

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

1998/99
ZIEMA

- 
- * Kāpēc MIRGO ZVAIGZNES, bet PLANĒTAS – ne?
 - * LIELĀKO DAĻU VISUMA CELTNES AIZŅEM TUKŠUMI
 - * Ko ASTROLOĢIJA ir DEVUSI CILVĒCEI?
 - * 31. JANVĀRĪ LATVIJĀ būs REDZĀMS PUSĒNAS MĒNESS APTUMSUMS



Ar Habla kosmisko teleskopu uzņemtais galaktikas NGC 4261 attēls, kas iegūts ar lādiņsaites (CCD) matricu kā gaismas uztvērēju. Attēls ir palielināts, tādēļ redzams atsevišķo matricas elementu, tā saukto pikseļu veidotais rastrs. NGC 4261 ir viena no spožākajām eliptiskajām galaktikām Jaunavas zvaigznājā. Tā pazistama arī kā radiogalaktika, jo izstaro intensīvu radioviļņu plūsmu. Attēlā saskatāms iespaidīgs - ap 800 gaismas gadu diametrā - starpzvaigžņu putekļu veidots tors, kas aptver galaktikas kodolu, kurā, domājams, atrodas melnais caurums. Šis attēls ir pirmā iegūtā aculiecība, ka astrofizikāli izveidotie priekšstati (*skat. krāsu ielikuma 2.lpp.*) par galaktiku kodolu aktivitātes cēloņiem ir saskanīgi ar tiešu novērojumu datiem.

Sk. A.Balklava rakstu "Melnie caurumi vai Q-zvaigznes?"

Vāku 1. lpp.:

Spirālveida galaktikas NGC 1232 attēls, kurš iegūts 1998.gada 23.septembrī ar Eiropas Dienvidu observatorijas jauno 8 m diametra teleskopu - pirmo no četriem teleskopiem, kas veidos VLT teleskopu sistēmu.

Sk. I.Vilka rakstu "Eiropas dimensija astronomijas izglītībā"

Vāku 3. lpp.:

Astronomijas interesentiem Zviedrijā ir iespējams iepazīties ar zvaigznājiem arī, saliekot krāsainu zvaigznāju mozaiku jeb puzzle.

Sk. I.Vilka rakstu "Eiropas dimensija astronomijas izglītībā"

Vāku 4. lpp.:

Saules "gaismas rotaļas" ūdens baseina dibenā. "Gaismas rotaļa" Saules apgaismotā baseina dibenā ir līdzīga tam, kas rodas atmosfērā un kas izraisa zvaigžņu mirgošanu. Neregulārā ūdens virsma izveido daudz mazu lēcņu, kas dažviet savāc, dažviet izkliedē Saules gaismu pa baseina dibenu, veidojot raksturīgu musturi. *D.Draviņa foto*

Sk. D.Draviņa rakstu "Kāpēc mirgo zvaigznes?"

ZVAIŽŅNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

1998./99. GADA ZIEMA (162)



Redakcijas kolēģija:

A. Alksnis, A. Andžāns (atbild.
red. vietn.), A. Balklavs (atbild.
redaktors), M. Gills, R. Kūlis,
I. Pundure (atbild. sekretāre),
T. Romanovskis, L. Roze,
I. Vilks

Tālrunis 7223149

E-pasts: astr@latnet.lv

<http://www.astr.lu.lv/zvd>



"Mācību grāmata"
Rīga, 1998

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžņnotajā debesī" "Zemes rotācija"	2
Zinātnes ritums Magelāna Mākoņi tuvplānā (<i>nobeigums</i>). <i>Zenta Alksne</i>	3
Kāpēc mirgo zvaigznes? <i>Dainis Draviņš</i>	15
Jaunumi Neparasta zvaigžņu kopa Galaktikas centrā. <i>Uldis Dzērvītis</i>	24
Melnie caurumi vai Q-zvaigznes? <i>Arturs Balklavs</i>	25
Vēlreiz par Visuma tukšumaino celtni. <i>Zenta Alksne, Andrejs Alksnis</i>	30
Kosmosa pētniecība un apgūšana DS1 eksperimentālais kosmiskais aparāts. <i>Jānis Jaunbergs</i>	34
Orbitālas observatorijas rītdien (<i>nobeigums</i>). <i>Ilgonis Vilks</i>	37
Zinātnieki apspriežas IAU simpoziji Nr. 191 "Asimptotiskā milžu zara zvaigznes". <i>Laimons Začs</i>	42
Zinātnieks un viņa darbs Martins Švarcšilds: 31.V 1912.–10.IV 1997. <i>Uldis Dzērvītis</i>	46
Latvijas zinātnieki Zinātnei veltīts mūžs. <i>Ivars Šmēlds</i>	50
Skolā Kosmiskais zvērudārzs. <i>Ilgonis Vilks</i>	53
Eiropas dimensija astronomijas izglītībā. <i>Ilgonis Vilks</i>	60
Vai pestīšana var sekmēt pedagoģiju? <i>Arturs Balklavs</i>	64
Amatieriem IRIDIUM pavadoņi. <i>Jānis Simanovičs</i>	69
Atskatoties pagātnē Aleksandrs Mičulis – astronoms, gastronoms, disidents. <i>Andris Vējāns, Andrejs Alksnis, Leonids Roze, Lilija Kondraševa, Leonora Roze</i>	73
Hronika Tiekas Latvijas nevalstiskās organizācijas. <i>Jānis Kauliņš</i>	82
Ierosina lasītājs "Visi raksti ir pilnībā izlasīti.." (Lasītāju aptaujas-97 apkopojums). <i>Irena Pundure</i>	84
Zvaigžņnotā debess 1998./99. gada ziemā <i>Jūris Kauliņš</i>	87

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

ZEMES ROTĀCIJA

SATURA RĀDĪTAJS	
Starptautiskās astronomu savienības Ģenerālā Asambleja Maskavā — <i>J. Ikuņicks</i>	1
SAS prezidenta A. Dantona apsvēkuma runa, X Ģenerālo Asambleju atklājoš	4
Kas ir kosmoloģija? — <i>J. Ikuņicks</i>	10
SAS X Ģenerālās Asamblejas diskusijas	
Zemes rotācija — <i>L. un L. Roze</i>	15
Kometu izceļšanās — <i>D. Kondratjevs</i>	17
Uzliesmojumi uz Saules un korpaskulu plūsmas <i>N. Cimachoviča</i>	20
Astronomiskie novērojumi no pavadojiena, raķešu un baloniem — <i>Z. Alkane</i>	22
Celestu absolūtē spožums — <i>A. Alkanis</i>	24
Kīmisko elementu veidošanās zvaigznēs — <i>N. Cimachoviča</i>	27
Observatorijas un astronomi	
Krimas Astrofizikas observatorija — <i>V. Pelpeiko</i>	28
X. Ours — SAS prezidents — <i>A. Alkanis</i>	32
No astronomijas vēstures	
Izcilais padomju astronoms — tīdzinieks F. Candera — <i>A. Baikiāns</i>	33
Pirmā astronomijas mācības grāmata latviešu valodā — <i>I. Rūdolfs</i>	44
Kas bija Hellēnes zvaigznēs? — <i>J. Mičulis</i>	48
Jaunas grāmatas	
«Pazīti zvaigžņoto debesī» — <i>L. Roze</i>	50
«Zvaigžņotais Visums» — <i>N. Cimachoviča</i>	50
Hronika	
Zinātņu akadēmijas Astrofizikas observatorijas celtniecība — <i>L. Reizis</i>	52
Astronomiskās parādības 1988./1989. g. ziemā — <i>M. Dirājis</i>	55

Mūsu dienās laika mērīšana nav domājama bez moderniem precīziem pulksteņiem, tomēr laika vienības pamats joprojām ir laika sprādis, kurā Zeme vienu reizi apgriežas ap savu asi.

