sacēlušies strādnieki.

Lielā Tēvijas kara laikā nevīstošu slavu un nemirstību pie Novorosijskas sev izkaroja Mazās zemes varoņi. Desants, kas sākumā bija iecerēts pretinieka maldināšanai un uzmanības novirzīšanai, pēc galvenā desanta traģiskās un pilnīgās bojāejas ieņēma tā vietu un varonīgās cīņās veicināja fašistu grupējuma sagrafi. Par godu Mazās zemes bezbailīgajiem aizstāvjiem pilsētā tiks uzcelts memoriāls komplekss. Vienu no šī kompleksa objektiem — pieminekli uz aizsardzības pirmās līnijas semināra dalībnieki apmeklēja savas ekskursijas laikā uz Novorosijsku.

Pašlaik Novorosijska ir attīstīts industriāls centrs un viena no nozīmīgākajām PSRS ostas pilsētām. Novorosijskas cementa rūpnīcas, kuru jauda ir vairāki miljoni tonnu augstas kvalitātes cementa gadā, ražo vislētāko cementu pasaulē.

Pēc Piejūras rajona partijas komitejas pirmā sekretāra apsveikuma un uzrunas sākās kārtējais semināra darbs. PSRS ZA korespondētājlocekļis I. Šklovskis nolasiya pārskata referātu par galaktiku kodolu aktivitātes problēmu. Referāta ievaddaļā viņš, starp citu, uzsvēra, ka pēdējā laikā ir notikusi ievērojama astrofiziķu uzmanības centra pārbīde. Līdz šim astrofiziķu interese bija vērsta galvenokārt uz zvaigžņu spīdēšanu un šīs spīdēšanas enerģijas avotiem, bet tagad lielāku vietu pētījumos ieņem galaktiku kodoli, to aktivitātes cēloņi un mehānismi. Referents formulēja nozīmīgākos posmus galaktiku kodolu aktivitātes pētīšanā: 1) radioastronomu izstrādāto garo un supergaro bāzu interferometrija, kas balstās uz neatkarīgo pierakstu metodi un paver iespēju pētīt kosmiskā radiostarojuma avotus, tai skaitā arī radiodiapazonā aktīvās galaktikas ar rekordaugstu izšķirtspēju (tā pašlaik sasniedz loka milisekundes un pat to daļas); 2) rentgenastronomijas panākums: ļoti augstas temperatūras — līdz 100 miljoniem grādu sakarsētas plazmas — atklāšana kosmiskajā telpā; 3) Markarjana galaktiku atklāšana, kas acīmredzot ir saistošais locekļis starp Seiferta galaktikām un kvazāriem.

Ārkārtīgi interesants, ar galaktiku kodolu aktivitāti cieši saistīts ir jautājums par kosmosā novērojamām virsgaismas ātruma parādībām. Pašlaik ar starpkontinentālās radiointerferometrijas metodes palīdzību jau ir atklāti 6 objekti, kuriem novēro šādas struktūras izmaiņas ar virsgaismas ātrumiem. Jaunākie šo objektu pētījumi rada pārlicību, ka tajos notiek izvirdumi ar rekurentu resp. atkārtotu raksturu. Šie izvirdumi ir simetriski, taču bieži vien relativistisko ātrumu dēļ mēs varam novērot

tikai vienu no tiem — to, kas kustas mūsu virzienā. Otru, — kas kustas virzienā no mums, šo relativistisko ātrumu dēļ novērot nevar, jo signāli līdz mums nenonāk.

Pēdējā laikā veikto pētījumu rezultāti ļauj izveidot shēmu, pēc kuras kvazāri ir jaunu galaktiku kodoli, kuru centrā, iespējams, ir melnie caurumi. Jaunajās galaktikās ir daudz brīvas, zvaigznes neiesaistītas gāzes, kuras akrēcija uz melno cauruma izraisa novērojamo aktivitāti un nodrošina šai aktivitātei nepieciešamo enerģiju. Ar laiku, galaktikai evolucionējot, šī akrēcija un līdz ar to arī aktivitāte samazinās gan tādēļ, ka rodas zvaigznes un liela vai pat lielākā gāzes daļa iesaistās zvaigznēs, gan arī tādēļ, ka starpzvaigžņu gāze sasilst līdz ļoti augstai temperatūrai — ap 100 miljoni grādu. Gāzi ar tik augstu temperatūru galaktikas gravitācijas lauks vairs nevar noturēt, un tā izplūst no galaktikas, tādējādi traucējot un samazinot akrēcijas intensitāti.

Ļoti nopietna, pēc I. Sklovskā domām, ir prasība palielināt Habla konstantes vērtību divas reizes, t. i., no 50 līdz 100 km/s.Mps, kas izriet no nepieciešamības pārvarēt veselu virkni grūtību, ar kurām saduras savos pētījumos mūsdienu astrofizikā.

Pašreizējos teorētiskos priekšstatus par galaktiku kodoliem un kvazāriem, pamatojot ideju par galaktiku kodolu un kvazāru aktivitātes procesu līdzību un pat analogiskumu, savā pārskata referātā aplūkoja L. Ozernojs. Pēc viņa domām, atšķirība starp tiem ir tikai jauda. Kvazārus un galaktikas vieno evolucionāras dabas saikne un nav pamata kvazārus uzskatīt par kaut kādiem galaktiku pasaules monstriem.

Arī L. Ozernojs atbalsta jau diezgan labi argumentēto pieņēmumu, ka galaktiku kodoli parāda savu aktivitāti vairākkārt mūžā, t. i., ka galaktiku kodolu aktivitāte ir rekurenta parādība. Viņš minēja arī daudz novērojumu datus, kuru interpretācija ļauj klasificēt Seiferta galaktikas kā parasto spirālisko galaktiku pastiprinātas aktivitātes parādības.

Pēc L. Ozernoja uzskatiem, galaktiku kodolu aktivitātes cēloņi visos gadījumos nav vieni un tie paši, proti, masīvi melnie caurumi, kuru ekstremālo gravitācijas lauku ietekmē sabrūk zvaigznes,<sup>1</sup> tādējādi veidojot intensīvus akrēcijas diskus. Dažādām galaktikām tie var būt dažādi — gan masīvi melnie caurumi, gan magnetoīdi, gan superzvaigznes, gan masīvi rotējoši ķermeņi utt. Tā, piemēram, mūsu Galaktikas kodola aktivitāti acīmredzot nav iespējams izskaidrot ar masīva melnā cauruma eksistenci tajā. Iespējams, ka tā aktivitātes cēlonis ir magnetoīds. No šī viedokļa interesanti ir pēdējā laikā parādījušies mēģinājumi izskaidrot mūsu Galaktikas kodola radiostarojumu ar jaunu pulsāru, kas izveidojies tā centrā, eksplodējot pārnovai.

A. Sučkovs, runājot par zvaigžņu veidošanās ātrumiem un galaktiku evolūciju, minēja jaunus datus, kas norāda, ka atšķirības starp galakti-

<sup>1</sup> Melnā cauruma tuvumā zvaigznes var sabrukt divējādi: 1) zvaigznes var sadurties un eksplodēt; 2) tās var saplēst masīvā cauruma milzīgie gravitācijas lauka gradienti (pašumā spēki) šī cauruma tiešā tuvumā. Aprēķini rāda, ka intensīvas akrēcijas rezultātā melnais caurums ar sākotnējo masu ap  $100 M_{\odot}$   $10^8$  gadu laikā var pieaugt līdz  $10^8$ — $10^9 M_{\odot}$ , t. i., šajā samērā īsajā laika sprīdī tas var pārvērsties par masīvu melno caurumu un ievērojami ietekmēt galaktikas evolūciju.

kām nosaka atšķirības starp zvaigžņu veidošanās ātrumiem tajās. Šis ātrums nav konstants, tas ar laiku mainās, veidojot maksimumus un minimumus, dažkārt pat nokrītot līdz nullei. Balstoties uz šo koncepciju, kā rāda pētījumi, var izskaidrot raksturīgās novērojamas galaktiku formas — samērā plāno disku un centrālo sfērisko kodolu, kura rādiuss pārsniedz diska biezumu.

Sakumā šis zvaigžņu veidošanās process ir ļoti straujš, un šajā laikā veidojas sfēriskā sistema. Pēc tam procesa ātrums samazinās līdz nullei, tad atkal pieaug. Šī otrā pieauguma laikā notiek zvaigžņu veidošanas plānajā diskā. Ja zvaigžņu veidošanās ātrums būtu konstants, tad, kā rāda aprēķini, galaktikas varētu izveidoties tikai kā vairāk vai mazāk sfēriskas un eliptiskas konfigurācijas.

Pēc musdienu teorētiskajiem priekšstatiem, zvaigznes veidojas gāzes mākoņa gravitācijas fragmentācijas, divu gāzes mākoņu sadursmes vai gāzes mākoņa un triecienviļņa sadursmes rezultātā. Pēdējā gadījumā aiz triecienviļņa frontes rodas lieli blīvumi, bet temperatūra strauji krit, līdz ar to saglabājas lielas blīvuma vērtības un, sasniedzot kritiskos lielumus, kalpo kā protozvaigžņu iedīgli. Jāpiebilst, ka gāzes mākoņa gravitācijas fragmentācijas teorija šajā posmā ir daudz vājāk argumentēta.

Novērojumi rāda, ka, galaktikām pārejot no diskveida uz sfēriskām, diskrēti, lēcienveidīgi mainās vairākas kinemātiskās u. c. īpašības, piemēram, to ķīmiskais sastāvs.

Galaktiku veidošanās un evolūcija ir ārkārtīgi sarežģīta parādība, kas saistīta ar ļoti intensīviem procesiem, kuros izdalās milzīgi enerģijas daudzumi. Zvaigžņu veidošanās galaktikās acimredzot ir cikliska parādība, jo ir norādījumi, ka daudzās galaktikās ir bijuši periodi, kad zvaigžņu veidošanās ātrums līdzinājies nullei. Šādu periodu ilgums var sasniegt 10 miljardus gadu. Tā, piemēram, zilo galaktiku īpašības iespējams izskaidrot vienīgi tad, ja pieņem, ka tās veido divu vecumu zvaigznes — 2 līdz 9 miljardi gadu vecas zvaigznes un mazāk par 1 miljardu gadu vecas zvaigznes. Arī Magelāna Mākoņu fotometriskās īpašības var izskaidrot ar divu dažāda vecuma zvaigžņu populāciju palīdzību.

Kā iespējamus cēloņus, kas var traucēt zvaigžņu veidošanos un likt šim veidošanās ātrumam noslidēt līdz nullei, referents minēja pārnovu sprādzienus, galaktiku kodolu aktivitāti un jau izveidojušos zvaigžņu jonizējošo starojumu, kas ceļ starpzvaigžņu vides aukstās fāzes temperatūru, līdz ar to kavējot gāzu mākoņu saraušanos un blīvuma pieaugumu līdz kritiskajām vērtībām. Tā, piemēram, aprēķini rāda, ka pietiek pārnovu eksploziju ātrumam (biežumam) pieaugt par 1—2 kārtām (10—100 reizi), lai galaktikā uz zināmu laiku pilnīgi pārtrauktos zvaigžņu veidošanās.

D. Varšalovičs ziņojumā par ķīmisko elementu rašanos analizēja smago elementu veidošanās iespējas kosmiskās nukleosintēzes sākuma momentā. Pēc pašreizējiem teorētiskajiem priekšstatiem, Visuma izplešanās sākuma momentā noteiktā attiecībā rodas tikai vieglie elementi H, D, He utt., bet smagākie — O, C, N, Si u. c. veidojas zvaigžņu dzīlēs to evolūcijas procesā. Taču, kā parādīja D. Varšalovičs, nav izslēgts, ka nukleosintēzes sākuma momentā rodas arī zināma daļa smago elementu. Šim jautāju-

mam ir ļoti liela kosmogoniska nozīme, jo tādas pašas nelielas daļas smago elementu klātbūtne pirmszvaigžņu matērijā, kā liecina zvaigžņu rašanās un evolūcijas teorija, var stipri izmainīt zvaigžņu veidošanās apstākļus un ietekmēt pirmās zvaigžņu paaudzes attīstību.

Pētījumi rāda, ka uz jautājumu — vai pirmszvaigžņu matērijā ir smagie elementi — atbildi var sniegt reliktā starojuma novērojumi radio diapazonā. Šādi novērojumi ir ļoti svarīgi, jo arī negatīvs rezultāts dotu pirmšķirīgu fundamentāla rakstura informāciju, un tādēļ to veikšanai ir jāmobilizē šim nolūkam piemēroti radioastronomiskie instrumenti.

I. Novikovs savā referātā apskatīja ļoti aktuālo pirmatnējo melno caurumu problēmu, jo pirmatnējiem melnajiem caurumiem var būt ļoti liela astrofizikālā loma, piemēram, tie var ietekmēt nukleosintēzes procesu utt. Taču karstajā Visumā, kāds, kā rāda atklātais reliktais starojums, ir bijis Visums savas pašreizējās izplešanās sākumā, pirmatnējo melno caurumu veidošanās ir stipri apgrūtināta, jo, kā liecina teorētiski pētījumi, no mazu perturbāciju izraisītajām blīvuma fluktuācijām tie rasties nevar, bet liela mēroga perturbācijas un tām atbilstošas blīvuma fluktuācijas acīmredzot nav pastāvējušas.

Ar ļoti lielu interesi semināra dalībnieki uzņēma arī I. Novikova demonstrēto un komentēto unikālo kinolenti, kurā amerikāņu astrofiziķi uzņēmuši ar ESM palīdzību izskaitļoto divu vienādas masas nerotējošu melno caurumu frontālas sadursmes procesu. Šīs kosmiskās kataklizmas sarežģīto parādību raksturs atklājās ar laiku mainīgās daudzkrāsainās līknēs, nerotējošu melno caurumu *frontāla* sadursme) aprēķina veikšana atrodas uz mūsdienu skaitļošanas tehnikas galējo spēju robežas un tādēļ šīs kinolentes uzņemšana ir jāvērtē kā patiešām izcils zinātnisks sasniegums.

Spraigas diskusijas izvērtās pēc L. Maroņņika referāta par haotiskas pasaules kosmoloģiju, kas ir frīdmaniska vidēji, kurā viņš parādīja, kā viņam izdevies analītiskā veidā iegūt kosmoloģisko vienādojumu atrisinājumu gadījumam, kad pirmszvaigžņu matērijas sākotnējās perturbācijas ir virpuļi; pēc V. Burdjužas ziņojuma par atomiem supraaugstas intensitātes magnētiskajos laukos<sup>2</sup>, no kura izrietēja, ka šādos laukos atomi deformējas, t. i., izstiepjas un līdz ar to var saķēdēties, veidojot polimēru ķēdēm līdzīgas struktūras (ļoti iespējams, ka no tām sastāv neitronu zvaigžņu virsmas); pēc R. Sjuņajeva pārskata referāta par kosmiskajiem rentgenstarojuma avotiem, V. Usova referāta par pulsāru starošanas mehānismu teorijām, I. Koļesņika ziņojuma par protozvaigžņu kolapsa vispārīgām likumsakarībām u. c. referātiem un ziņojumiem, kuru kaut vai īsu atreferējumu neatļauj, kā jau teikts, šī raksta ierobežotais apjoms.

Tomēr pavisam īsi vēl gribas pieminēt divus nelielus, bet, manuprāt, ļoti interesantus ziņojumus, ko sniedza R. Sjuņajevs un G. Artamonovs. R. Sjuņajevs ziņoja par saviem aprēķiniem, kas liecina, ka pastāv iespēja

<sup>2</sup> Par supraaugstas intensitātes magnētiskajiem laukiem sauc tādus, kuriem intensitāte ir lielāka par  $2,35 \cdot 10^9$  gausiem. Šādos laukos Larmora orbītas rādiuss kļūst mazāks par atoma Bora rādiusu, un atoms deformējas, pieņemot cilindrisku formu.

«nosvērt» visu dzelzi, resp., noteikt dzelzs daudzumu mūsu un citās galaktikās, kā arī atsevišķos gāzu makoņos, novērojot dzelzs  $K_{\alpha}$  līnijas<sup>3</sup> rentgenstarojumu.

G. Artamonovs savukārt ziņoja par ārkārtīgi labajiem, var pat teikt, ekstrordinārajiem astronomisko novērojumu apstākļiem, kādi pastāv pazīstamajā Maidanaka kalna rajonā (Uzbekijas PSR), kas atrodas 2760 m virs jūras līmeņa. Tā, piemēram, šajā rajonā ap 1900 novērošanas stundas gadā zvaigžņu attēlu vidējā drebešana nepārsniedz  $0'',7$ , bet 600 stundas gadā tā ir pat mazāka par  $0'',7$ . Bieži ir gadījumi, kad zvaigžņu fotoattēliem ir redzami difrakcijas riņķi, kas liecina par gandrīz absolūti mierīgu atmosfēru. Šados apstākļos ir bijis iespējams veikt fotometriskos novērojumus ar precizitāti  $0^m,002$ — $0^m,003$ , un tas ļāvis konstatēt akrēcijas diska aptumsuma efektu pazīstamajam kosmiskā rentgenstarojuma avotam Cyg X—1. Tātad šajā sistēmā acīmredzot patiešām pastāv akrēcijas diski<sup>4</sup>, kas, ļoti iespējams, aptver melno caurumu. Tas var izrādīties par pirmo novērojumu atklāto melno caurumu astronomijas vēsturē.

Šī semināra faktiskie saimnieki, Rostovas pie Donas Valsts universitātes darbinieki, bija daudz darījuši, lai semināra dalībnieki varētu ne tikai labi strādāt, bet arī patīkami pavadīt brīvo laiku.

Novorosijskā semināra dalībniekiem bija iespēja aplūkot pilsētas ievērojamākās vietas un iepazīt Mazās zemes leģendāro kauju vietas, bet ekskursija uz slaveno šampanieša rūpnīcu Abrau-Djurso ļāva uzzināt šampanieša ražošanas noslēpumus, padomju šampanieša rašanās vēsturi un novērtēt pēc klasiskās tehnoloģijas gatavotā šampanieša vienreizējo, ne ar ko nesajaucamo un neatkārtojamo garšu un aromātu.

Šķiroties semināra dalībnieki vienprātīgi atzina, ka tajā gūtā informācija būs vērtīgs palīgs turpmākajā ar astronomiskajiem pētījumiem saistītajā darbā.

*A. Balklavs*

## UZ KRIMU PĒC PIEREDZES

Astronomijas straujā attīstība un kosmosa apgūšanas lielo sasniegumu laikmets izvirza paaugstinātas prasības gan astronomijas priekšmeta pasniegšanai skolās, gan ārpusklases darbam.

Astronomijas lielā nozīme skolēnu ateistiskajā audzināšanā, materiālistiskā pasaules uzskata veidošanā un skolēnu vispārējo zināšanu padziļināšanā ir labi zināma. Šajā rakstā vēlos pakavēties tieši pie astronomijas darba formām republikā, kā arī dalīties iespaidos par I Vissavienības jauno astronomu pulciņu vadītāju semināru Simferopolē.

Nav noslēpums, ka astronomijas pasniegšanas līmenis daudzās republikas un Rīgas vidusskolās diemžēl neatbilst mūsdienu prasībām un astro-

<sup>3</sup> Dzelzs  $K_{\alpha}$  līnija atrodas 7,1 keV diapazonā, un tās platums ir 350 eV.

<sup>4</sup> Novērojumu autori šo faktu gan vēl rūpīgi pārbauda.

nomiju dažkārt uzskata par mazsvarīgu priekšmetu. Tāpēc jo lielāka nozīme ir ārpusklases darbam skolās, pionieru namos, jauno tehniķu stacijās, planetārijā, lai pulciņos iesaistītu tos skolēnus, kuri interesējas par astronomijas un kosmonautikas jautājumiem. Neatsverams palīgs astronomijas kursa apgūšanā vidusskolā ir astronomijas lekciju cikls Zinību nama planetārijā, kuru apmeklē ne tikai Rīgas skolu desmito klašu skolēni, bet arī Kandavas internātskolas, Zvejniekiema, Ogres, Salaspils u. c. vidusskolu audzēkņi. Jau par tradicionālām kļuvušas Rīgas skolēnu astronomijas olimpiādes, kuras notiek kopš 1973. gada. Paredzams, ka tuvākajā nākotnē tās izvērtīsies par republikas mēroga pasākumu. Sliktāk ir ar skolēnu iesaistīšanu regulārās astronomisko pulciņu nodarbībās. Ņemot vērā ierobežoto stundu skaitu, kāds pēc mācību programmas ir atvēlēts astronomijai, nevar runāt par dziļu un vispusīgu šī priekšmeta apgūšanu klasē. Nodarbības pulciņos, papildliteratūra, praktiski novērojumi neapšaubāmi bagātinās skolēnu zināšanas.

Jauno astronomu pulciņš darbojas Republikāniskajā Zinību namā, kur ir iespējas strādāt visiem Rīgas skolu audzēkņiem. Pulciņa nodarbībās dalībnieki izmanto Zinību nama bibliotēku, planetārija ierīces un aparātus, klausās lekcijas astronomijā un kosmonautikā, gūst iemaņas uzde-



1. att. Zinību nama planetārija jauno astronomu pulciņa dalībnieki iepazīstas ar teleskopa uzbūvi. Otrais no labās — pulciņa vadītājs G. Svabadnieks.



vumu risināšanā un darbā ar zvaigžņu karti. Tuvākajā laikā pulciņa dalībnieki varēs sākt praktiskus zvaigžņotās debess novērojumus ar teleskopu no Zinību nama jumta. Pulciņa nodarbībās dalībnieki sagatavo un noformē referātus, iepazīstina ar tiem pārējos pulciņa biedrus. Aktīvi un ar panākumiem pulciņa dalībnieki piedalās Rīgas pilsētas skolēnu astronomijas olimpiādēs.

Pagājušajā rudenī, no 16. līdz 20. augustam, Simferopolē (Krimā) notika I Vissavienības jauno astronomu pulciņu vadītāju seminārs, ko organizēja PSRS Izglītības ministrija kopā ar VAGB un Vissavienības Zinību biedrību. Tā darbā piedalījās vairāk nekā 50 dalībnieku no gandrīz visām savienotajām republikām. Mūsu republiku seminārā pārstāvēja šo rindu autors.

Semināra pirmajā dienā tā dalībnieki iepazīs ar Krimas apgabala jauniešu observatorijas darbu. Tā atrodas Simferopoles centrālajā daļā — Bērnu parkā. Jauniešu observatorija, ko iekārtojusi Krimas apgabala Jauno tehniķu stacija, ir amatieru astronomijas centrs Krimā. Interesi izraisa pati observatorija un tās darbs. Observatorijas torņos un paviljonos uzstādīti pašu entuziastu pagatavoti instrumenti, 110, 150, 160 mm refraktori, 267 un 540 mm reflektori. Observatorijai ir bagāta bibliotēka, zinātnisko novērojumu arhīvs, skaitļošanas telpa, metodiskais kabinets, Saules stacija. Observatorijas lepnums — Mineraloģijas muzejs, kuru izveidojuši kluba «Dabas draugi» dalībnieki. Ekspozīcijā ir arī meteorīti, kurus jaunajiem astronomiem dāvājusi PSRS ZA Meteorītu komiteja par sekmīgu meteoru un bolīdu pētišanu.

Jauniešu observatorija vienmēr pieejama apmeklētājiem, 2—4 reizes nedēļā tiek uzņemtas skolēnu ekskursijas. Ekskursanti klausās lekcijas, novēro teleskopos Sauli, Mēnesi, planētas un zvaigznes, iepazīstas ar Mineraloģijas muzeju. Skolotāji un astronomijas pulciņu vadītāji, kuri pavada ekskursijas, var saņemt kvalitatīvu konsultāciju daudzos jautājumos. Tuvākajos gados observatoriju rekonstruēs un paplašinās — paredzēts uzcelt planetāriju, sāks darboties apgabala jauno astronomu nometne. Stacijā būs 700 mm reflektors un 300 mm refraktors, kuru objektīvi jau izgatavoti. Tas viss liecina, ka Krimas amatieru astronomija turpina augt un attīstīties.

Semināra darbs turpinājās Krimas apgabala Pionieru pilī. Šeit bija ierīkota izstāde, kuras eksponātus bija atveduši sev līdzī semināra dalībnieki. Apspriežu zālē semināra dalībnieki noklausījās vairākus referātus: «Vissavienības skolotāju kongress par skolu uzdevumiem ārpuskolas darba pilnveidošanā», «Krimas astronomijas amatieru biedrības jauno astronomu darba galvenie virzieni» u. c., pēc tam ar īsiem ziņojumiem uzstājās semināra dalībnieki. Viņi runāja par savu darbu, dalījās pieredzē. Daudz interesanta un pamācoša par jauniešu pulciņu darbu pastāstīja mūsu kaimiņu republikas — Lietuvas PSR pārstāvis V. Šļapkauskis (Viļņa). Arī Lietuvā jauno astronomu pulciņu darbs cieši saistīts ar jauno tehniķu stacijām, kuras sniedz pulciņiem lielu tehnisku palīdzību instrumentu pagatavošanā, spoguļu slipēšanā. Šī raksta autors iepazīstināja sanāksmes dalībniekus ar Rīgas pilsētas skolēnu astronomijas olimpiādēm, to organizēšanu un norisi. Daudzi sanāksmes dalībnieki izrādīja

par šo jautājumu lielu interesi, jo šāda darba forma viņiem bija sveša.

Atlikušās semināra dienas pagāja izbraukumos — apmeklējām Krimas astrofizikas observatoriju, tikāmās ar tās zinātniskajiem līdzstrādniekiem, noklausījāmies lekcijas par observatorijas darbu. Pēdējā semināra diena noritēja Melnās jūras piekrastē — vissavienības pionieru nometnē «Arteks», kur iepazīnāmies ar nometni, Kosmisko izstādi, Pionieru slavas muzeju.

Pieredze, kuru guva semināra dalībnieki, rosinās astronomijas pulciņu vadītājus jaunām darba metodēm un formām. Daudz pulciņu darba uzlabošanā darāms arī mūsu republikā. Protams, lai runātu par darba formām, vispirms šādi pulciņi ir jārada skolās, pionieru namos, jauno tehniķu stacijās. Jāatrod astronomijas entuziasti, kas uzņemtos šo pulciņu vadišanu.

Noslēgumā uzaicinām jaunus astronomijas amatierus — Rīgas pilsētas skolēnus — iesaistīties planetārija jauno astronomu pulciņa darbā.

*G. Svabadnieks*

# NO ASTRONOMIJAS VĒSTURES

*J. STRADIŅS*

## **JĀNIS IKAUNIEKS, MIHALS BORHS UN TEIKSMAINĀ VARAKĻĀNU PILS**

Ātri steidzas laiks — 27. aprīlī būs jau 10 gadi, kopš mūsu vidū nav vairs Jāņa Ikaunieka. Ievērojams zinātnieks, vērienīgs organizētājs, izcilis runātājs ar smalku humora izjūtu, neparasti spējīgs zinātņu popularizētājs — Jānis Ikaunieks bija cilvēks, kura būtībā realitātes izpratne saaudās ar romantisku pacēlumu. Atceres reizē domās pārlūkojot Ikaunieka mūža gājumu, lai pievēršamies ne tikai apogejam — Radioastrofizikas observatorijai veltītajiem gadiem Rīgā un Baldonē, bet arī pašam agrīnajam posmam, lai vēl un vēlreiz uzdodam sev jautājumu — kā veidojas tādi «ikaunieki», kā top viņu interešu loks, rūdās raksturs, dzimst personība. Un tieši par Jāni Ikaunieku runājot, nedrīkstam piemirst arī



*1. att.* Skats uz Varakļānu ģimnāziju — veco M. Borha pili no fasādes puses (1970. g.). Redzami arī senie uzraksti uz dzegas. Šai ēkā XVIII—XIX gs. mijā strādājis M. Borhs un 1928.—1932. gadā mācījies J. Ikaunieks.

Varakļānu novadu. No šejienes nākuši viņa senči, te mazais Jānis, agri zaudējis vecākus, audzis pie radiem un aizbildņa, Varakļānu ģimnāzijā — «Māras zemes gaismas pilī», kā toslaikus rakstīja, pagājušas viņa skolas gaitas, izvadījums tālākajām studijām Latvijas Universitātes Matemātikas un dabaszinātņu fakultātē.

Mazpilsētiņa Lubānas klānu novadā, nelielas koka mājiņas, lielceļš, lauku līdzenums, klusums. Provinciāls, nabadzīgs nostūris — tāds varētu būt pirmais iespaids par Ikaunieka jaunības dienu Varakļāniem. Taču jau pirmajā brīdī iebraucēju piesaista padrūmā Varakļānu pils, ko 1783.—1789. gadā cēlis itāļu arhitekts Vinčento Mazoto, romantisks parks ar Mīlestības akmeni, Velna tiltiņu, Jadvigas kapelu, ličoto Kažavas upīti, alejām, pusaizaugušiem dāķiem. Pilī toreiz izvietojās Varakļānu ģimnāzija, un pati vide, kas gan varēja rosināt jauniešu fantāziju, reizē asociējās ar kaut ko viduslaicīgu, elēģisku, tālu no XX gadsimta zinātnes strāvajumiem.

Un te negaidīti izrādās, ka Varakļānos reiz ne tikai mitis, bet arī darbojies kāds cits zinātnieks — gan 18. gadsimtā. Tas ir poļu dabaszinātnieks Mihals Jans Borhs (1753—1811), kura ceļojumu apraksti un mineraloģijas rokasgrāmatas savā laikā bija visai populāras Rietumeiropā un kura uzvārdu atrodam pat vēl 19. gadsimta beigu franču enciklopēdijā, nerunājot nemaz par poļu biogrāfiskajām vārdnīcām pat mūsu dienās. Mihals Borhs bija tas, kurš cēlis gan šo pili, gan veidojis parku, gan rosinājis visas ar Varakļāniem saistītās tradīcijas.

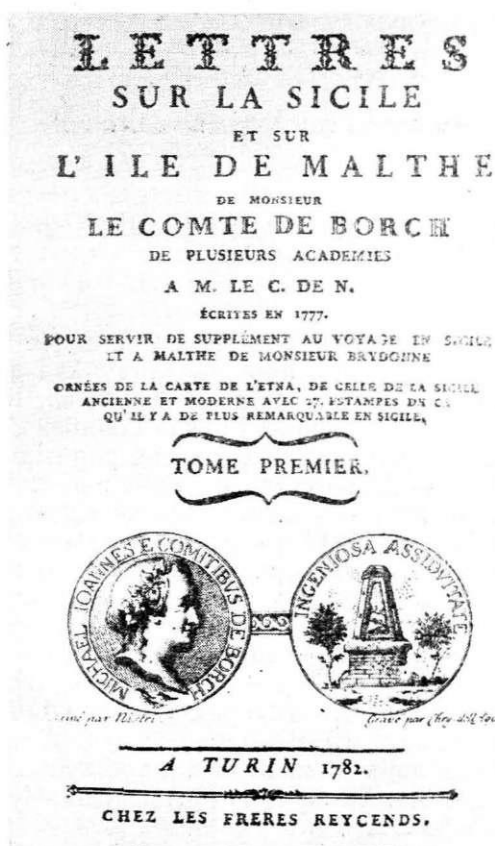


2. att. Mihals Borhs — sena litogrāfija, saņemta no Polijas Zinātņu akadēmijas Zemes muzeja (Varšavā) ar prof. A. Lakševiča starpniecību.