Tā Zemes rotācija dod mums laika vienību – diennakti – un nosaka ģeogrāfisko koordinātu tīkla stāvokli. Šīs sistēmas ir ļoti ērtas un noderīgas, pieņemot, ka Zeme rotē ap savu asi ar pilnīgi vienmērīgu ātrumu un rotācijas ass nemaina savu stāvokli attiecībā pret Zemi. Īstenībā mainās gan rotācijas ātrums, gan rotācijas ass stāvoklis.

Jau priekš pāris gadu simtiem zinātnieki izteica domas, ka pašu un bēguma ietekmē Zemes rotācijas ātrumam vienmērīgi nedaudz jāsamazinās. Pēdējā laikā ar precīzu astronomisku novērojumu palīdzību izdevies konstatēt, ka Zemes rotācijas ātruma maiņas nav vienmērīgas, kā to bija paredzējusi agrākā teorija, bet gan neregulāras, lēcienveidīgas.

Tādas krāsas Zemes rotācijas ātruma izmaiņas novērotas 1897. un 1918. gadā. Šo izmaiņu dēļ diennakts garums 1898. gadā palielinājies gandrīz par 0,005 sek. Mums nav skaidri zināms, kas liec izmainīties rotācijas ātrumam. Tomēr domājams, ka

nevarēja būt citi cēloņi, kā masas pārvietošanās Zemes lodes dzīlēs.

Periodiskas rotācijas ātruma izmaiņas visticamāk patlaban var izskaidrot ar atmosfēras cirkulācijas ietekmi. Zemes rotācijas atkarību no gaisa masu kustības Starptautiskā ģeofiziskā gada laikā pēti arī Pētera Stučkas Latvijas Valsts universitātes Laika dienests.

Jauna nav arī problēma par Zemes polu, t.i., Zemes rotācijas ass, pārvietošanos attiecībā pret pašu Zemi. Jau Ņūtons paredzēja šādu polu svārstīšanās iespēju. Pieņemot, ka Zeme ir ciets ķermenis, matemātiķis L. Eilers pat aprēķināja, ka polam jāpārvietojas pa riņķi un pilns apgriezies jānoslēdz 10 mēnešos. Šo polu kustības aprakstāmā riņķa lielumu, t.i., svārstību amplitūdu, teorētiski nebija iespējams aprēķināt.

Paģājušā gadsimtā, kad instrumentālā astronomija bija jau ievērojami attīstījusies, jautājums par pola svārstībām kļuva aktuāls. Vairākas observatorijas, pēc astronomiskiem novērojumiem sistēmātiski nosakot savu ģeogrāfisko platumu, konstatēja, ka tas mainās, t.i., mainās novērošanas vietas attālums līdz Zemes polam un ekvatoram.

Gadsimtu maiņā tika izveidots Starptautiskais platuma dienests, kurā ietilpa vairākas nelielas observatorijas dažādos kontinentos, kas pēc vienotas programmas turpināja pētījumus par Zemes polu pārvietošanos. Konstatēts, ka pols svārstoties neiziet ārā no kvadrāta, kura mala ir 26 m.

Amerikāņu astronoms Čandlers konstatēja, ka katrā vietā ģeogrāfiskais platumš patiešām mainās periodiski, tikai Eilera paredzēto 10 mēnešu vietā šai maiņai ir 14 mēnešu periods. Amerikāņu zinātnieks S. Ņūkombs pierādīja, ka šīs atšķirības cēlonis ir tas, ka Zeme nav absolūti ciets ķermenis, kā to bija pieņēmis Eilers savos aprēķinos. Tātad no polu svārstībām var izdarīt secinājumus par Zemes uzbūvi.

(Saisināti pēc L. un L. Rozes raksta)

ZENTA ALKSNE

MAGELĀNA MĀKOŅI TUVPLĀNĀ

(nobeigums)

Magelāna Mākoņu (MM) apskata pirmā daļa (*ZvD, 1998. g. rudens, 5.–12. lpp.*) bija veltīta Lielā Magelāna Mākoņa (LMM) un Mazā Magelāna Mākoņa (MMM) attālumam no Galaktikas, to ārējam veidolam, kā arī LMM, MMM un Galaktikas savstarpējai iedarbibai. Pirmās daļas nobeigumā spriedām par MM attīstību laikā un telpā. Tagad apskatīsim MM zvaigžņu jauno paaudzi (līdz 0,1 mljrd. gadu), vidējo paaudzi (no 0,1 līdz 10 mljrd. gadu) un veco paaudzi (vairāk par 10 mljrd. gadu). Citiem vārdiem sakot, šoreiz iepazīsimies ar MM iekšējo pildījumu.

Jauno zvaigžņu ligzdas. Gar MM centrālo plakni stiepjas plašs un bagātīgs neitrālā ūdeņraža (HI) un molekulārās gāzes slānis. Šis slānis nav viendabīgs veidojums. Tas sastāv no daudziem atsevišķiem sabiezīnājumiem jeb mākoņiem, kuru izmēri, attālums no centrālās plaknes un kustības ātrums ir atšķirīgi. Tieši vielas sabiezīnājumi ir jaunu zvaigžņu tapšanas vietas. Jaunas zvaigznes parasti rodas grupās, it kā sava veida ligzdās, kuras astronomi dēvē par zvaigžņu kopām un asociācijām.

Kopu diametri ir tikai daži parseki (pc). Kopu atrašanās vietas lieliski iezīmē masīvas, karstas, jaunas, zilgani baltas zvaigznes, kas pieder pie Hercšprunga–Rasela (H–R) diagrammas galvenās secības agrajām O spektra apakšklasēm. Lielās starjaudas dēļ tās spīd ļoti spoži, un ir labi redzamas. Tūlīt pēc tapšanas šīs masīvās zvaigznes ļoti strauji attīstās, bet attīstības ceļš ir atkarīgs no zvaigznes masas. Tās O klases zvaigznes, kuru masa ir ap 60–