Polijas lielkanclera (premjerministra, mēs sacītu šodien) J. J. Borha dēls un Baltijas ģenerālgubernatora G. Brauna znots, pēdējā Polijas karaļa Staņislava II favorīts M. Borhs bija nozīmīga persona tālaika Polijas politiskajā dzīvē. Taču šodien viņu atceramies pirmām kārtām kā zinātnieku, kurš ieteicis jaunus paņēmienus ādu krāsošanā, izsacījis laikmetu apsteidzošas domas par ātrajiem un lēnajiem procesiem ģeoloģijā (turklāt pasaules virzību nosakot nevis katastrofas, bet gan lēnās pārvērtības), ievēdis jēdzienu «indikatoraugi», kuri norādot uz kāda metāla (piemēram, dzelzs) klātbūtni apkārtējos augos. M. Borhs apceļojis Sveici, Franciju, Itāliju, Maltu, uzrakstījis plašus ceļojumu aprakstus, kuros sīki apcerēta Sicīlijas neparasti bagātā minerālu valsts (1777—1779), dota minerālu un akmeņu klasifikācija. M. Borhs bijis 16 tālaika zinātņu un mākslas akadēmiju un biedrību loceklis, kā arī Pēterburgas brīvās ekonomiskās biedrības loceklis.

Pēdējos 20 mūža gadus M. Borhs vientuļi pavadījis Varakļānos, te arī apbedīts īpaši viņam uzceltajā kapelā pilsētiņas centrā. Vēl daudzus gadudesmitus pēc Borha Varakļānu pili glabājās Latgales bagātākā bibliotēka, viņa savākta, glabājās arī plaša minerālu un dārgakmeņu kolekcija un daudzas vēsturiskas relikvijas. Godinot Borha pētniecisko darbību, ģeologs V. Grāvītis nesēn atklāto brahiopoda sugu nosaucis par *Bicarinatina borchi*.

Mēs nezinām, vai jaunekļa gados Ikaunieks kaut ko zinājis par M. Borhu — dabaspētnieku Varakļānos, bet daudzus nostāstus par Borhu un Varakļānu pili viņš gan nav varējis nedzirdēt — dažus no tiem tieši tad publicēja tālaika izdevumi «Atpūta» un «Draugs». Tagad varam agrāk publicētās teiksmas papildināt ar J. Ikaunieka skolas biedrenes — pensionētās Varakļānu skolotājas Emīlijas Spēlmanes (dzim. 1912. g.) sakopotajiem nostāstiem — E. Spēlmanes nopelns ir tas, ka viņa ne tikai noklausīju-



3. att. M. Borha grāmatas «Vēstules par Sicīliju un Maltas salu» (Turīna, 1782. g., franču val.) titullapa.



4. att. Varakļānu pils bibliotēkas grāmatzīme ar M. Borha ģerboni.

sies tautā un pierakstījusi nostāstus, bet arī mēģinājusi *izskaidrot* fantastiskos tēlus, vadoties pēc vēstures faktiem par M. Borha pētniecisko darbību. «Lielais zābaks» viņas uztverē gūst sakaru ar Borha mineraloga gaitām Dienviditālijā, «dzīvais zobens» — ar viņa karaunga izdarībām. Šādi nostāsti ir īpaši interesanti zinātņu vēsturniekiem, jo ļauj uzzināt, kā zinātnieka darbošanos uztvēruši apkārtņē, kā ir transformējusies vietējo, tolaik neizglītoto ļaužu apziņa. Līdzīgi nostāsti ir pierakstīti arī par Borha laikabiedru T. Grothusu Lietuvā, par Pētera I laika valstsvīru un astronomu J. Brjūsu Piemaskavā, taču Latvijā nostāsti par Borhu laikam savā ziņā ir unikāli. No paaudzes paaudzē naivie skaidrojumi ir sakņojušies vietējo cilvēku atmiņā, nesot sev līdz sen pagājušu dienu romantiku un arī neskaidras nākotnes nojausmas.

Bet nu atgriezīsimies vēlreiz pie Jāņa Ikaunieka bērnības, restaurējot to pēc viņa autobiogrāfijas, kas glabājas Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fundamentālajā bibliotēkā, Rokrakstu un reto grāmatu nodaļā.<sup>1</sup> Astronoma vectēvs Pēteris Ikaunieks, Borha dzimtcilvēks, mitis Lubānas ezera klānu malā, Barkavas pagasta «Radželos», pelnījis kā namdaris; tēvs Jānis pārcēlies uz Rīgu par strādnieku Stricka alusbrūzī; māte, no Bauskas puses nākusi, bija veļasmazgātāja. Jānis Ikaunieks pats gan dzimis Rīgā, 1912. gadā, bet jau triju gadu vecumā ar visu ģimeni, pasaules kara bēgļu gaitās, devies atpakaļ pie tēvabrāļa uz Barkavu. Neilgā laikā miruši abi vecāki un mazā māsiņa. Arī Jānis 1923./24. gada ziemā saaukstēšanās un distrofijas dēļ tā slimojis, ka atveseļošanās vairs nav gaidījuši; izķepurojis tomēr, tikai sekas bija jāizjūt visu turpmāko mūžu. Sekojis jauns likteņa trieciens — mirst tēvocis, viņa atraitle apprecas otrreiz ar Bronislavu Zepu, kuru tad nozīmē par Jāņa aizbildni. Aizbildnis nav gribējis dot līdzekļus Jāņa skološanai, tomēr pagasta valde likusi no vecāku summām nodrošināt ģimnāziju un 1—2 gadus skolotāju institūtā. Tā Jānis nokļuvis pieminētajā Varakļānu ģimnāzijā, kur dzīvo-

<sup>1</sup> Tai pašā nodaļā atrodams M. Borham piederošās Barkavas muižas inventāra saraksts (ar visiem dzimtaudim!) no 1800. gada, kā arī 1811. gadā sastādītais M. Borha testaments, kurā grāfs sadala viņam piederošās 498 dvēseles saviem trim dēļiem. Šo «dvēseļu» skaitā būs bijuši J. Ikaunieka senči. Dīvaini un sarežģīti tomēr saista vēsture cilvēku un paaudžu likteņus!



jis internātā un savu iztiku lielā mērā nodrošinājis pats, sniedzams privātstundas. Ģimnāziju beidzis kā labākais skolnieks, bet ko tas līdzējis — aizbildnis, padzirdējis par Jāņa nodomu turpināt izglītību augstskolā, padzinis viņu no mājas, neļaujot paņemt līdz ne cepurī. J. Ikaunieks devies uz Madonu pie miesnieka K. Spalviņa, pie kura jau agrāk vasarā bija strādājis, un ar sapeļnīto naudu rudenī uz Rīgu. Dzimtājā novadā atgriezies vairs nav.

Mēs nezinām arī, cik lielā mērā Varakļānu vide ir veidojusi Jāņa Ikaunieka zinātnisko pasaules uzskatu. Katrā ziņā ģimnāzijas gadi ir gaišākais posms viņa drūmajā bērnībā. Zemāk publicējamais akrostihs liecina par Jāņa rakstura audzināšanas un pašdisciplīnas centieniem šai posmā. Gan jau vērīgais un zinātkārais Jānis skolas gados būs atšifrējis, ko nozīmē fasādes otrā stāva dzegā iekaltie latīņu vārdi: «Virtute—Duce—Deo fonvente—Comite—Fortuna,» cits jautājums — kurus no tiem viņš atzinis par nepieciešamu ņemt līdz tālākajā mūžā. Droši vien, arī romantiskais moments nāk no jaunības, un varbūt Varakļānu pils tradīcijām te piekritusi pat nozīmīgāka loma, nekā mēs domājam. Kaut iztālēm un neapzināti, M. Borha pētnieciskie mēģinājumi sasaucas ar viņa dzimtajaužu pēcnācēja Jāņa Ikaunieka centieniem veidot zinātni citā laikmetā, vidē un sabiedrībā.

Ļoti gribētos tuvākajā nākotnē ieraudzīt Varakļānu pili sapostu, restaurētu un pienācīgi izmantotu, bet romantisko parku atjaunotu un iekārtotu. Tas varētu būt ne tikai viens no skaistākajiem un vēsturiski nozīmīgākajiem ansambļiem Latgalē, bet arī liecība divu dažādu laikmetu zinātnieku — Mihala Borha un Jāņa Ikaunieka piemiņai.

*E. SPELMANE*

## **NO VARAKĻĀNU PILS PAGĀTNES**

1970. gada 23. maijā Varakļānu vidusskolā atklāja piemiņas istabu 1932. gada absolventam, Leņina ordeņa kavalierim, astronomam, Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas dibinātājam, fizikas un matemātikas zinātņu doktoram Jānim Ikauniekam (1912. gada 28. aprīlis — 1969. gada 27. aprīlis). Stendos bija redzami visu gadugājumu astronomiskie kalendāri kopš 1953. gada, kad tie sāka iznākt J. Ikaunieka redakcijā, Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas J. Ikaunieka rediģētais populārzinātniskais gadalaiku izdevums «Zvaigžņotā debess», kurš nāk klajā kopš 1958. gada, J. Ikaunieka zinātniskās grāmatas, atmiņu apraksti un fotogrāfijas par J. Ikaunieka ģimnāzista gadiem Varakļānos.

Piemiņas istabas atklāšanā piedalījās J. Ikaunieka bijušie darbabiedri fizikas un matemātikas zinātņu kandidāti Ilga Daube, Natālija Cimahoviča un Andrejs Alksnis, pastāstot par Jāņa Ikaunieka zinātnisko darbu, Baldones observatorijas dibināšanu un zvaigžņu — sarkano milžu pētīšanu.

Pēc svinīgās sanāksmes bijušie J. Ikaunieka klasesbiedri, skolotāji un pārējie interesenti devās ekskursijā no jaunuzceltās vidusskolas uz skolēnu internāta ēku, bijušo mineraloga grāfa Mihala Borha pili, kur no 1921. gada 20. novembra līdz 1961. gadam atradās mācību klases. Šeit, Varakļānu pili, no 1928. līdz 1932. gadam mācījās arī vēlākais fizikas un matemātikas zinātnu doktors Jānis Ikaunieks.

Latvijā ir daudzas arhitektoniski skaistākas un greznākas pils ar parkiem nekā Varakļānos, bet ne par vienu nav tik daudz nostāstu un teiku kā par šo pili un tās īpašnieku. Jādomā, tā bijis vieglāk izskaidrot Borha zinātnisko darbu un pētījumus jaunu kultūru audzēšanā tūrumā un augļu dārzā, izmēģinājumus ķīmijā, mineralogijā, metālu apstrādāšanā, jo, piemēram, šāda vara apstrādes smēde bijusi vienīga visā novadā. Pateicoties Borha ietekmei un aktivitātei, drīz vien pils apkārtnē sāka veidoties tirdzniecības miestņš — vēlākā Varakļānu pilsēta.

Borhs ierīkoja pirmo plašāko augļu dārzu Latgalē. Viņš interesējās par augļu koku un krūmu šķirniem, peļīja augļu koku slimības, to apkarošanas paņēmienus, tāpēc pārtulkoja poļu valodā un 1792. gadā Tērbatā izdeva brošūru par šiem jautājumiem.

Kāda teika stāsta, ka grāfs kopā ar sulaini aizgājis parkā pie Milestības akmens, uzcirtis tam ar Dzīvo zobenu, akmens pacelies un varenais kungs nokāpis pazemes ejā, kas vedusi uz elli. No turienes viņš pārvedis «velna auzas». Cits nostāsts min gadījumu, ka Borhs augļu dārzā sējis lupīnu vai lucernu (jādomā, tās pašas «velna auzas»). Kāds zemnieks prasījis, kas no tādas sēklas izaugšot. Viņš atbildējis, ka kareivji. Tā arī bijis. Drīz vien parkā staigājis daudz zaldātu.

Vairāki nostāsti ir arī par Borha darbošanos ķīmijas nozarē.

**Laipas pāri Kažavas upei.** Bijis vasarsvētku rīts. Visapkārt zaļojis. Muižas ļaudis gatavojušies iet uz baznīcu, bet upei pāri nevarējuši pārbrist, jo bijis daudz ūdens; tad grāfs parādījis vietu laipas platumā, kur bijis uzsalis ledus. To Borhs aizsaldējis ar savām burvestībām.

**Notikums Lazarkā.** Aiz Velna tilta parka malā ir mūra ēka, saukta Lazarka (zviedru kara laika lazarete), kur Borhs veicis dažādus eksperimentus. Kādreiz ziņkārīgie ieraudzījuši, ka no katliem paceļas garaiņi, bet vīrs tiem parādījis cilvēks kā gars. Visi nobijušies, jo grāfs darijis visādas burvestības.

Daudz nostāstu ir par Lielo zābaku.

Borham esot bijis ap 20 mārciņu smags zābaks. Šis Lielais zābaks grāfa kalpībā pieredzējis daudzas iešanas, nemiera un brīnumu. Beidzot grāfs to atdevis savam kučierim, kuru vēlāk iesaukuši par Lielo zābaku. Vēl tad, kad pili jau atradās ģimnazija, klīda nostāsti, ka Lielais zābaks redzēts pusnaktī kāpjam pa pils trešajām kāpnēm un klauvējam pie istabas durvīm, kur dzīvojusi ieslēgta skaistā Jadviga, lai satiktos ar savu iemīļoto. Abi mīlētāji joprojām spokojoties, jo miruši nedabīgā nāvē. Lielo zābaku sacirtis Dzīvais zobens, kad viņš gribējis atbrīvot ieslodzīto līgavu. Jadviga aiz bēdām izlekusi pa pils logu un nositusies.

Citā variantā Lielais zābaks bijusi kariete, kuru kučieris pratis vadīt apbrīnojami veikli. Kariete bijusi prasmīgi konstruēta — tā Borha izdoma. Ja Borham vajadzējis pārbraukt pāri upei, viņš pacēlis tikai roku

un kariete tai tikusi pāri bez klūmēm. Dziļām upēm kariete peldejusī pa virsu.

Ar šādu karieti Borhs varējis nobraukt lielus attālumus: ja rītā brokastojis Varšavā, tad pusdienas ēdis Varakļānos, bet vakariņas Pēterburgā. Tas norādījis uz viņa iespēju isā laika sprīdī būt dažādās vietās, visu redzēt, uzraudzīt, uz viņa neizsikstošo enerģiju un darbošanos.

Nostāsts par Lielo zābaku, domājams, radies pēc Borha ceļojuma pa Sicīliju un Maltu 1777. gadā. Būdams mineralogs, viņš savācis Sicīlijas minerālus, sastādījis to katalogu, Etnas vulkāna karti, nokāpis krāteri — savācis vulkāniskos iežus. Kāpelēšanai pa grumbuļainiem vulkāniskiem iežiem, domājams, līcis pagatavot zābakus, kas līdzīgi mūsu kalnu alpinistu smagajiem zābakiem. Pētot vulkāna krātera iežus un to mērot, Borhu pavadījis kāds kalpotājs — kučieris no Varakļāniem un suns. Stāsta, ka reiz Borhs pat apsvilinājis uzacis un būtu nogrimis lavā, ja vien to nebūtu izglābis kalpotājs un suns. Par to vēlāk sunim uzcelts piemineklis parkā (tagad sagrauts), bet kučierim uzdāvināti lieli zābaki. Ar kalpotāja starpniecību vēlāk radušies nostāsti un teikas daudzos variantos par Lielo zābaku, suni un Borha nokāpšanu ellē. Kučieris — Lielais zābaks bijis gara auguma, atlētisks, īsts milzis — spēka vīrs, tāpēc arī visi viņu ievērojuši. Manā skolas laikā (1928—1932) Lielais zābaks uzsāka aktīvu klauzdzināšanu meiteņu internāta trepju telpās, astronoma J. Ikaunieka personā. Viņam patika atsvaidzināt nostāstus par klaiņojošo zābaku, kopā ar zēniem organizējot spokošanos tumšākos vakaros gar dzīvzogu ceļā no skolas uz internātu.

Visvairāk teiku un nostāstu saglabājušās par Borha kolekcijām, it īpaši par Dzīvo zobenu un lielo akmeni parkā. Teiku par Dzīvo zobenu ir vairāk nekā septiņi varianti.

Viena teika stāsta, ka Dzīvo zobenu Borhs parvedis no Lubānas nogrimušās pils, cita, — ka no elles, kurā nokļuvis, atveļot lielo akmeni parkā. Tur melns vīrs, nelabais, pasniedzis Borham zobenu un teicis: «Šis zobens ir dzīvs un pēc tavas pavēles darīs visu.» Dzīvais zobens kādu laiku karājies grāfa kolekciju (arī trofeju) istabā, bet pēc tam nozudis.

**Kā Dzīvais zobens karojis.** Kad krievu ķeizars karojis ar austriešiem, tie krievus situši tā, ka galvas kā pogas ripojušas. Stāsta, ka krieviem būtu beigas, ja krievu ķeizars nebūtu griezies pēc palīdzības pie Borha. Grāfs arī gājis palīgā, palaidis vaļā savu Dzīvo zobenu. Tas divās dienās nopļāvis austriešus. Ķeizars par to Borhu bagātīgi apdāvinājis.

**Dzīvais zobens kučiera rokās.** Pēc grāfa atgriešanās no kara zobens kādu reizi nokļuvis kučiera rokās. Viņš laikam gribējis ar zobenu pajokot, bet, neprazdams rīkoties, palaidis to vaļā, un tad tik sākušās briesmas! Kas tik ceļā, tam zobens cērt! Zobens būtu apcirtis visus varakļāniešus, ja tanī pašā laikā nebūtu atbraucis grāfs un zobenu satvēris. Pašu kučieri izglābuši vienīgi Borha dāvatie Lielie zābaki. Grāfs zobenu noslēpis un nolemis to iemūrēt pagrabā.

**Dzīvā zobena apcirtā aleja.** (Varakļānu skolotajas M. Ornicānes pierakstīts nostāsts.) Kādreiz grāfs līcis kučierim ar saviem dēliem aizvest

Dzīvo zobenu mucā uz Siguldu. Izbraukuši no pils, dēli nolēmuši izpeldēties upē, bet kučierim stingri pieteikuši neielūkoties nospundētā mucā, jo tanī atradies Dzīvais zobens. Kučieris bijis ļoti ziņkārīgs un aizliegumu neievērojis, bet, izmantojot grāfa dēlu prombūtni, izrāvis spundi, lai paskatītos mucā. Tad tik sākušās šausmas! Zobens no mucas ārā, parkā iekšā un pļaujošā cirtienā apgriezis liepu galotnes. Labi, ka Borhs pa pils logu ievērojis zobena izdarības un paspējis apturēt zobena ālēšanos. Tā radušās apcirtas alejas parka ziemējos un rietumos.

**Dzīvais zobens palīdz celt pili.** Zem pils mūrējuši pagrabu. Parkā aiz pils gulējis liels akmens. Strādnieki gribējuši akmeni iemūrēt pagraba sienā, bet nespējuši pakustināt. Grāfs pielicis pie akmens Dzīvo zobenu, un akmens vienā rāvienā atradies pagraba sienā. Kad pagraba būve bija pabeigta, tanī ielikuši zobenu un ieeju aizbēruši ar zemi. Tad grāfs teicis: «Tur Dzīvais zobens stāvēs līdz pastara dienai. Neviena roka nebūs spējīga to pacelt, vienīgi, ja kāds varonis to varēs atrast un panest, tad sāksies jauna dzīve, jo tad Zobens darīs tikai labus darbus.» Strādnieki, kas to dzirdējuši, tikuši nogalēti, tāpēc neviens nevarot pastāstīt, kur zobens atrodas. Tomēr klīda nostāsts, ka tas iemūrēts pils ziemeļrietumu stūrī, tāpēc pasaules kara laikā gan vietējie iedzīvotāji, gan kareivji, kas mitinājušies pili, izrakņājuši šīs ēkas stūra pamatus un uzlauzuši akmeņus, bet bez panākumiem. Dzīvo zobenu neatraduši.

Vēl ir nostāsts, ka pēc Jadvīgas un kučiera traģiskās nāves (to nogalinājis Dzīvais zobens) grāfs, nevienam neredzot, kādā sienas nišā ielicis ar asinīm pilnu koka trauku un tanī zobenu. Zobens traukā sācis griezties kā vārpsta, pēc tam grāfs nišu aizmūrējis. Līdz šai dienai neviens nezina, kurā sienā Dzīvais zobens atrodas.

1971. gadā Varakļānu vidusskolas 50. pastāvēšanas gadadienas svinībās, sveicot vidusskolas absolventus, vēsturnieks E. Mugurevičs alegoriski izteicās, ka Dzīvais zobens nonācis jaunas ēras — sociālisma — cilvēku rokās, kuri spējot ar daudzo zinātņu nozaru palīdzību vadīt zobenu lieliem, labiem darbiem. Lielisks piemērs tam fizikas un matemātikas zinātņu doktors astronoms Jānis Ikaunieks, kas ieskatījies pat Visuma tālēs, pētījis zvaigžņu uzbūvi un sastāvu.

Daudz teiku un nostāstu variantu līdz mūsu dienām nonākuši arī par Mīlestības akmeni.

Aiz Mīlestības tiltiņa Kažavas upes ielokā guļ milzīgs, šļūdoņa atnests laukakmens — saukts «Mīlestības akmens» ar iekaltu latīņu tekstu:

«Amicitiae et virtuti  
Memoria et gratitudo» Anno 1798.

Teika stāsta, ka Jadvīga neprātīgi iemīlējusies nevis kučierī, bet dārzniekā, un, saņēmusi no tēva aizliegumu precībām, izdarījusi pašnāvību. Tikai pēc traģiskā notikuma grāfs izpratis meitas un dārznieka lielo mīlestību, draudzību un mūžīgo uzticību, tāpēc licis viņu piemiņai iekalt akmenī vārdus: «Atcerei un pateicībai par draudzību un drošsirdību 1798. gadā.» Hronikā skaidrots, ka šis teksts domāts arhitektam Vinčento Mazoto — pils cēlājam un parka veidotājam, kurš nomira 1798. gada 25. feb-

ruārī. Borhs izsaka arhitektam — dienvidniekam, nepieradušam pie šejienes bargajiem klimatiskajiem apstākļiem, mežainā un neapdzīvotā apvidus, atzinību un pateicību par viņa uzņēmību, neatlaidību, realizējot pils un parka celtniecību.

Vēsturnieki domā, ka tas ir senlatviešu upurakmens. Kāda teika stāsta, ka zem tā paslēpta gudrības grāmata, cita — ka no Mīlestības akmens uz kapliču (arī uz pili) vedot pazemes eja. Mūsu skolas gados akmens bija mūžīgās mīlestības simbols — saukts Pirama un Tisbes akmens, kur satikāmies un skandējām latīņu valodā Ovidija metamorfozas.

Novadpētniekus visvairāk interesē Borha darbi folklorā. Viņš esot pierakstījis apkārtējo iedzīvotāju neparastos piedzīvojumus, brīnumainus notikumus, nostāstus un teikas. Droši vien tie visi ir palikuši rokkrakstos, jo Borhs rakstījis pēdējos mūža gados Varakļānos. Viens otrs varakļānietis, lasot tos, varētu uzzināt par savu senču atjautību, drošsirdību un varonību, pārvarot dažādus dzīves šķēršļus, iepazīt tā laika parašas un dzīvesveidu. Borha dzīves un darbības pētījumi palīdzēs noskaidrot vienu otru vēsturisku notikumu Varakļānu novadā 18. gadsimta beigās un 19. gadsimta sākumā, kā arī Borha ietekmi uz Polijas zinātnes un kultūras attīstību.

A. PORMALE

## STIPRAIS GARS

Lai norūdītu raksturu, J. Ikaunieks mēģinājis ievest pa diēnai klusēšanu — nav sarunājis ne ar vienu. Izņēmums bijis vienīgi atbildes skolotājam stundā.

Jau atkal Jānim izturības stunda;  
Ā, kā tā ievelkas, ā, tā kā zobu sāpes!  
Neviens jau nespēj, tikai Jānis spēj,  
Ir tikai Jānim klusēšanas vara:  
Skan klasē smiekli, Jānis sevi lauž.

It labi patiktos ij pašam zemes prieki,  
Kad vakars klāt, bet vajag... zvaigznēs iet.  
Ar zvaigznājiem kā sapņiem sačukstēties  
Un Oriona Jostu apkārt jozt  
Ne tikai viduklim, bet arī Prātam, Sirdij;  
Ir lietderīgi apzināties sevi:  
Es pats, es pats kā valdnieks esmu.  
Krāj zeltu smadzenes, to citiem vēlāk dot. —  
Skan telpā smiekli, arī Jānis smeļ.

## FOTOGRAMMETRISKĀ EKSPEDĪCIJA UZ ULUGBEKA CELTNĒM BUHĀRĀ UN SAMARKANDĀ

Все то, что род людской на этом  
свете создал,  
Ум человеческий в тысячелетях  
создал.

Алишер Навои (1441—1501)<sup>1</sup>

Šie izcilā uzbeku domātāja un dzejnieka vārdi vispilnīgāk raksturo to bagāto Vidusāzijas tautu kultūras mantojumu, ar kuru sastopas katrs, nākot saskarē ar literatūru, mākslu vai kādu zinātnes nozari, piemēram, matemātiku vai astronomiju.

Soreiz tuvāk iepazīt Uzbekijas 15. gs. kultūras un vēstures pieminekļus bija iespēja nelielai grupai fotogrammetrijas un pieminekļu aizsardzības speciālistu, kurus zinātniskā ekspedīcijā uz desmit dienām pagājušā gada septembrī apvienoja Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa, lai stereofotogrammetriski dokumentētu ievērojamā uzbeku viduslaiku astronoma Ulugbeka monumentālās celtnes Buhārā un Samarkandā.



1. att. Muhameds Taragajs Ulugbeks. Skulpturālo portretu veidojis M. Gerasimovs 1941. gadā.

Ulugbekam pasaules slavu astronomijas vēsturē nodrošināja viņa sastādītais zvaigžņu koordinātu katalogs 1018 zvaigznēm, t. s. zidža — astronomiskās tabulas ar plašu ievadu, kas pēc Ptolemaja «Almagesta» bija nozīmīgākais oriģinālais darbs astronomijā.

Muhameds Taragajs Ulugbeks (22. III 1394. — 27. X 1449.) (1. att.), ievērojamā Vidusāzijas zemju iekarotāja un Čingishana Zelta ordas sagrāvēja Timura (1336—1405) mazdēls, jau piecpadsmit gadu vecumā (1409) ieguva pārvaldīšanā no sava tēva Šahruha timurīdu valsts<sup>2</sup> ziemeļu provinces — Maverannahru, Horezmu un Horasanu, kuras teritoriāli izvietojās lielā platībā starp Sirdarjas un Amudarjas upēm. Ulugbeka valdīšanas laikā, kas ilga 40 gadus (1409—1449), par šo provinču galveno pilsētu kļuva Samarkanda, kas bija nozīmīgs ekonomisks un kultūras centrs.

Ulugbeks, pats bērnībā ieguvis labu izglītību, veicināja vēstures un literatūras attīstību, ļoti aizrāvās ar astronomiju un

<sup>1</sup> Навоий Алишер. Хикматли сузлар (Афоризмы). Ташкент, 1968. 152 с. (Музей литературы им. Алишера Навои АН УССР.)

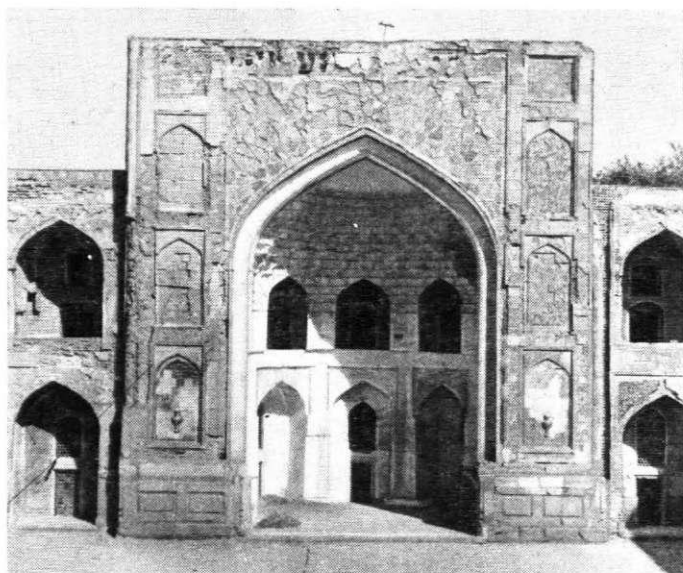
<sup>2</sup> Timurīdu dinastija, kuras dibinātājs bija Timurs, valdīja pār Vidusāzijas zemēm no 1370. līdz 1507. gadam. Timurīdu pēctecis Baburs (1483—1530) dibināja 1526. gadā Indijā t. s. Lielo mogulu dinastiju, kas tur valdīja līdz 1858. gadam.



matemātiku. Uz Samarkandu tika uzaicināti daudzi ievērojami tālaika dzejnieki un domātāji. Šeit strādāja arī pazīstamie astronomi un matemātiķi Kazi-zade Rumi un Gijas-ad-din Džamšids. Ir pamats domāt, ka tieši no viņiem Ulugbeks ieguva savas sākotnējās astronomijas un matemātikas zināšanas, kas vēlāk noderēja zvaigžņu koordinātu kataloga sastādīšanai.

Ulugbeka valdīšanas laikā tika uzbūvētas vairākas monumentālas celtnes, kuras lielākā vai mazākā mērā saglabājušās līdz pat mūsu dienām un ir raksturīgi Uzbekijas feodālās arhitektūras uzplaukuma perioda pieminekļi.