80 Saules masu, kļūst par Volfa–Raijē (WR) zvaigznēm. Bet 20–40 Saules masu O klases zvaigznes uz laiku pārtop par aukstiem, sarkanīgiem pārmilžiem, lai pēc tam atgrieztos H–R diagrammas karsto zvaigžņu apgabalā kā zilie pārmilži. Savu dzīvi tie beidz, uzliesmojot kā supernovas. Pēc tā, vai kopā ir redzamas tikai H–R diagrammas galvenās secības karstās O un B spektra klases zvaigznes, vai tur parādījušies jau sarkanie un zilie pārmilži, var spriest par kopas vecumu, kas parasti lešams dažos miljonos gadu. (*Par H–R diagrammu, zvaigžņu tapšanu un to turpmāko attīstību sk. I. Vilks "Zvaigznes piedzimst un dzīvo" – ZvD, 1998. g. pavasaris, 63.–70. lpp. un "Zvaigznes pensijas vecumā" – ZvD, 1998. g. vasara, 69.–74. lpp.*)

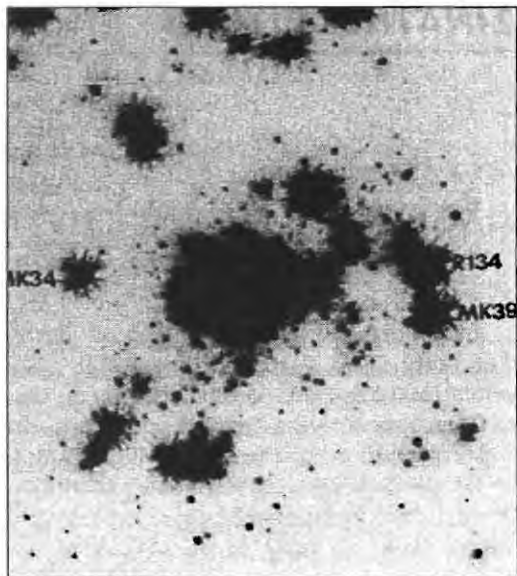
Jaunas zvaigznes bieži top arī lielākos grupējumos – asociācijās. Daļa kopu ietilpst asociācijās. Uz lauka zvaigžņu fona asociācijas izdalās kā zvaigžņu sadalījuma paaugstināta blīvuma vietas. LMM atrastas vairāk nekā 100 asociācijas ar diametru 20 – 30 pc un vairākiem simtiem locekļu, bet MMM – tikai kādas 50 asociācijas. Asociācijām nav vairāk par 30 miljoniem gadu, jo laika gaitā tās izkļūst – savstarpējie pievilksanas spēki nespēj tajās ietilpstošās zvaigznes saturēt kopā. Īpatnēji, ka MMM šķērsi atrodas ap 50% šīs galaktikas asociāciju, bet LMM šķērsi – tikai ap 10%. Tas liecina, ka zvaigžņu tapšanas process šīs galaktikās ir atšķirīgs. Aterēsīsimies, ka šķērsi ir šo galaktiku blīvāk apdzīvotie un labāk saskatāmie apgabali katra MM centra tuvumā.

Pie vairuma kopu un asociāciju ir novē-

rojami jonizētā ūdeņraža (HII) apgabali, kas izpaužas kā gaiši, mirdzoši emisijas miglāji. Ūdeņradi jonizē jauno karsto zvaigžņu intensīvais ultravioletais starojums, kuru absorbējot, gāzes mākonis sakarst. Kad elektroni jonizētajos ūdeņraža atomos rekombinē uz augstākiem līmeņiem un tad pāriet uz otro zemāko līmeni, rodas redzamais starojums Balmera sērijas līnijās. Spēcīgākais starojums ir H_{α} līnijā un tieši šis apstāklis piešķir HII apgabaliem sārto krāsu, kuru var vērot MM attēlos šī un iepriekšējā ZvD laidiena krāsu ielīmēs. Jonizētā ūdeņraža miglāji iezīmē zvaigžņu tapšanas ligzdas vēl spilgtāk un uzskatāmāk par pašām jaunajām zvaigznēm. Pastāv izteikta sakarība starp zvaigžņu tapšanas ligzdu vecumu un HII apgabalu klātbūtni. Visjaunākās ligzdas vēl pilnībā ir gremdētas miglājos, ap vecākām plešas miglāju apvalki, bet no visvecākajām miglāju gāze jau var būt aizplūdis pavisam prom.

Miglāji izpaužas kā dažāda izmēra burbuļi ap jauno zvaigžņu grupām, kā mezgli ap vientuļām jaunām zvaigznēm, kā šķiedras un arkas tajās vietās, kur saduras jonizētā un neitrālā gāze. Ap plašām un bagātām zvaigžņu intensīvas tapšanas ligzdām dažādas formas miglāji veido sarežģītus kopleksus, kas projekcijā uz aizmugures fona izskatās kā vairāk vai mazāk slēgti mirdzošu emisijas miglāju gredzeni. Iepazīsimies tuvāk ar LMM pāris varenākajām un krāšņākajām zvaigžņu tapšanas ligzdām.

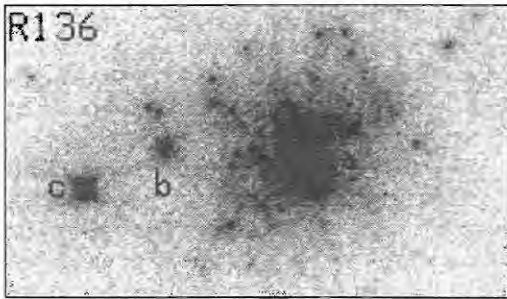
Tarantula miglājs – jaunākā un zvaigznēm bagātākā zvaigžņu tapšanas ligzda. Tarantula miglājs jeb Zelta Zivs 30 miglājs, kā to astronomi dēvē, ir pats apjomīgākais, krāšņākais, iespaidīgākais emisijas miglājs LMM un ne tikai tur. Otra tik varena jonizētā ūdeņraža apgabala nav ne mūsu Galaktikā, ne kādā citā Lokālās sistēmas galaktikā. Pat aplūkojot LMM no Zemes bez kādiem palīdzēkļiem, Tarantula miglāju var pamanīt kā zaigojošu plankumu, kā sava veida spožu "aci" blāvajā mākoņa veidolā. Tarantula miglāja attēls, kas iegūts ar lieliem teleskopiem,



1.att. R136 kā milzīga vientuļa zvaigzne (objekts attēla centra). Redzama arī zvaigzne R134 un dažas zvaigznes no Dž. Melnika saraksta. Attēla mala ap 31" gara.

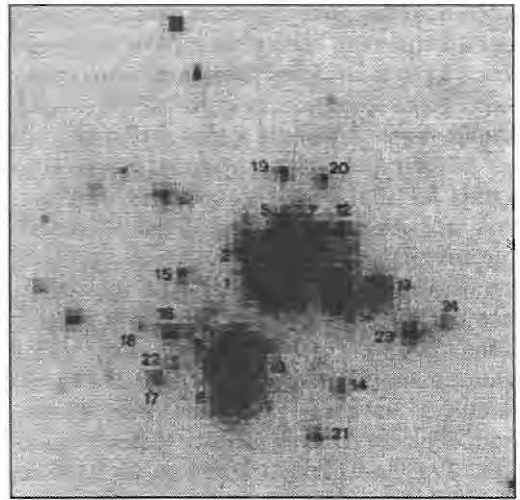
atstāj apburošu iespaidu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*). Sārtās un spilgtās jonizētā ūdeņraža šķiedras izlokās tālu uz visām pusēm no balti liesmojošā centra. Tarantula miglāja leņķiskais diametrs ir 30' un līdzinās pilna Mēness diametram, bet lineārais diametrs ir 450 pc.

Tarantula miglāja pašā vidusdaļā, kuras diametrs ir 3' jeb 45 pc, atrodas jaunu zvaigžņu asociācija, kurā ietilpst vairākas zvaigžņu kopas. Tā ir varena jaunu zvaigžņu tapšanas ligzda, kas ietver simtiem tikko tapšu un topošu zvaigžņu. Pašā asociācijas sirdī atrodas īpašas ievēribas cienīga kopa. Tās apzīmējums ir R136. Izdarot LMM uzņēmumus ar nelielu izšķirtspēju, attiecīgā vietā redzama it kā milzīga, vientuļa zvaigzne (1.att.), kurai savā laikā Dienvidāfrikas Radklifa observatorijā sastādītajā LMM zvaigžņu sarakstā dots apzīmējums R136. 80. gadu sākumā noskaidrojās, ka R136 īstenībā ietilpst trīs komponentes a, b un c, turklāt a komponente šķīta sevišķi star-



2. att. R136 redzamas trīs komponentes a,b un c. Masīvākā komponente R136a izskatās garena. Attēla apakšējā mala ap 6" gara.

jaudīga un ārkārtīgi masīva. Tika lēsts, ka tās masa varētu būt no 1000 līdz 2000 Saules masām, kas no teorētiskā viedokļa likās neizskaidrojami un nepieņemami. Drīz vien zinātnieku uzmanību pievērsa R136a komponentes attēla iegarenumam (2.att.) un 1985.gadā ar interferometra palīdzību tie atklāja astoņu atsevišķu zvaigžņuveida komponentu klātbūtni šajā objektā. (sk. Z.Alksne, "Nevis supermasīva zvaigzne, bet gan blīva zvaigžņu grupa", – *ZvD 1987g. vasara, 20.–21. lpp.*). Tā mīts par anomāli masīvas zvaigznes pastāvēšanu tika izklidināts. 1992.gadā, izdarot uzņēmumus ar Habla kosmiskā teleskopa planētu kameru, liela grupa ASV astronomu ar B.Kempbelu priekšgalā noskaidroja, ka dažas no minētajām astoņām komponentēm ir dubultzvaigznes, un kopumā objekts R136a sastāv vismaz no 12 atsevišķām zvaigznēm (3. att.). Turpat apkārt kļuva redzamas vēl citas zvaigznes. Tātad spožais objekts R136a pats par sevi ir viena ārkārtīgi kompakta un blīva kopa. Tur apjomā ar diametru tikai 1,5" jeb 0,38 pc ietilpst ap 20 zvaigžņu, turklāt tās visas ir pavisam jaunas, masīvas un ļoti starjaudīgas galvenās secības agras O klases zvaigznes, kā arī WR zvaigznes un zilo pārmilžu zvaigznes. Kā piemēru raksturosim tuvāk kaut vienu no kopas R136a zvaigznēm. Zvaigznes R136a5 virsmas temperatūra ir 42500 K, starjauda līdzinās 800 tūkstošiem Saules starjaudu, masa – 50 Saules masām, radiuss – 16 Saules



3. att. Patiesībā R136a laukumā ar diametru 1,5" ietver vismaz 12 atsevišķas komponentes. Apkārt redzamas vēl citas zvaigznes. R136a ir ļoti cieša zvaigžņu kopa. Attēla mala vienlīdzīga 2,8".

rādiusiem. Zvaigzne ik gadu zaudē masu, kas vienlīdzīga 0,000018 Saules masām; tas ir neparasti daudz un liecina par strauju attīstību. Sakopojumu, kur telpā ar diametru tikai 1,2 ly (gaismas gadi) pastāv pāris desmitu milzīgu, intensīvi liesmojošu zvaigžņu, grūti iedomāties pat profesionālam astronomam, kurš iepazinis Saulei tuvāko Galaktikas apvidu. Tikai tāpēc mēs varam pastāvēt, ka mūsu Saules tiešā tuvumā nav tādu zvaigžņu, kādas ietilpst kopā R136a. Tā kā Saulei vistuvākā zvaigzne atrodas 4,3 ly attālumā, un tā pati ir vāji spīdošs auksts punduris, tad jāatzīst, ka dzīvojam mums labvēlīgā izolācijā.

Tomēr īpaši blīvā kopa R136a ir tikai daļa no kopas R136, kur apjomā ar diametru ap 8" jeb 2 pc pastāv vairāk nekā 200 zvaigžņu. To masa pārsvarā varētu būt no 10 līdz 40 Saules masām. Tātad kopas R136 izcila īpašība nav vis atsevišķu zvaigžņu neparasti liela masa, bet gan tik varena masīvu, starjaudīgu zvaigžņu koncentrācija, kāda reti kur sastopama. Pēc visiem raksturlielumiem kopa R136 tuvojas tā sauktajām superstarjaudīgajām

kopām, kādas sastopamas arī citās galaktikās, bet ārkārtīgi reti. Zvaigžņu tapšanas process kopā R136 ir aizsācies tikai pirms pāris miljoniem gadu. Iespējams, ka kopa R136 ir sākumstadija jaunas lodveida kopas tapšanā.

ASV un Austrālijas astronomu grupa, kuru vadīja A. Hailands, pārliecinājusies, ka zvaigžņu tapšana kopas R136 apkārtnē vēl arvien turpinās. Divu loka minūšu rādiusā ap kopas centru viņi atraduši topošas, tikai infrasarkanos staros saskatāmas zvaigznes. Šīs infrasarkanās protozvaigznes vēl nav sasniegušas vienu miljonu gadu vecumu. Tās ir 15 – 20 Saules masu lielas zvaigznes, kuru karstie kodoli ir slēpti vēl neizkildušos putekļu apvalkos. Zvaigznes galvenokārt top no R136 uz rietumiem un ziemeļiem, kur atrodas starpzvaigžņu vielas blīvākie apgabali. Turpat saskatītas divas jau redzamas, bet sevišķi agru O spektra klašu zvaigznes.