Pirmā ievērojamākā celtnē — medrese<sup>3</sup> uzbūvēta 1417. gadā Buhāras centrā. Sobrid tā kopā ar 1651.—1652. gadā uzcelto Abdulazizhana medresi veido t. s. košmedresu (dubultmedresu) arhitektonisko grupu netālu no Buhārā senākā un augstākā minareta — Kalāna (būvēts 1127. g.). Ievēribu saista Ulugbeka Buhāras medreses galvenajā portālā iegrieztais uzraksts: «Tiekšanās pēc zināšanām ir katra musulmaņa pienākums.» Daudzi šī uzraksta dēļ piedēvē Ulugbekam apgaismības valdnieka seju, lai gan T. Kari-Nijazovs, ievērojamais Ulugbeka dzīves pētnieks,<sup>4</sup> raksturo Ulugbeku kā savdabīgu feodālās valsts despotu, kam nebija ne karotāja talanta, ne arī lielas veiksmes valdīšanas politikā.



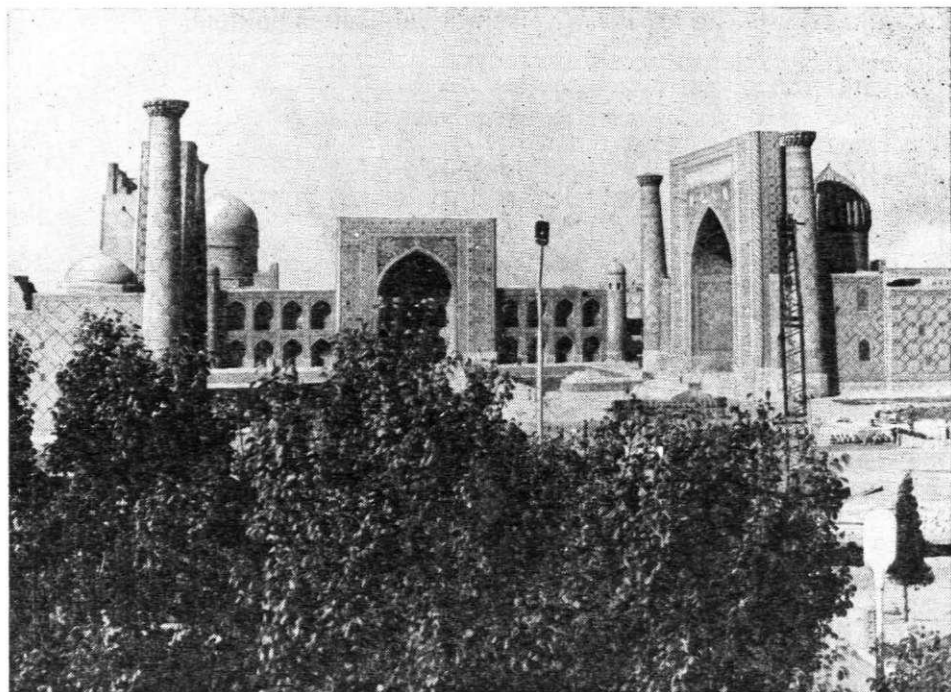
2. att. Abdulazizhana medreses Buhārā iekšējā pagalma austrumu portāls.

<sup>3</sup> Medrese — augstākā musulmaņu garīdzniecības skola, ēka, kurā funkcionāli apvienotas mācību telpas ar dzīvojamām telpām, kas grupējas ap atklātu iekšējo pagalmu.

<sup>4</sup> Кары-Ниязов Т. Н. Астрономическая школа Улугбека. М.—Л., 1950. Par šo darbu Kari-Nijazovam 1953. gadā piešķīra Valsts prēmiju.

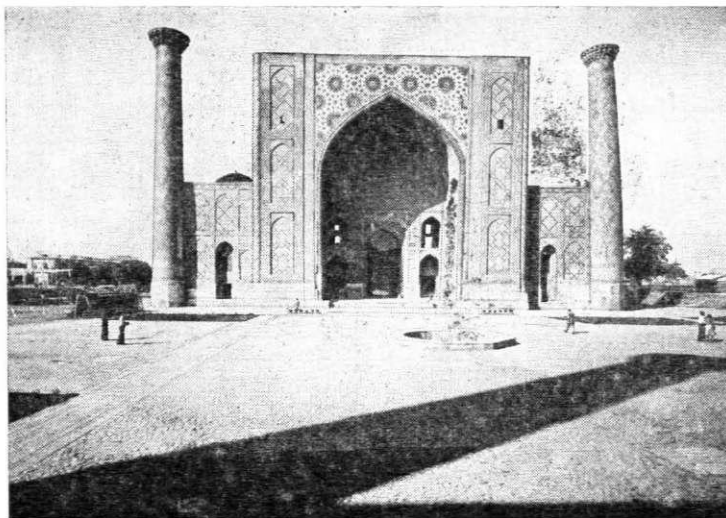
Ekspedīcijai neizdevās fotogrammetriski uzņemt Ulugbeka Buhāras medresi, jo šajā celtņē norīteja restaurācijas darbi un ārējais portāls bija aptverts ar stalažām. Tādēļ fotogrammetriskai uzmērīšanai tika izvēlēta pretim atrodošās Abdulazizhana medreses iekšējā pagalma portāli (2. att.), kuri saglabājušies savā pirmatnējā veidā.

Nākamo ievērojamāko celtņi pēc Ulugbeka pavēles būvē (1417—1420) Samarkandas centrā — arī medresi, tikai vēl grandiozāku par Buhārā celto. Šobrīd šī celtne ietilpst Registāna laukuma arhitektūras pieminekļu ansablī (3. att.). Ulugbeka medrese ir taisnstūra veida celtne ar četrus aivanus<sup>5</sup> iekšējo pagalmu, divstāvu dzīvojamām telpām (hudžra) un plašām mācību telpām (darshana), kā arī ar mečetu — musulmaņu lūgšanas telpu. Ēkas stūros izvietoti augsti minareti. Austrumu daļā atrodas galvenais portāls (4. att.). Ēka bijusi viscaur noklāta ar mākslinieciskām krāsainas keramikas plāksnītēm un rotāta ar griezta marmora dekoriem. Lielais mozaikas panno virs portāla arkas attēlo stilizētas debesis no piecstūrīnām un desmitstūrīnām zvaigznēm.



3. att. Registāna laukums Samarkandā. Pa kreisi redzama 1417.—1420. g. būvētā Ulugbeka medrese.

<sup>5</sup> Aivans — portāls ar samērā dziļu nišu un arku.



4. att. Ulugbeka Samarkandas medreses galvenais portāls ar austrumu ārējo sienu.

Ulugbeka Samarkandas medrese laika gaitā ir bijusi visai stipri bojāta. Pēdējo gadu restaurācijas darbi ir atdevuši celtnei krašņo keramikas plāksnišu segumu, nostiprinātas konstrukcijas un jumta pārsegums. Iztaisnota arī minaretu vertikālitate, jo zemestrīču rezultātā 500 gadu laikā tie bija ieguvuši izteiktu slīpumu.

Ulugbeka medresē mācīja ne tikai musulmanismu, bet arī tādas laicīgās zinātnes kā loģiku, filozofiju, astronomiju, matemātiku. Ir dati, ka arī pats Ulugbeks ir mācījis šajā medresē. Pēc dažām ziņām, medreses teritorijā bija iekārtots arī laukums astronomiskiem novērojumiem.

Ekspedīcijai izdevās fotogrammetriski uzņemt Ulugbeka Samarkandas medreses austrumu sienu ar galveno portālu. Tika uzņemtas arī pārējo Registāna laukumu norobežojošo celtņu frontālās sienas — Širdora medreses un Tillakari medreses sienas (abas celtnes būvētas 17. gs.).

Trešā Ulugbeka medrese tika uzbūvēta netālu no Buhāras — Gižduvanā (1433. g.). Sobrīd no šīs celtnes ir saglabājusies tikai apmēram puse.

Grandiozākā būve Ulugbeka valdīšanas laikā ir Samarkandas observatorija ar gigantisko sekstantu, kas iekļaujama pasaules dižāko celtņu skaitā (būvēta 1428.—1429. gadā).

Ulugbeka observatorija darbojās tikai 20 gadus, līdz tās izpostīšanai un sagraušanai pēc Ulugbeka nāves 1449. gadā. Observatorijā tika veikti Saules, Mēness un tolaik pazīstamo piecu planētu: Merkura, Venēras, Marsa, Saturna, Jupitera novērojumi, kā arī zvaigžņu koordinātu noteikšanas novērojumi, kuri tika izmantoti zvaigžņu tabulu — «zidža» sastādīšanai.

Sobrīd Āzijas un Eiropas grāmatu krātuvēs glabājas vairāki desmiti Ulugbeka «zidža» rokrakstu eksemplāru. Viens no vecākajiem, kas uzrakstīts jau 15. gs. tadžiku valodā, atrodas Uzbekijas PSR Zinātņu akadēmijas Orientoloģijas institūtā (rokraksts Nr. 2214).

Ulugbeka astronomiskajām tabulām ir plašs ievads, kas sadalās četrās daļās. Pirmajā daļā aprakstītas laika skaitīšanas sistēmas un dažādi austrumzemju kalendāri — ķīniešu, tjurku, musulmaņu (hidžpa), selevķidu u. c., doti arī noteikumi laika aprēķināšanai. «Zidžas» otrajā daļā aplūkoti praktiskās astronomijas jautājumi (ģeogrāfiskās tabulas); trešajā daļā — Saules un planētu kustības teorija (protams, ģeocentriska) un aptumsumi; ceturtajā daļā aprakstīta astroloģija, viduslaiku astronomijas neatņemama sastāvdaļa. Ievadam seko zvaigžņu tabulas ar 1018 zvaigžņu koordinātēm.

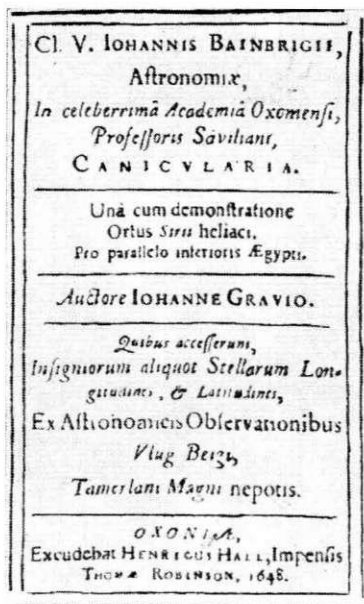
Ar šo darbu Ulugbeks apkopoja it kā visu viduslaiku orientālo astronomiju, līdzīgi tam, kā to antikajā pasaulē «Almagestā» izdarīja Aleksandrijas zinātnieks Ptolemajs (2. gs.).

Eiropā Ulugbeka «zidža» kļuva pazīstams tikai 17. gs. vidū, kad 1648. gadā Oksfordas universitātes astronomijas profesors Džons Grīvs (1602—1652) publicē šo darbu latīņu valodā (5. att.). Anglijā pēc 15. un 16. gs. lielajiem ģeogrāfiskajiem atklājumiem sakarā ar kuģniecības plašo attīstību strauji pieauga praktiska interese par precīzām zvaigžņu koordinātēm. Jau tajā pašā 1648. gadā izdod Ulugbeka «zidža» pirmo daļu, bet

1652. gadā — «zidža» ģeogrāfiskās tabulas un hronoloģija jau iznāk atkārtotā izdevumā.

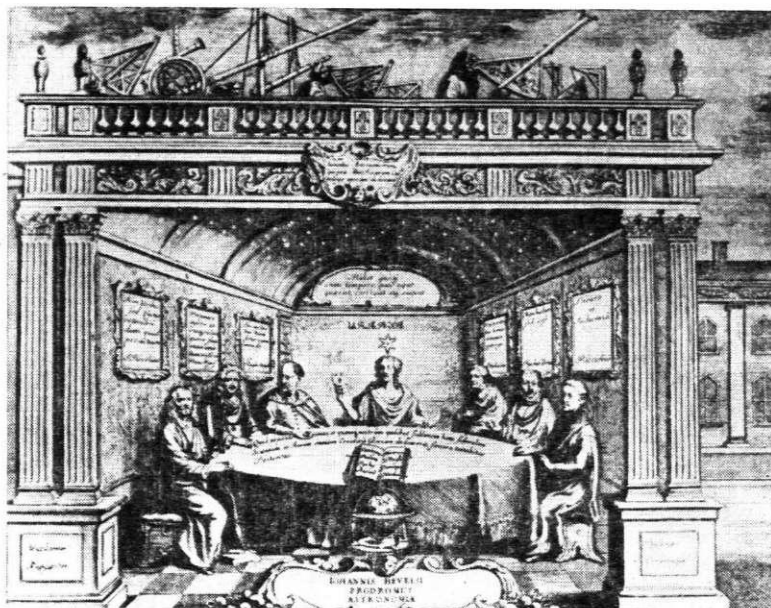
40 gadus vēlāk pēc pirmās Ulugbeka zvaigžņu tabulu publicēšanas Oksfordā šī kataloga zvaigžņu koordinātes izmanto poļu astronoms Jans Hevēlijs zvaigžņu atlanta «Prodromus astronomiae» sastādīšanai (to izdod Gdaņskā 1690. gadā). Hevēlija zvaigžņu atlantā atrodams arī pirmais publicētais Ulugbeka portrets. Gravīrā viņš attēlots simboliskā ievērojamo astronomu Ptolemaja, Tiho Brahes, Ričioli, Hevēlija, Valtera un astronomijas mūzas Urania sabiedrībā (6. att.). Šajā alegoriskajā ainā Ulugbekam ierādīta goda vieta, viņš sēž pa labi no Urania.

Atkārtotajā Hevēlija atlanta izdevumā, ko 1968. gadā izdod Uzbekijas PSR ZA,<sup>6</sup> akadēmiķis V. Ščeglovs ievadvārdā par šo gravīru raksta — «vai tas nav brīnišķīgs simbols tam, ka zinātne nevis atšķir, bet gan apvieno



5. att. Pirmā latīņu valodā publicēta Ulugbeka darba titullapa. Iespiests 1648. gadā Oksfordā.

<sup>6</sup> Гевелий Ян. Атлас звездного неба. Ташкент, «Фан», 1968. 56 с.



6. att. Ulugbeks un ievērojamie astronomi Ptolemajs, Tiho Brahe, Ričioli, Hevēlijs un Valters astronomijas mūzas Urania sabiedrībā. Gravīra no 1690. gadā izdotā J. Hevēlija zvaigžņu atlanta.

zinātniekus un tautas, pie kurām tie pieder, un virza to pūliņus uz cilvēces progresu».

Ulugbeka tabulas sastādītas pēc zvaigžņu novērojumiem Samarkandas observatorijā, kuras koordinātes, pēc Ulugbeka datiem, ir  $\varphi = 39^{\circ}37'23''$ , bet  $\lambda = 99^{\circ}16'$ . Epoha, uz kuru aprēķināts zvaigžņu stāvoklis, pēc musulmaņu kalendāra ir 841. gads (pēc hidžra), kas atbilst Gregora kalendāra 1437. gadam.

Ulugbeka dzīvesveids un aizraušanās ar laicīgajām zinātnēm viņa valdīšanas sākumā izraisīja neapmierinātību, bet pēc tam atklātu naidu feodāļu un musulmaņu garīdzniecības reakcionārajā daļā, kuras pusē nostājās arī Ulugbeka dēls Abd-al-Latīfs. Šis sazvērestības rezultātā Ulugbeku 1449. gada 27. oktobrī negēlīgi nonāvēja, bet viņa būvēto Samarkandas observatoriju — nopostīja.

Ulugbeka mīļotais skolnieks Ali-Kušči, kura nopelni ir Ulugbeka «zīdža» saglabāšanā, slepus aizbēg no Samarkandas. Zinātniskais darbs Samarkandā apstājas. No šī laika Vidusāzijā nav bijis neviena ievērojama astronoma un matemātiķa.

Ulugbeka atdusas vieta ir timurīdu dinastijas mauzolejs Samarkandā — Emīra kapenes (Gūremīr). 1941. gadā ar Uzbekijas PSR valdības lēmumu, lai pārbaudītu vēsturisko patiesību par timurīdiem un pēc galvaskausiem noteiktu portretisko veidu, tika atvērti un apsekoti Ulugbeka un viņa



vectēva Timura kapi. Ievērojamais padomju antropologs skulptors, vēstures zinātņu doktors Mihails Gerasimovs pēc Ulugbeka galvaskausa restaurēja tā portretisko izskatu (skat. 1. att.). Tagad šī rekonstrukcija ir par pamatu visiem Ulugbeka portretu zīmējumiem.

Tā kā Ulugbeka Samarkandas observatorija 1449. gadā tika nopostīta, tad interesanta ir šīs celtnes palieku atklāšanas vēsture. Pilnīgi saprotams, ka interese Eiropā par Ulugbeka observatoriju bija liela, jo pirmajā Oksfordas publikācijā Džons Grīvs jau norāda, ka astronomiskā instrumenta rādiuss ir bijis vienāds Sofijas katedrāles augstumam Konstantinopolē (apmēram 50 m).

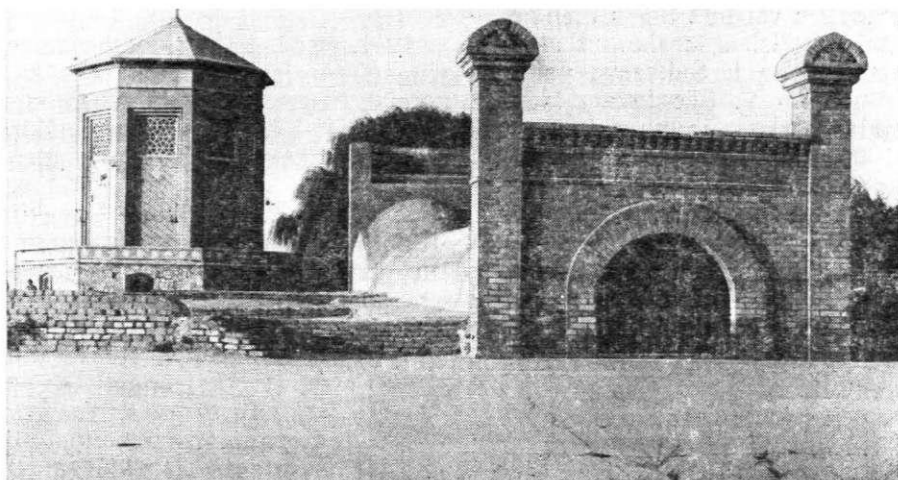
Pirmie mēģinājumi noteikt observatorijas vietu bija nesekmīgi. Pagājušā gadsimteņa 30. gados Samarkandā nokļuva angļis Borns un nedaudz vēlāk ungāru zinātnieks orientālists Arminijs Vamberi, kas, pārģērbies par turku dervīšu, iekļuva Samarkandā. Viņi domāja, ka Tillakari medreses sagāzušās mečetas kupols Registāna laukumā ir bijusi observatorija. Pēc tam šo kļūdu atkārtoja vairāki citi autori.

Tikai 20. gs. sākumā Samarkandas arheologam V. Vjatkinam (1869—1932) izdevās noteikt observatorijas atrašanās vietu, balstoties uz kāda 17. gs. zemes dāvinājuma dokumenta, kurā pieminēta bijušās observatorijas zeme. Tā atradies apmēram divus kilometrus no Samarkandas—Taškentas ceļa, labajā pusē. Jau 1908./1909. gadā iesāktie arheoloģiskie izrakumi vainagojās ar lieliem panākumiem — dziļā klintī izcirstajā tranšējā zem drupām tika atklāti divi paralēli izvietoti loki, grandioza meridiāna instrumenta fragmenti. Uz ziemeļiem no «kvadranta» tranšējas, kā šo instrumentu dēvēja V. Vjatkins, tika atklāts masīvs taisnstūrveida pamats, uz kā varētu būt balstījusies instrumenta ziemeļu daļa. Radiālās tranšējas parādīja, ka observatorijas ēka ir bijusi riņķveida (diametrs 46,65 m); dažās vietās šī siena bija saglabājusies līdz pat 1,8 m augstumam. V. Vjatkins uzskatīja, ka uz šīs riņķveida sienas ir bijis horizontāla loka astronomiskais instruments (vēlāk šis uzskats izrādījās nepareizs). Pēc V. Vjatkina apraksta, kvadrants sastāv no apdedzinātu ķieģeļu mūra ģipša javā un veido divus paralēlus lokus. Ķieģeļu mūris bija aplūkts ar 29—29,2 cm platām slīpēta marmora plāksnēm. Plāksnes iekšējās malās gareniskā virzienā apmēram 70 mm no malām iegravētas 26 mm platas un līdz 15 mm dziļas rievas. 702 mm attālumā uz loka iegravētas šķērsrievas, kuru galos ir nelieli caurumiņi vara kniežu nostiprināšanai. Šīs šķērsrievas fiksēja grādu iedaļas. Uz rietumu loka ir grādu iedaļu apzīmējumi ar arābu rakstībā iegravētu grādu numerāciju no 80 līdz 58°. Ziemeļu daļā tranšējā atrastas divas nogāztas marmora plātnes ar 21,20 un 19° iezīmēm. Plātnes uz loka tika izvietotas vēlāk restaurācijas gaitā. Attālums starp abiem lokiem ir 508 mm vidusdaļā, 500 mm dienvidu daļā un 514—530 mm ziemeļu daļā. Kvadranta tranšējas dziļums dienvidu daļā sasniedz 11 m. Sienas nelidzenas, tikai vietām redzamas apmetuma pēdas.

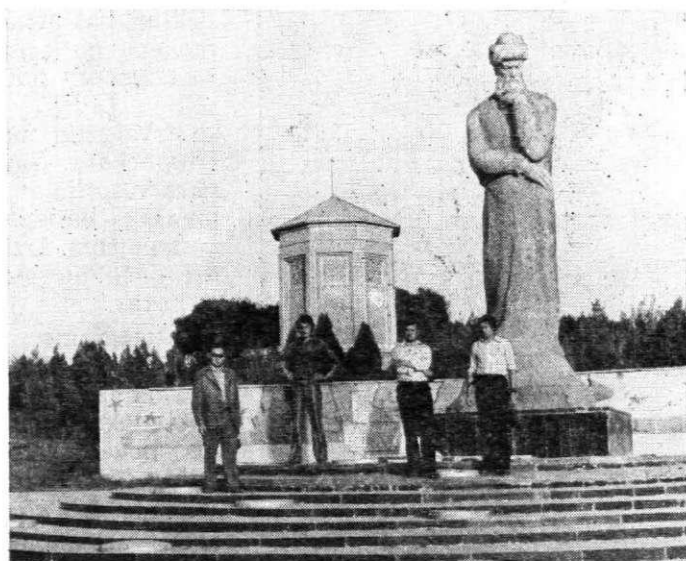
Kara topogrāfs pulkvedis Zaļeskijs noteica kvadranta loka azimutu, tas bija 29,4', un  $\varphi = 39^{\circ}40'37''$ .

Pēc lielas būvgružu masas novākšanas arheoloģiskie izrakumi tika turpināti 1914. gadā, daudzās vietās atsedzot jau klinšainu pamatu. Tomēr





7. att. Ulugbeka Samarkandas observatorijas lielā marmora sekstanta pārsegums. Pa kreisi redzama nelielā Ulugbeka muzeja ēka.



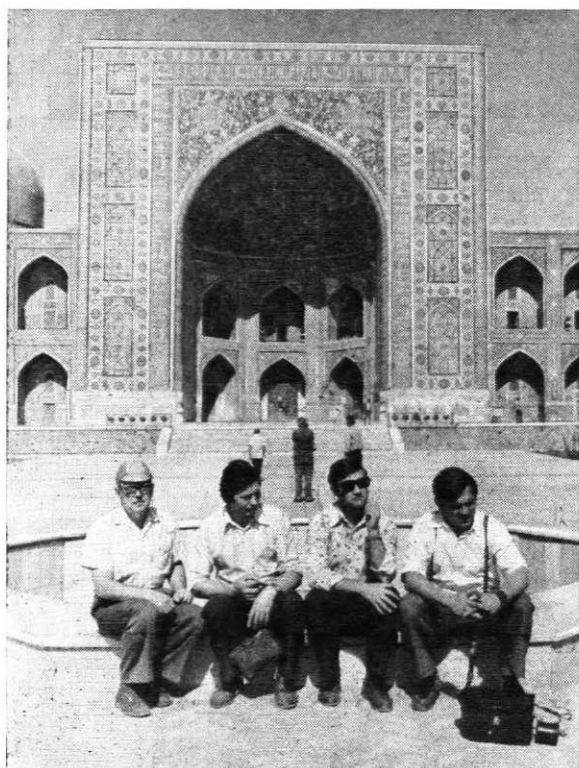
8. att. Piemineklis Ulugbekam Samarkandas viduslaiku observatorijas teritorijā.

arī šie izrakumi nenoskaidroja observatorijas ēku galīgo izvietojumu. Līdzekļu trūkuma dēļ darbi tika pārtraukti. Sākās pirmais pasaules karš. Lai saglabātu atsegto kvadranta tranšeju no atmosfēras nokrišņiem, 1915. gadā virs tranšejas no dedzinātiem ķieģeļiem uzbūvē pārsegumu, kas saglabājies vēl līdz mūsu dienām (7. att.).

Arheoloģiskos izrakumus atsāk tikai 1941. gadā, Samarkandas muzeja līdzstrādnieka I. Suhareva vadībā, taču arī šoreiz darbu pārtrauc karš. Astronomam V. Ščeglovam izdodas noteikt instrumenta galvenās meridiņlīdzplaknes jaunu azimuta vērtību ( $10^{\circ}4'$ ). Tā, kā redzams, atšķirās no 1909. gada mērījumiem, jo dabā ļoti grūti fiksēt faktisko instrumenta ass stāvokli.

1948. gadā vienas sezonas laikā ekspedīcija, ko sarīkoja Uzbekijas PSR ZA Vēstures un arheoloģijas institūts, atraka observatorijas galīgos pamatus, iegūstot to izvietojuma plānu, kas dod iespēju rekonstruēt observatorijas ēku un spriest par astronomiskajiem instrumentiem.

Arheologa V. Vjatera uzskats, ka observatorijas galvenais instruments



9. att. Ekspedīcijas dalībnieku grupa pie Tillakari medreses Samarkandā. No kreisās — ekspedīcijas vadītājs J. Klētnieks, K. Krūze, E. Grāvisis, K. Rupmejs.

ir kvadrants, šobrīd jānoraida. Astronomijas speciālisti uzskata, ka grandiozais instruments bijis sekstants, turklāt t. s. Fahri sekstants — meridiānā iestādīts instruments, kam ir  $1/6$  aploces. Šādu instrumentu izgudrojis 10. gs. Vidusāzijas astronoms Hodžendi. Spīdekļus, kas atradās uz ziemeļiem no zenīta, ar šo instrumentu novērot nevarēja. Tādēļ domājams, ka zvaigžņu novērošanai Ulugbeka Samarkandas observatorijā ir bijis kāds mazāks horizontāla loka instruments. Uz to norāda arī dažu marmora plātņu paliekas.

Domājams, ka grandiozo Fahri sekstantu Samarkandas observatorijā galvenokārt izlietoja Saules novērošanai, lai noteiktu tās meridiālos augstumus, kas nepieciešami tādu astronomisko konstanšu aprēķināšanā kā gada precesija, tropiskā

gada garums u. c. Varbūt ar to novēroja arī Mēnesi un planētas, resp. spīdekļus, kas maina savu augstumu.

Sobrīd neskaidrs ir jautājums par sekstanta dioptriem, jo tik grandioza loka ( $R=40,212$  m) nolaišanai bija vajadzīga asprātīga konstrukcija, kas bijusi saistīta ar observatorijas ēkas arhitektūru. Arheoloģiskie izrakumi uz šiem jautājumiem atbildi nesniedz.

Vienprātīgs ir uzskats, ka observatoriju veidojusi vienota celtnē, ka tā ir bijusi ne tikvien mākslinieciski dekoratīva, bet arī monumentāla, ar lielu tehnisko noturību. Diemžēl par observatorijas celtni sikākas ziņas nesniedz arī 15. un 16. gs. arhīvu dokumenti, kuros observatorija tiek pieminēta. Tāpēc līdz šim sastādītie dažādie rekonstrukcijas projekti ir noraidīti.

Astronomijas vēsturei Ulugbeka Samarkandas observatorijas grandiozā sekstanta drupas ir unikāls viduslaiku astronomijas liecinieks. Sobrīd observatorijas teritorijā ir uzcelts piemineklis Ulugbekam (8. att.) un iekārtots neliels muzejs.

VAĢB Latvijas nodaļas 1978. gada zinātniskajā ekspedīcijā iegūtie fotouzņēmumi sniedz svarīgu dokumentālu materiālu kultūras un vēstures pieminekļu arhīvam, ko izveido mūsu republikā. Turpmākā ekspedīcijas materiālu fotogrammetriskā apstrāde ļaus Latvijas fotogrammetristiem sadarbībā ar Uzbekijas PSR Kultūras ministrijas pieminekļu aizsardzības pārvaldi dot savu ieguldījumu Uzbekijas kultūras un vēstures pieminekļu stereokartēšanā.

Band XII oder neue Folge Band VII. 3. Heft.

---

# SIRIUS.

Zeitschrift für populäre Astronomie.

— — — — —

Centralorgan für alle Freunde und Förderer der Himmelskunde.

Herausgegeben unter Mitwirkung  
hervorragender Fachmänner und astronomischer Schriftsteller  
von Dr. HERMANN J. KLEIN in KÖLN.

---

März 1879. „Wissen und Erkennen sind die Freude und die  
Berechtigung der Menschheit.“  
Kosmos.

---

Inhalt: Der Planet Vulkan. S. 49. — Die Entstehung der Protuberanzen durch chemische Prozesse. S. 51. — Franz v. Paula Gruthuisen und seine astronomischen Beobachtungen. (Fortsetzung.) S. 53. — Saturn und sein Ring im gegenwärtigen Jahr. S. 60. — Die älteste arabische Himmelskugel. Von Dr. Remis. S. 62. — Vermischte Nachrichten (S. 65): Ein Mondvulkan in angeblicher Thätigkeit. Ueber die Faculae der Sonne: Die relative Helligkeit der Planeten Merkur und Venus. Das Meteorit von Grosnjaja. — Be-  
richtigung. — Erläuterung zu der illustrierten Beilage. — Stellung der Jupitersmonde im Mai 1879. S. 71. —  
Planetenstellung im Mai 1879. S. 72.