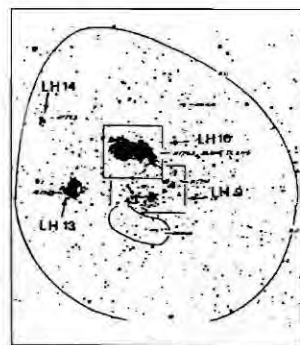
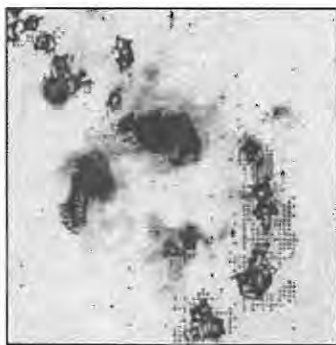
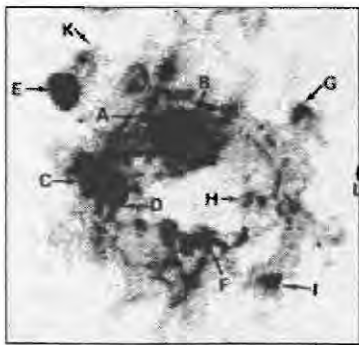
Kā radās šis aktīvās zvaigžņu tapšanas centrs, un kas veicina arvien jaunu zvaigžņu rašanos tajā? Attiecīgajā LMM apgabalā ir novērojams pēc izmēriem grandiozs gāzes mākonis. Tā sastāvā ietilpst neitrālais ūdeņradis, dažādi molekulārie savienojumi, it sevišķi oglekļa oksīds CO, kā arī putekļu piemaisījums. Kā noskaidrojām apskata pirmajā daļā, lielā masas koncentrācija varēja rasties pirms kādiem 200 miljoniem gadu, kad Galaktikas un abu Magelāna Mākoņu ķermeņi atradās tuvu cits citam un savstarpēji iedarbojās. Vareņajā gāzes mākonī pastāv vielas blīvuma lokālas fluktuācijas. Zvaigžņu tapšana varēja sākties tikai tad un tajā mākoņa daļā, kad un kur blīvums sasniedza vajadzīgo pakāpi. Samērā nesen tāda vieta radusies vienā no gāzes mākoņa galiem, kas atrodas 200 – 400 pc virs LMM centrālās plaknes. Tur sākušas tapt daudzas masīvas, karstas zvaigznes, tās strauji attīstījušās, un līdz ar to sākusies aktīva vielas noplūde no tām, t.i., sācis pūst spēcīgs zvaigžņu vējš. Tas izdzina uz visām pusēm pārpalikušo mākoņa vielu, kuru karsto zvaigžņu ultravioletais starojums ir jonizējis. Jonizētā ūdeņraža fronte "ēdās" iekšā apkārtējā neitrālā

ūdeņradī. Jonizētā un neitrālā ūdeņraža saskaršanās zonā izveidojās krāšņs šķiedrveida arkas. Tā radās iespaidīgais jonizētā ūdeņraža miglājs, kuru daudzo "kāju" dēļ nosauca par Tarantula miglāju.

Sākotnējā gāzes mākoņa vielu no zvaigžņu tapšanas ligzdas izdzinā, triec projām ne tikai zvaigžņu vējš. Vēl daudz lielāka ietekme uz starpzvaigžņu vidi ir supernovu sprādzieniem (sk. A. Alksnis, Z. Alksne "Supernovas astronomu tīklos" – *ZvD 1998. g. vasara, 15. – 20. lpp.*; I. Vilks "Zvaigžņu dramatiskā bojāeja" – *ZvD 1998. g. rudens, 47. – 54. lpp.*). Masīvās zvaigznes miglāja centrālajā zvaigžņu asociācijā attīstās tik strauji, ka ne viena vien no tām jau ir beigusis dzīvi, ņemot galu kā supernova. Tam apliecinājums ir supernovas uzliesmojums 1987. gadā tiešā Tarantula miglāja tuvumā (sk. vēlreiz krāsu ielikumā 1. lpp.). Tarantula miglāja apvidū ir atrastas arī četras agrāk uzliesmojušu supernovu paliekas. Supernovu sprādzienus radītie viņi pārbīda lielas gāzes masas, dzen tās prom no Tarantula miglāja centrālās daļas. Konstatēts, ka jonizētais ūdeņradis traucas prom uz visām pusēm ar ātrumu 25 km/s, bet CO molekulu mākoņi virzās ar ātrumu 17 km/s un mūsdienās novērojami līdz pat 250 pc attālumam no miglāja centra.

Gāzes masām pārvietojoties no centra uz malām, vietām sastrēgst pietiekami blīvi vielas kamoli un mezgli, lai tur taptu atkal jaunas zvaigznes. Šo procesu sauc par zvaigžņu pašierosmes tapšanu, un tas secīgi izplatās no zvaigžņu tapšanas pirmatnējā kodola ligzdas centrā uz tās arvien tālākām nomalēm.

Emisijas miglājs N11 – Tarantula miglāja nākotnes tēls. Zvaigžņu tapšanas pašierosmes secīgais process vēl labāk ir novērojams LMM miglājā N11 (apzīmējums N no angļu *nebula* – miglājs). Emisijas miglājs N11 ir otrais lielākais jonizētā ūdeņraža HII apgabals LMM un atrodas šīs galaktikas ziemeļrietumu daļā. Tātad Tarantula miglājs un miglājs N11 atrodas LMM pretējās malās un it kā līdzsvaro LMM ķermeņi. Miglāja N11 lineārie



4. att. LMM emisijas miglājs N11 uzņemts H_{α} staros (negatīvs). Ar burtiem apzīmēti atsevišķi jonizētā ūdeņraža burbuļi un mezgli. Burts L norāda senas supernovas paliekas atrašanās vietu.

5. att. Oglekļa oksīda CO molekulu mākoņu sadalījums miglāja N11 apgabalā. Savietots ar miglāja attēlu H_{α} staros.

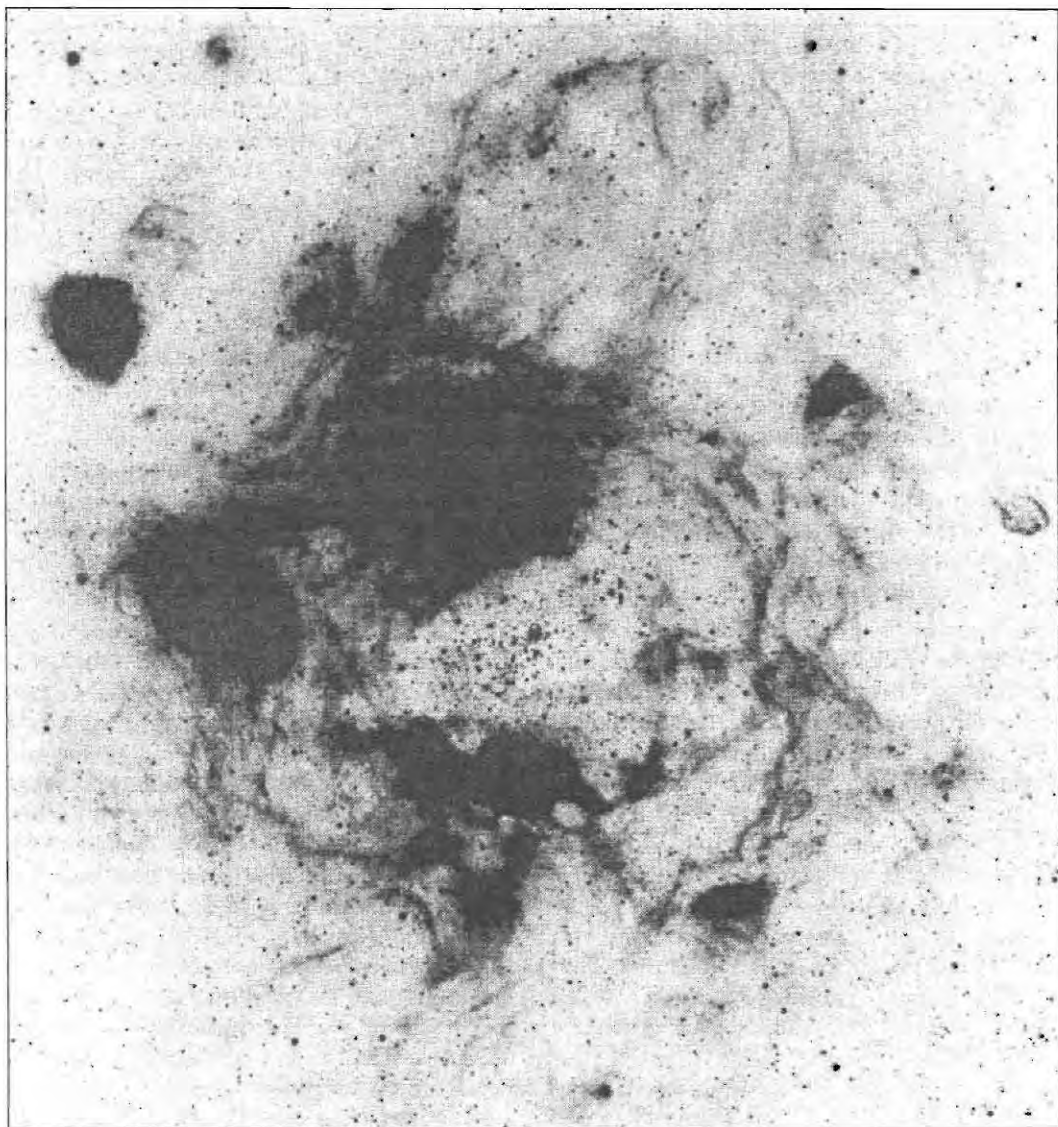
6. att. Asociāciju LH9, LH10, LH13 un LH14 izvietojuma karte miglājā N11. Karte sastādīta pēc attēla vizuālos V staros. Apzīmējums LH – saīsinājums no asociāciju katalogizētāju uzvārdiem.