Populārzinātnisks vācu astronomijas žurnāls «*Sirius*» kopš 1868. gada 2 reizes mēnesī iznāk Gracā, ar 1871. gadu reizi mēnesī, pie kam par izdošanas vietu kādu laiku tiek atzīmēta Graca, Vine un Leipcīga, vēlāk tikai Leipcīga. Žurnāla dibinātājs un pirmais redaktors ir Rūdolfs Falbs, bet 1878. gadā par tā izdevēju (redaktoru) kļūst Hermans Kleins Ķelnē, kas pats ir rosīgs astronoms novērotājs un veiksmīgs astronomijas popularizētājs. Viņa vadītais žurnāls ievieto daudz interesantu rakstu par dažādām šīs zinātnes nozares problēmām, par observatorijām un debess spidekļu pētījumiem visos pasaules kontinentos. Žurnāls operatīvi reaģē uz visāda veida aktualitātēm, publicē arī oriģinālnovērojumus un ik mēnesi informē lasītājus par planētu un pavadoņu stāvokļiem.

Ir pagrūti saturā salīdzināt vācu *Siriusu* ar mūsu *Zvaigžņoto debesi*, jo tos taču šķir gadusimta atstarpe ar neiedomājami strauju zinātnes attīstību. Vizuāls ārējs salīdzinājums liek konstatēt, ka vācu žurnālā gandrīz vai vienīgās ilustrācijas ir katra numura beigās atrodamā viena ielīme ar debess objektu, instrumentu vai observatoriju attēliem, kas dažreiz arī viegli ar krāsām ietonēti.

Pāršķirstot 1879. gada gājumu, uzmanību saista ziņojums žurnāla marta numurā, kas parakstīts ar diviem burtiem —K1 (acīmredzot pats izdevējs H. Kleins).

Kāds amerikānis Džons Hamess (J. Hammes) no Keokukas pilsētas

Aiovas štatā iepriekšējā gada 20. novembrī nosūtījis Vašingtonas jūras observatorijas superintendentam (galv. pārvaldniekam) admirālim Džonam Rodžersam (J. Rodgers) vēstuli, kurā apgalvo, ka 12. novembrī pusdeviņos vakarā novērojis vulkānisku izvirdumu Mēness dienvidu pusē krāteru *Baco*, *Barocius* un *Nicolai* tuvumā. Šis izvirdums ildzis apmēram pusstundu, un to varot apstiprināt arī citi novērotāji, kas bijuši klāt.

Admirālis Rodžers šo ziņojumu saprotamu iemeslu dēļ uzņēmis ar neuzticību un atbildes vēstulē atzīmējis, ka maldišanos visticamāk gan izraisījis puteklis uz teleskopa okulāra, nelabvēlīgs instrumenta novietojums vai gadījuma dēļ no netāla loga iespīdējusi gaisma, vai kaut kas tamlīdzīgs. Bez tam Rodžers pieprasījis ziņas par novērotāja personību, uz ko nekavējoties atsaukušās vietējās varas iestādes, apliecinādamas, ka Dž. Hamess ir pilsētā pazīstams miermīlīgs un lojāls vīrs. Taču no šī apliecinājuma, kā piezīmē apraksta autors, gan minētais novērojums par vulkānisku izvirdumu nav kļuvis ticamāks.

Dž. Rodžers vēl pieminējis, ka Hamesa vēstulei klātpieliktais zīmējums ir visai nemākulīgs. Tas tikai pierādot, ka autors ar Mēness novērošanu agrāk nav nodarbojies. Ziņotais esot pilnīgā pretrunā visam tam, kas par Mēnesi ir zināms un kas uz tā jebkad ir redzēts, un tādēļ admirālis Rodžers uzskata, ka tam nav nekādas zinātniskas vērtības.

Ar to publicētā informācija beidzas, un arī aprakstu par to varētu beigt, ja vien nerastos jautājums, kādēļ gan nopietna žurnāla slejās vajadzēja nokļūt ziņai, kurai, pēc autoritatīva atzinuma, nav nekādas vērtības. Varbūt žurnāla izdevējs H. Kleins nav pilnīgi pārliecināts par Rodžersa neraldīgumu, kaut arī *Sirijsā* ievietotajā informācijā nav izteiktas pat niecīgākās šaubas. Šādas domas rodas, pāršķirstot citus šī žurnāla laidienus, kur laiku pa laikam parādās ziņojumi par pārmaiņām Mēness virsmas topogrāfiskajos veidojumos. Ir ziņas par novērojumiem, ka starp krāteriem pamanīta kāda agrāk neredzēta plaša vai kāds nezināms mazāks krāteris. Citreiz konstatēti spoži plankumi vai punkti, kas nav iezīmēti nevienā agrāko novērotāju kartē. Pats *Sirijsā* izdevējs H. Kleins ir aktīvs Mēness topogrāfisko pārmaiņu novērotājs un analizētājs, tādēļ viņa rediģētajā izdevumā savus novērojumus publicē arī citi astronomi, kas pievērsušies Mēness virsmas veidojumiem. Var pat atzīt, ka tajā laikā šis izdevums starp citu ir arī Mēness objektu novērojumu krātuve.

Tagad gan ārzemēs, gan arī mūsu zemē vāc un klasificē novērojumus par t. s. *nestacionārajiem procesiem* uz Mēness virsmas. (Piemēram, P. Florenskis un V. Cernovs žurnālā «Астрономический вестник».) Te iekļaujas ne tikai dažādi vizuāli, bet arī fotogrāfiski novērojumi, kuros objektīvi atklājas optiskas izmaiņas Mēness topogrāfiskajos veidojumos. Izrādās, ka jau 1787. gadā Viljams Heršels ir publicējis rakstu, kurā vēstīts par Mēness krāteru *Aristarchus*, *Copernicus* un *Kepler* īslaicīgu spožuma palielināšanos, ko autors izskaidro ar vulkānu izvirdumiem.

1958. gadā Pulkovas astronoms N. Kozorovs ieguva spektrogrammas gāzēm, kas izdalās no krātera *Alphonsus*, vēlāk arī no *Aristarchus*. Mēness tektonisko procesu aktivitāti ir apliecinājuši arī seismiskie novērojumi, kurus reģistrējuši uz Zemes pavadoņa virsmas uzstādītie automātiskie seismogrāfi.

Leonids Roze

# HRONIKA

## ZVAIGŽŅU FOTOELEKTRISKIE NOVĒROJUMI VIDUSĀZIJĀ

Mums visiem ļoti labi zināms Baltijas klimats: mitrs, debess reti kad skaidra un vēl retāk ļoti skaidra. Zemāk ievietotā tabulīnā rāda, ka skaidrā laika daudzuma ziņā Riekstukalna observatorija ieņem visai necilu vietu pārejo PSRS observatoriju vidū. Šādos astroklimatiskajos apstākļos sevi attaisnojuši teleskopi ar lielu redzeslauku, jo ar tiem vienlaikus var fotografēt desmitiem un simtiem zvaigžņu. Starp šīm zvaigznēm ir arī atbalsta zvaigznes jeb standarti, salīdzinājumā ar kurām tad arī nosaka pētāmu zvaigžņu lielumus un krāsas.

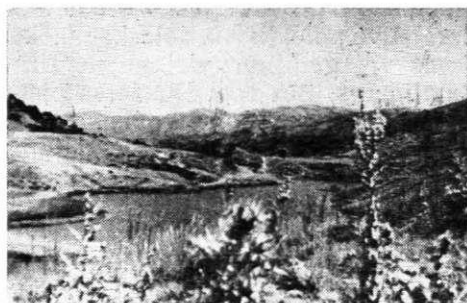
Astronomiskiem novērojumiem piemērota skaidrā laika daudzums stundās gada laikā dažās PSRS observatorijās

Maidanaks (Vidusāzija)	2000
Sorbulaks (Vidusāzija)	1800
PSRS ZA Krimas AO	1000
PSRS ZA SAO	1100
Riekstukalns	600—700 (no tām fotoelektriskajiem novērojumiem derīgas 50—100 stundas).

Fotoelektriskajos novērojumos zvaigznes novēro pa vienai, tādēļ atmosfēras stabilitātei ir ļoti liela nozīme. Atmosfēras caurspīdības straujas izmaiņas var konstatēt, pēc iespējas biežāk novērojot zvaigznes, kuras izmanto atmosfēras ekstincijas noteikšanai, bet savukārt jo bie-



1. att. P. Sternberga Valsts Astronomijas institūta novērošanas bāze Maidanaka apkārtnē.



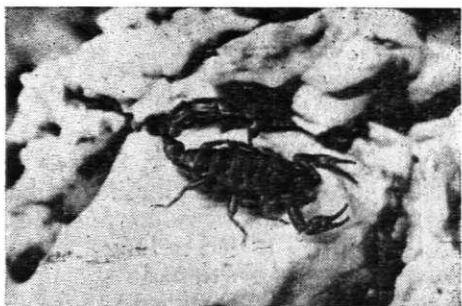
2. att. Neliels ezeriņš Maidanaka apkārtnē.

žāk šīs zvaigznes novēro, jo mazāk laika atliek pētāmo zvaigžņu novērošanai. Šī iemesla dēļ fotoelektriskos novērojumus ieteicams veikt vietās ar stabili sausu astroklimatu. Padomju Savienībā šai ziņā lieliski apstākļi ir Vidusāzijas republikās. Šeit ir izteikti kontinentāls, sauss (it sevišķi vasarās) klimats ar gariem skaidru nakšu periodiem. Tiesa, šeit mēdz būt putekļu vētras, un tāpēc vietas observatorijām izvēlas augstkalnu rajonus. Augstu kalnos mazākas atmosfēras absorbcijas dēļ ir labāki novērošanas apstākļi spektra ultravioletajā un infrasarkanajā daļā.

Pašreiz intensīvi tiek apgūti divi Vidusāzijas rajoni: Maidanaks (2760 m virs jūras līmeņa) un Sorbulaks (4350 m). Šeit uzstādīti vairāki instrumenti, ar kuriem ļoti sekmīgi var novērot astronomiskus objektus. Par labo atmosfēras caurspīdību liecina mazās ekstincijas koeficientu vērtības. Tā UV sistēmas V lielumā ekstincijas koeficients Sorbulakā ir 0,08, Maidanakā — 0,19, bet sevišķi labās naktīs — 0,13. Piebildsim, ka Krimā tas ir 0,30, bet Riekstukalnā — 0,30—0,50, turklāt tas ļoti mainās pat vienas nakts laikā, bet arvien pieaugošais Rīgas fons apgrūrina tā noteikšanu.

1978. gada jūlijā un augustā autors kopā ar savu kolēģi Leo Duncānu novēroja vēlo spektra klašu zvaigznes Maidanakā, Lietuvas PSR ZA Fizikas institūta novērošanas bāzē. 14 naktīs tika izdarīti





3. att. Vietējās faunas pārstāvis — skorpiens.

380 novērojumi. Šāda apjoma darba veikšanai Riekstukalnā būtu vajadzīgs apmēram viens gads, un novērojumu kvalitāte būtu apmēram 2—3 reizes sliktāka. Mēneša laikā Maidanākā bija 100% skaidru nakšu un tikai dažās no tām putekļu dēļ novērošanas apstākļi pasliktinājās. Katru nakti varēja novērot 8—9 stundas. Aklimatizācija noritēja samērā viegli un ne mazākā mērā neapgrūtināja darbu.

No teiktā izriet tikai viens secinājums: Maidanaks uzskatāms par vienu no visperspektīvākajām vietām fotoelektriskajiem novērojumiem.

*O. Paupers*

## PĒTIS «BIOFIZIKĀLO EFEKTU»

26. janvārī Rīgā notika kārtējais starpinstitūtu magnetobioloģijas seminārs, kuru bija organizējis Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas institūts. Semināra darba kārtībā šoreiz bija t. s. biofizikālais efekts. Ar šo terminu tiek apzīmēta rikstītes noliekšanās, cilvēkam ejot pāri pazemes ūdens

plūsmā. Semināru vadīja Fizikas institūta vecākais zinātniskais līdzstrādnieks T. Kalniņš, kurš veltījis krietas pūles, pētījot šo efektu. Tehnisko zinātņu kandidāts J. Dolacis sniedza īsu ieskatu biofizikālā efekta izpētes vēsturē, bet fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts J. Valdmanis aplūkoja galvenos fizikālos faktoros, kas saistīti ar apakšzemes «ūdens āderēm». Medīķu pārstāvi — psihiatrs medicīnas zinātņu doktors I. Eglītis un endokrinologs docents V. Būmeisters pāsvītroja «ūdens āderu» kaitīgumu cilvēku mājokļos un aicināja izvērst šā efekta fizikālos un bioloģiskos pētījumus. Talsu rajona centrālās slimnīcas galvenais ārsts J. Bebris pastāstīja par daudzajiem gadījumiem, kad gultas vai darbapalda pārvietošana ir atbrīvojusi slimnieku no «āderes» kaitīgās ietekmes un, ja vien slimība nav atstājusi organismā jau paliekošas izmaiņas, tad arī atnesusi radikālu veselības uzlabojumu. Argumentiem bagāts bija veterinārijas zinātņu kandidāta J. Līgera referāts. J. Līgers sniedza pārliciecināšu skaitļu materiālu, kas parādīja lopu novietņu nepareiza novietojuma ekonomiskās sekas, it īpaši govju leukozes un mastīta dēļ. Latvijas Valsts meliorācijas pārvaldes galvenais hidroģeologs I. Rieksts un Vissavienības jūras ģeoloģijas institūta līdzstrādnieks V. Grāvītis analizēja ģeoloģiskos apstākļus, kas saistīti ar «ūdens āderu» vietām. Ļoti interesants bija Maskavas viesis — ģeoloģijas un mineraloģijas zinātņu kandidāta N. Sočevanova stāstījums par biofizikālā efekta izmantošanu ģeoloģijas praksē.

Semināra dalībnieki vienojās par nepieciešamību izvērst šā efekta pētījumus un izveidot organizatorisku centru, kas saskaņotu darbus šai jomā. Šī semināra dalībnieku kopīgās domas rezolūcijas veidā fiksēja redakcijas komisija akademiķa J. Stradiņa vadībā.

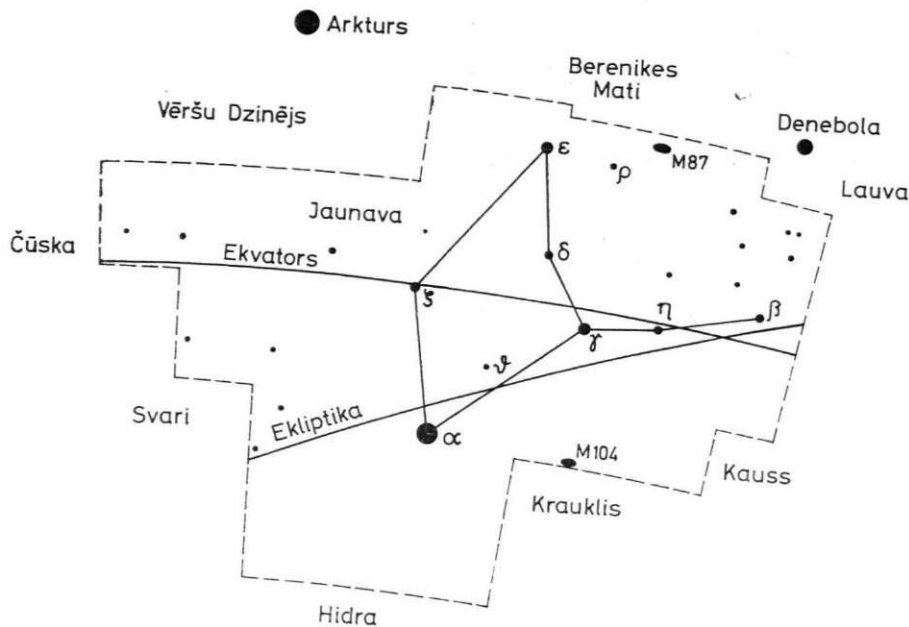
*N. Cimahoviča*

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1979. GADA PAVASARĪ

1979. gada astronomiskais pavasaris ziemeļu puslodē sākas 21. martā pl. 8<sup>st</sup>22<sup>m</sup> pēc Maskavas dekrēta laika, kad Saule savā redzamajā kustībā pa debess sfēru krusto debess ekvatoru un pāriet no dienvidu puslodes ziemeļu puslodē. Saules deklinācija šajā dienā ir 0°, tā lec tieši austrumu punktā un riet tieši rietumu punktā, diena un nakts ir vienāda garuma.

Viens no lielākajiem un izteiksmīgākajiem pavasara zvaigznājiem ir Jaunava. Tas ir zodiaka zvaigznājs. Saule pa to pārvietojas no septembra vidus līdz oktobra beigām, 23. septembrī krusto debess ekvatoru t. s. rudens punktā, kas atrodas Jaunavas zvaigznājā, un pāriet no ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi.

Jaunavas zvaigznājā ir tikai viena uzkrītoši spoža zvaigzne. Tā ir Jaunavas  $\alpha$  jeb Spika. Pārējās Jaunavas zvaigznes ir stipri vājākas. Trīs spožākās no tām kopā ar Spiku veido samērā viegli pamanāmu rombu, kura apakšējā virsotne ir Spika. Tā ir zilganbalta karsta B1 spektra galvenās secības zvaigzne, kas atrodas 150 gaismas gadu attālumā no Saules, tās starjauca ir 600 reizes lielāka nekā Saulei. Spika ir aptumsuma dubultzvaigzne, taču abas tās komponentes atrodas tik cieši kopā, ka nav saskatāmas atsevišķi pat lielā teleskopā. Zvaigznes spožuma maiņa ir konsta-



1. att. Jaunavas zvaigznāja spožākās zvaigznes.

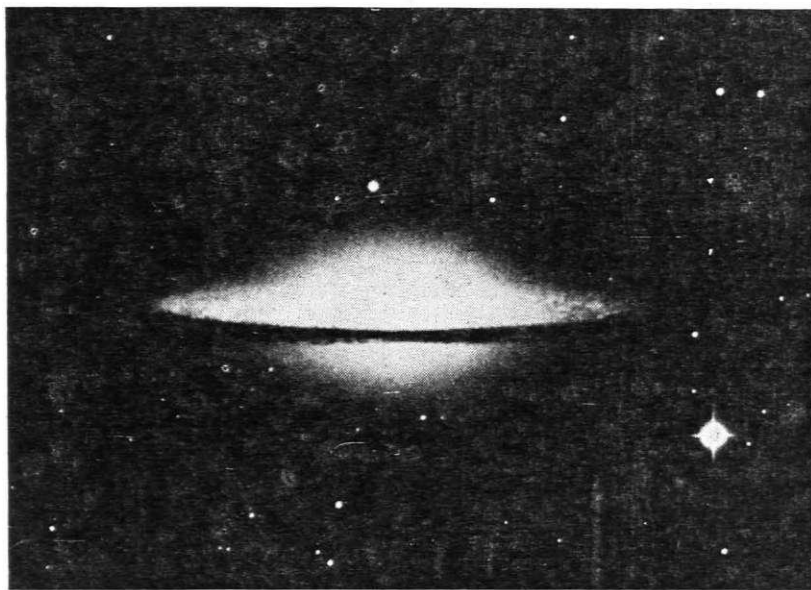
tēta fotoelektriski: spožuma maiņas amplitūda ir tikai  $0^m,1$ , bet periods — 4 dienas.

Arī Jaunavas  $\gamma$  ir dubultzvaigzne. Attālums starp tās komponentēm ir samērā liels — 5,2 loka sekundes jeb 44 gaismas gadi. Abas ir gandrīz vienādi spožas (3,6 un 3,7 zvaigžņu lieluma klases) F0 spektra zvaigznes, kas apgriežas ap kopīgo smaguma centru 172 gados. Šis dzeltenīgo zvaigžņu pāris atrodas no mums 33 gaismas gadu attālumā un ir saskatāms nelielā teleskopā.

Zvaigzne  $\epsilon$  jeb Vindemiatriksa (no latīņu vindemiator — vīnkopis) ir G9 spektra klases dzeltens milzis 91 gaismas gada attālumā no mums. Senātnē tā tika izmantota kalendāra vietā: kad zvaigznes lēkts pietuvojās Saules lēktam, bija pienācis vīnogu novākšanas laiks.

Dzeltenīgā F8 spektra klases galvenās secības zvaigzne  $\beta$  ir interesanta ar to, ka tās redzamais spožums ir vienāds absolūtajam lielumam (3,8), t. i., zvaigzne atrodas 10 parseku attālumā no Saules (1 ps. = 3,26 g. g.). Sai zvaigznei savā laikā bija svarīga loma astroloģijā — senie arābi uzskatīja, ka tā norāda vietu, kur Mēnesim ir vislielākā ietekme uz Jaunavas zīmē dzimušajiem cilvēkiem.

Jaunavas zvaigznāja augšējā daļā atrodas mums tuvākā neregulārā galaktiku kopa — milzīgs galaktiku sakopojums, kura centrs ir ap 30 miljoniem gaismas gadu no Saules. Kopā ietilpst ap 200 par 13. lielumu spožākas galaktikas, tai skaitā 7 lielas eliptiskas un 10 spirāliskas galaktikas. Domājams, ka kopīgais galaktiku skaits kopā ir vairāki tūkstoši. Kopai ir neregulāra forma, tomēr novērojama neliela koncentrācija centra virzienā. Tās diametrs ir ap 10 000 000 gaismas gadu.



2. att. Galaktika M104.

Spožākā spirāliskā galaktika Jaunavas zvaigznāja galaktiku kopā ir Sa tipa galaktika NGC 4594 jeb M 104, kas no Zemes redzama gandrīz no sāniem. Ipatnējās formas dēļ to sauc par Sombrero. Fotogrāfijās labi saskatāms galaktikas zvaigžņu sadalījums 2 apakšsistēmās — plakanajā un sfēriskajā. Plakanās apakšsistēmas zvaigznes, gāze un putekli koncentrējas ap ekvatora plakni plakanā diskā, pa kura šķautni stiepjas tumšās matērijas josla, bet sfēriskā apakšsistēma redzama kā miglains lodveida mākonis diska abās pusēs. Galaktikas M 104 redzamais spožums ir ap 10 zvaigžņu lieluma klases, un tā ir saskatāma nelielā teleskopā kā vāji mirdzošs miglains plankumiņš.

Spoža galaktika Jaunavas zvaigznājā ir arī NGC 4486 jeb M 87. Šī galaktika ir vismasīvākā mums zināmā zvaigžņu sistēma. Tās masa ir vienāda vismaz 1000 miljardiem Saules masu. Pēc savas formas M 87 ir parasta eliptiska E0 tipa, t. i., gandrīz lodveida galaktika. Tās diametrs ir ap 50 tūkstoši parseku. Viena no galaktikas īpatnībām ir ārkārtīgi lielais lodveida zvaigžņu kopu skaits tajā. Spožākās no tām galaktikas perifērijā redzamas arī fotogrāfijās. Zināmo kopu skaits tajā pārsniedz 400, kamēr mūsu Galaktikā to ir nedaudz vairāk par 120, bet Andromedas miglājā — ap 200. Domājams, ka galaktikā M 87 pavisam ir vairāki tūkstoši lodveida kopu. Galaktikai M 87 ir vēl viena īpatnība: fotogrāfijās ar īsu ekspozīciju redzams neliels spožs kodols, no kura radiālā virzienā stiepjas zilgana strūkļa, kas sastāv no atsevišķām kondensācijām. Strūklas garums ir ap 6000 gaismas gadu. Galaktika bez redzamās gaismas samērā intensīvi staro arī radiodiapazonā. Tās pilnā radiostarojuma jauda



3. att. Galaktikas M 87 centrālā daļa.

ir apmēram tūkstoš reizes mazāka par spēcīgākā mums zināmā radioavota Gulbja A starojuma jaudu. M 87 centrālās daļas radionovērojumi rāda, ka tā sastāv no 3 radioavotiem, no kuriem viens aptuveni sakrīt ar galaktikas optisko centru, bet otrs — ar strūkļu. Šī neparastā optiskā un radiostruktūra liek domāt, ka te ir noticis sprādzienveida izvirdums no galaktikas kodola. M 87 ir pirmā galaktika, kurai konstatēts rentgenstarojums. Kā spēcīgākais radioavots Jaunavas zvaigznājā galaktika ir pazīstama arī kā Jaunava A, bet kā spēcīgākais rentgenstarojuma avots — kā Jaunava XR-1. Pastāv uz-

skats, ka galaktikas M 87 neparastās īpašības izskaidrojamas ar tās izcilo vietu galaktiku kopā — tā atrodas netālu no kopas centra.

Pēc dažām pazīmēm spriežot, Jaunavas zvaigznāja galaktiku kopa ir vēl lielākas galaktiku sistēmas centrālā daļa. Tajā ietilpst vairākas atsevišķas galaktikas, galaktiku grupas un kopas, kā arī Vietējā grupa — neliels galaktiku sakopojums, kura izcilākie pārstāvji ir mūsu Galaktika un Andromedas miglājs ar saviem pavadoņiem. Pavisam šajā supersistēmā, ko pēc H. Šeplija terminoloģijas dažreiz sauc arī par Vietējo supergalaktiku, ir ap 10 tūkstoši galaktiku. Tās ekvatoriālais diametrs ir 100 miljoni gaismas gadu, bet tam perpendikulārais — 20 miljoni gaismas gadu. Vietējā grupa atrodas netālu no sistēmas ārējās robežas tās simetrijas plaknes tuvumā. Tās rotācijas ātrums ap supergalaktikas centru ir 500 km/s, bet periods — ap 200 miljardi gadu. Vietējai supergalaktikai ir arī kaimiņi: supergalaktika Lauvas zvaigznājā 87 Mps attālumā un supergalaktika Herkulesa zvaigznājā 100 Mps attālumā (1 Mps=1 miljons ps).

Jāatzīmē, ka par supergalaktiku pastāvēšanu zinātnieku domās dalās. Piemēram, pēc amerikāņu astronoma F. Cvikija un viņa līdzstrādnieku domām, galaktiku kopu sadalījums telpā ir samērā vienmērīgs, vismaz viena miljarda parseku robežās, un tās nekādas supersistēmas neveido.

Pēc igauņu astronomu datiem, mums pieejamā Visuma daļā galaktiku kopas un atsevišķas galaktikas veido šūnas 40—50 Mps diametrā. Šūnu centrālajā daļā galaktiku praktiski nav. Lielākos mērogos Visums ir homogēns.

Jaunavas zvaigznājā atrodas mums tuvākais kvazārs 3C 273. Nelielā teleskopā, kura objektīva diametrs ir 10—15 cm, tas ir saskatāms kā 13. lieluma zilgans zvaigznei līdzīgs objekts, kas ļoti intensīvi izstaro ultravioletajā un jo sevišķi infrasarkanajā daļā. Sarkanā novirze kvazāra spektrā rāda, ka tā attālums no Saules ir 3 miljardi gaismas gadu.

Fotogrāfijās, kas iegūtas ar 5 m teleskopu un ilgstošu ekspozīciju, blakus kvazāram redzams iegarens miglains plankumiņš. Tas acimredzot ir izvirdums no zvaigžņveida objekta. Izvirduma strūkļas garums ir ap 300 tūkstoši gaismas gadu. Izvirdums noticis pirms 100 000—1 000 000 gadiem.

Kvazārs ļoti intensīvi izstaro arī radioviļņu diapazonā, turklāt radiostarojums nāk no diviem avotiem. Lielākais no tiem (A) aptuveni sakrīt ar izvirduma strūkļu, bet mazākais (B) — ar pašu kvazāru. Gan optiskais, gan radiostarojums ir mainīgi. Optiskā starojuma izmaiņas ātrums rāda, ka kvazāra izmēri nepārsniedz 1 gaismas gadu. Tā masa ir vienāda vairākiem desmitiem miljardiem Saules masu. Ir pamats domāt, ka šis neparastais debess objekts ir milzīgas eliptiskas galaktikas ļoti aktīvs kodols.

## PLANĒTAS

*Merkurs* nav redzams.

*Venēra* redzama marta beigās un aprīļa sākumā no rītiem Ūdensvīra zvaigznājā ļoti īsu laiku.

*Mars*s novērojams tikai jūnijā no rītiem īsi pirms Saules lēkta. Līdz 16. jūnijam atrodas Auna, bet vēlāk — Vērša zvaigznājā. Tā redzamais spožums ir 1,5.

*Jupiters* pavasara sākumā redzams nakts pirmajā pusē, bet pavasara beigās vakaros Veža zvaigznājā. Tā redzamais spožums izmainās no  $-2,0$  līdz  $-1,4$ .

*Saturns* aprīlī novērojams gandrīz visu nakti, bet pavasara beigās — tikai vakaros Lauvas zvaigznājā. Tā spožums izmainās no  $0,7$  līdz  $1,0$ .

*Urāns* visu pavasari atrodas Svaru zvaigznājā. 10. maijā tas nonāk opozīcijā un ap šo laiku redzams visu nakti kā 6. lieluma spīdekli. Gaišo nakšu dēļ to grūti saskatīt.

## MĒNESS

*Mēness fāzes pavasarī:*

☾ (pēdējais ceturksnis)

21. martā	pl. 14 <sup>st</sup> 23 <sup>m</sup>
19. aprīlī	„ 21 31
19. maijā	„ 2 58
17. jūnijā	„ 8 02

☽ (jauns Mēness)

28. martā	pl. 6 <sup>st</sup> 00 <sup>m</sup>
26. aprīlī	„ 16 16
26. maijā	„ 03 01
24. jūnijā	„ 14 59

☾ (pirmais ceturksnis)

4. aprīlī	pl. 12 <sup>st</sup> 58 <sup>m</sup>
4. maijā	„ 07 26
3. jūnijā	„ 01 38
2. jūlijā	„ 18 24

☽ (pilns Mēness)

12. aprīlī	pl. 16 <sup>st</sup> 16 <sup>m</sup>
12. maijā	„ 05 02
10. jūnijā	„ 14 56
9. jūlijā	„ 23 00



ЗВЕЗДНОЕ НЕБО.  
ВЕСНА 1979 ГОДА

Издательство «Зинатне».  
Рига 1979. На латышском языке

ZVAIGZNOTĀ DEBESS,  
1979. GADA PAVASARIS

Redaktore *I. Jansone*.  
Mākslinieciskais redaktors *V. Zīrdziņš*.  
Tehniskā redaktore *I. Štokmane*.  
Korektore *A. Āva*.

ИБ № 519

Nodota salikšanai 13. 12. 78. Parakstīta  
iespiešanai 23. 03. 79. JT 06037. Formāts  
70×90/16. Tipogr. papīrs № 1. Latīņu gar-  
nitūra. Augstspiedes tehnika. 5,00 fiz.  
iespiedl.; 5,85 uzsk. iespiedl.; 6,47 izdevn. l.  
Mētiens 2000 eks. Pasūt. Nr. 3770. Maksā  
10 k. Izdevniecība «Zinātne», 226018 Rīgā,  
Turgeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR  
Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grā-  
matu tirdzniecības lietu komitejas Apvieno-  
tajā veidlapu uzņēmumā, 226050 Rīgā, Gor-  
kija ielā 6.

LU bibliotēka



220062564