izmēri ir 410x340 pc un tas aplūkojams 4. att. N11 ārējais veidols jūtami atšķiras no Tarantula apaļīgā plūksnainā veidola. Miglāja N11 ovālo formu iezīmē daudzi atsevišķi lielāki un mazāki burbuļveida miglāji, kas 4. attēlā apzīmēti ar lielajiem burtiem. B un C miglāji ir paši iespaidīgākie, kamēr F un I – paši sīkākie un vājākie. Lielāko emisijas miglāju atrašanās vietās vērojami arī CO mākoņi (5. att.). Starp N11 uzbūves elementiem pastāv tukšumi, no kuriem lielākais redzams visa veidojuma centrā. Centrālajā tukšumā, kura izmēri ir 80x60 pc, atrodas asociācija LH9, tai blakus – LH10, bet tālāk miglāja nomalē – LH13 un LH14 (6. att.).

Par miglāja N11 un tajā ietilpstošo asociāciju detalizētu izpēti 1996.g. ziņoja Francijas, Meksikas un Argentīnas astronomu grupa ar M.Rosando priekšgalā. Viņi secināja, ka pašā centrā esošā asociācija LH9 ir zvaigznēm bagātākā, lielākā un, galvenais, visvecākā. Tās vecums varētu būt jau kādli pieci miljoni gadu. Vairāk uz malu novirzītā asociācija LH10 turpreti ir visjaunākā no visām, jo zvaigžņu tapšana tajā turpinās. Tā slēpjas zvaigžņu vēja vēl neizdzēstā B miglājā, un ap to saglabājies

blīvs CO molekulu mākonis. Ļoti jaunas ir arī asociācijas LH13 un LH14, kuras ietvertas mazos, nomaļos miglājos C un E. No tām interesantākā ir asociācija LH13, kurā bez deviņām atsevišķām jaunām zvaigznēm pastāv arī ļoti cieša zvaigžņu kopa. Pēc savas būtības un atklāšanas vēstures tā ir visai līdzīga kopai R136a. Tikai 1994.g. noskaidrojās, ka arī šeit šķietami vientuļas, masīvas zvaigznes vietā pastāv 12 blīva kopā koncentrētas zvaigznes. Nomaļais miglājs A ir jonizētā ūdeņraža sīks mezgls, kurā slēpjas no kokona ārā kūņojošas karsta zvaigzne. Kopumā ņemot, N11 miglājā pārliecinoši novērojama zvaigžņu tapšanas procesa virzīšanās no centra uz malām. Šeit ir paguvušas izveidoties jau vairākas zvaigžņu asociācijas, cita par citu jaunāka.

Galvenā atšķirība starp Tarantula miglāju un N11 miglāju ir to vecumā. N11 miglāja centrā zvaigžņu tapšanas process ir sācies kādus 2—3 miljonus gadu agrāk un pavirzījies attīstībā tālāk. Tāpēc tagadējais N11 miglāja izskats atbilst tam, kāds pēc pāris miljoniem gadu izskatīties Tarantula miglājs. N11 miglāju un asociāciju tā centrā visā krāšņumā var vēlreiz



7. att. Miglāja N11 apgabals uzņemts H_{α} un [NII] staros. Lieliski redzamas 4. attēlā norādītās miglāja sastāvdaļas, asociācija LH9 centrā un supernovas atlieka labā malā.

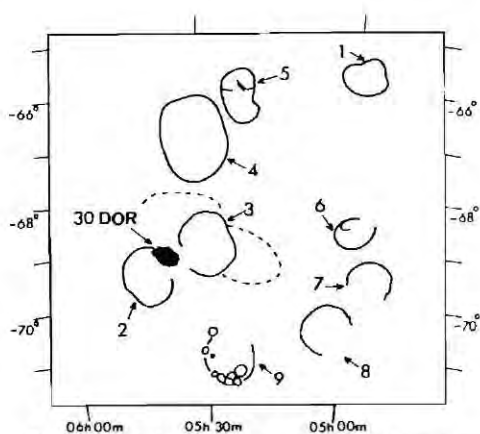
aplūkot 7. attēlā. Abās šajās zvaigžņu ligzdās darbojas vieni un tie paši divpakāpju zvaigžņu tapšanas uzliesmojumi: centrālais sākuma uzliesmojums, kuru nosaka kāds galaktikas mēroga notikums, un sekundārais uzliesmojums ligzdas perifērijā, kuru izraisa sākumā tapušo zvaigžņu enerģētiskā aktivitāte.

Kāda varētu būt abu krāšņo miglāju un kopās ietveto masīvo zvaigžņu nākotne? Tā kā ik kopā visas masīvās zvaigznes ir radušās gandrīz vienlaicīgi, vairākums to arī savu galu piedzīvos vienā laikā, un iezīmēs to ar veselu supernovu brāzmu (*sk. attēlu krāsu ielikuma 1. lpp.*). Katrā no apskatītajiem miglājiem pa-

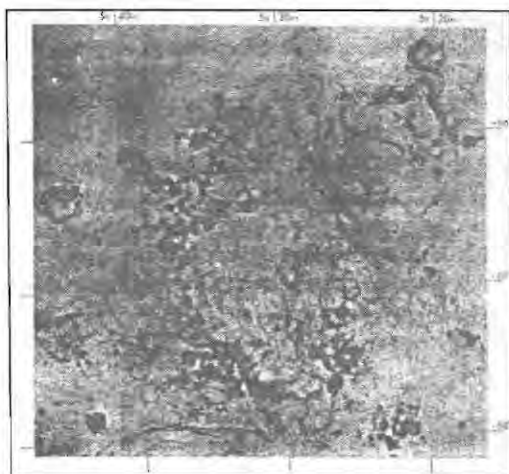
stāv vairākas kopas un asociācijas. Tāpēc var sagaidīt, ka tuvāko 10 miljonu gadu laikā no katra miglāja centra uz malām supernovu uzliesmojumi velsies kā lavīna. Tas būs milzīgs trieciens apkārtējai videi. Viela tiks aizmēzta, aizgrūsta, aizstumta tālu prom no pašreizējās atrašanās vietas. Ap tagadējām masīvo zvaigžņu ligzdām veidosies tukšumi. Iespējams, ka saplūdis kopā vairākas kaimiņligzdas. Toties apkārt šādiem apgabaliem radīsies jauni starpzvaigžņu vielas veidojumi – mākoņi un grēdas, kuros kāda rosinoša grūdienu dēļ process var sākties no jauna.

Superasociācijas un superapvalki. Mūsdienās MM jau var novērot tādus apgabalus, kur vairākas asociācijām bagātas zvaigžņu ligzdas ir saplūdušas agregātos, kas savukārt ietilpst superasociācijās. Katru superasociāciju aptver mirdzošs HII apgabalu vainags, vietām ietiekdamies superasociācijas iekšpusē. Tas ir milzīgs superapvalks, kas sastāv no daudziem jonizēta ūdeņraža burbuļiem un šķiedrām. Attālākos apgabalos, kur karsto zvaigžņu jonizējošais starojums nesniedzas, ūdeņradis saglabājas neitrāls un kā mūris apskauj mirdzošo superapvalku no ārpusē. Superasociācijas un superapvalka komplekss parasti ir gremdēts dzimtajā starpzvaigžņu vielas mākonī un veido tajā grandiozu dobumu, kas pildīts ar aktīvā procesā iesaistītu vielu.

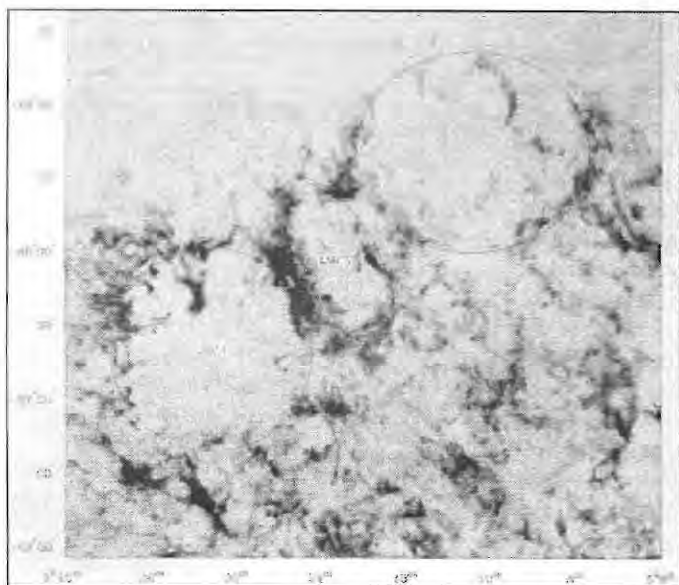
Jau 1980.gadā angļu astronoms Dž. Mibērnss LMM izdalīja deviņus superapvalku ietvertus kompleksus, kuri guva apzīmējumus LMM1 – LMM9 (8. att.). Katra kompleksa diametrs ir ap 1000 pc. HII apgabalu veidotie kompleksi LMM4 un LMM5 superapvalki redzami 9. attēlā. Tos ietver neitrālā ūdeņraža mūris, kas redzams 10. attēlā. Sevišķi iespaidīgs ir gigantiskais, lokā izliektais, šķiedrainais kompleksa LMM4 superapvalks. Tā izmēri ir 1400x1000 pc, bet masa – 17 miljoni Saules masu. LMM4 iekšienē atrodas vairāk nekā 400 karstu zvaigžņu, kas apvienotas vairākās asociācijās. Zvaigžņu tapšanas process sācies tā centrā pirms kādiem 15–20 milj. gadu. Visjaunāko novēroto zvaigžņu vecums ir ap 4



8. att. LMM deviņu superapvalku izvietojums. Skaitļi norāda superapvalku numurus. Superapvalku aptuvenas kontūras – nepārtrauktas līnijas. Jonizētā ūdeņraža šķiedru apgabals ap Zelta Zivs 30 miglāju – pārtrauktās līnijas.



9. att. Varenis jonizētā ūdeņraža superapvalks LMM4 un mazāk iespaidīgs superapvalks LMM5 attēla augšējā labējā stūrī. Uzņēmums H_{α} staros. milj. gadu. Kompleksa pētnieki uzskata, ka te turpinās zvaigžņu pašerosmes tapšana, kas virzās no centra uz āru secīgā veidā ar izplatīšanās ātrumu kādi 30 km/s. LMM5 kompleksa superapvalkam ir neregulārāka, sikšķiedraināka forma, tā diametrs ir tikai 800 pc, un to izgaismo ap 25 karsto zvaigžņu.



10. att. Neitrālā udeņraža mūris, kas aptver jonizētā ūdeņraža superapvalkus LMM4 un LMM5 (*attēla angļiski LMC*) no ārpusē. Attēla augšējā labējā stūrī atzīmēts vēl viens – jaunatklāts superapvalks. Attēls iegūts, reģistrējot 21 cm radiostarojumu.

Superapvalki nav sastinguši, tie izplešas, jo uz tiem turpina iedarboties superasociāciju intensīvais zvaigžņu vējš un supernovu sprādzienos izdalītā enerģija. Superasociāciju un superapvalku kompleksi iezīmē MM struktūru līdzīgi tam, kā jaunu zvaigžņu tapšanas apgabali iezīmē spirālisko galaktiku zarus. Spirāliskajās galaktikās zvaigžņu tapšanu un zaru veidošanos rosina īpašu blīvuma viļņu virzīšanās cauri galaktikai. MM nav pietiekami masīvas galaktikas, lai tajās rastos blīvuma viļņi. Tāpēc MM struktūras veidošanā noteicošā loma pieder tieši superasociāciju un superapvalku kompleksiem. Tie ir MM jaunās paaudzes izpausmes varenākā un galējā forma.

Vidējās paaudzes tipiskie pārstāvji – sarkanie milži. Atgriezīsimies vēlreiz pie tikai dažu miljonu gadu vecās kopas R136. Tajā bez iepriekš aprakstītajām ļoti masīvajām zvaigžnēm top un attīstās arī mazākas masas zvaigznes. Ja sastāda šīs kopas H–R diagrammu, tad uz galvenās secības atrodas zvaigznes ar masu no apmēram 50 Saules masām līdz 3–8 Saules masām. Mazākas masas zvaigznes šajā kopā vēl nav sasniegušas galveno secību. Bet kādus 50 milj. gadus vecā kopā galveno

secību būs jau pametušas gan 50, gan 20, gan 10 Saules masu zvaigznes. Arī atlikušo mūža daļu tās visas nodzīvo tik strauji, ka nekādu ieguldījumu vidējās paaudzes zvaigžņu fondā neienes. Kopās, kuru vecums sasniedz no 0,1 līdz 10 mljrd. gadu, galveno secību pakāpeniski pametīs piecu, divu un vienas Saules masas zvaigznes. Tās lēnā garā, attiecīgi laika sprīžos no dažiem desmitiem miljonu gadu līdz miljardam gadu, iekšēji un ārēji pārveidojoties, no H–R diagrammas galvenās secības pārvietosies uz šīs diagrammas tā saukto sarkano milžu zaru. Tās būs kļuvušas krietni apjomīgākas, aukstākas (atbilstoši zemajai virsmas temperatūrai izskatīsies sarkanākas) un starjaudīgākas nekā uz galvenās secības. Sarkano milžu fāzē zvaigznes pāvada tikai dažus miljonus gadu, tomēr šajā laika sprīdī pagūst H–R diagrammā vairākkārt “pašļūkt” atpakaļ – uz augstākas temperatūras un zemākas starjaudas apgabalu, un atkal uz priekšu – uz zemākas temperatūras un augstākas starjaudas apgabalu. Beidzot tās uzkāpj sarkano milžu asimptotiskajā zarā (zarā, kas pieslēdzas primārajam sarkano milžu zaram) un kļūst sevišķi starjaudīgas. Tas nozīmē, ka tās ir

kļuvušas ļoti labi saskatāmas un ļoti noderīgas MM vidējās paaudzes zvaigžņu pētniekiem.

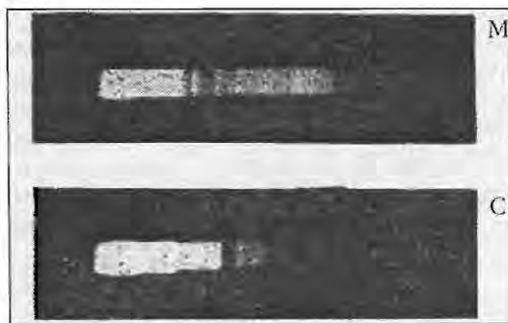
Te jāpiebilst, ka sava garā mūža laikā (lidz galvenajai secībai, uz tās, pēc tās līdz sarkano milžu fāzei) mērenas masas zvaigznes ir pārvietojušas telpā un aizklidušas tālu prom no savām tapšanas ligzdām – kopām un asociācijām. Bez tam daļa vidējās un mazas masas zvaigžņu rodas nevis grupās, bet izklaidus atsevišķu starpzvaigžņu vielas mākoņu ietvaros. Šādu mākoņu MM netrūkst. Sajaucoties visas vidējās paaudzes zvaigznes izrādās viendabīgi sadalītas pa visu MM lauku. Tā ir raksturīga MM vidēja vecuma zvaigžņu sadalījuma iezīme. Kā tālāk pārliecināsimies, vidēja vecuma zvaigžņu sadalījumā vairs nav ne vēsts no zvaigžņu grupēšanās.

Asimptotiskā zara sarkanos milžus pārstāv M, S un C spektra klases zvaigznes jeb īsāk M, S un C zvaigznes. Līdz sarkano milžu fāzei visas zvaigznes ir parastas skābekļa secības zvaigznes, kuru atmosfērās ir vairāk skābekļa nekā oglekļa, un atomu skaita attiecība ir $C/O < 1$. Sarkano milžu sākumfāzē visas zvaigznes pieder pie M zvaigznēm. Šīm zvaigznēm attīstoties tālāk, atmosfērā tiek uznestas vairākas porcijas oglekļa, kas radies zvaigznes dzīlēs. Tad C un O atomu attiecība atmosfērā sāk mainīties, vispirms sasniedzot līdzsvaru ($C/O = 1$). Pēc tam M zvaigzne pārtop par S zvaigzni. Oglekļa daudzumam vēl pieaugot, tas atmosfērā gūst pārsvaru ($C/O > 1$) un rodas oglekļa jeb C zvaigzne. Pārejas stadijas, kad zvaigzne redzama kā MS, S, SC zvaigzne, turpinās ļoti īsu brīdi, un šo spektra klašu zvaigznes sastopamas ļoti reti. Toties gan M, gan C zvaigznes ir pārstāvētas bagātīgi.

M un C zvaigznes viegli atpazīt pateicoties tam, ka to aukstajās atmosfērās veidojas molekulāri savienojumi. M zvaigžņu atmosfērās top daudz titāna oksīda TiO un citu skābekļa savienojumu. Viss atmosfērā esošais ogleklis tiek iesaistīts oglekļa oksīda CO veidošanā. Oglekļa zvaigžņu atmosfērās skābeklis nespēj visu lielo oglekļa atomu daudzumu saistīt CO molekulās. Tāpēc oglekļa zvaigžņu atmosfērās

veidojas oglekļa savienojumi, it sevišķi daudz oglekļa un ciāna molekulu C_2 un CN. Atbilstoši dažādajam atmosfēru sastāvam M un C zvaigžņu spektros redzamas krasi atšķirīgas molekulu absorbcijas joslas (11. att.). Tās veido raksturīgas spektra detaļas, kas atpazīstamas pat zemas dispersijas spektros, kādus iegūst, fotografējot debess apgabalus caur objektīva prizmu, kas piestiprināta teleskopa optikas priekšā.

Divas lieliskās M un C zvaigžņu īpašības – lielo starjaudu un spektru atpazīstamību – jau kopš 60. gadiem izmanto MM pētnieki vidējās paaudzes zvaigžņu apzināšanai. Pirmo pilnīgāko MM apskati 80. gadu sākumā veica ASV astronoms M. Blanco un Vatikāna astronoms M. Makkartijs, kuri Starpamerikāņu observatorijā Čilē novēroja desmitus mazu, pa visu MM virsmu izkaisītu laukumiņu. Identificējuši laukumiņos saskatāmās M un C zvaigznes, viņi novērtēja, ka pavisam LMM varētu būt 11000, bet MMM – 2900 oglekļa zvaigžņu. Pārsteidzošs šķita oglekļa zvaigžņu skaita pieaugums no MM malām uz centru, jo Galaktikā šo zvaigžņu skaits pieaug no centra uz malām. Arī M un C zvaigžņu skaita attiecība MM un Galaktikā izrādījās atšķirīga: MMM centrā $C/M = 19$ un malās $C/M = 5$, LMM centrā $C/M = 2$ un malās $C/M = 1$, kurpretī Ga-



11. att. M spektra klases zvaigznes spektrā redzamas titāna oksīda (TiO) molekulu tumšas absorbcijas joslas, kamēr C spektra klases zvaigznes spektrā – oglekļa molekulu (C_2) absorbcijas joslas, kas izvietotas citādi.



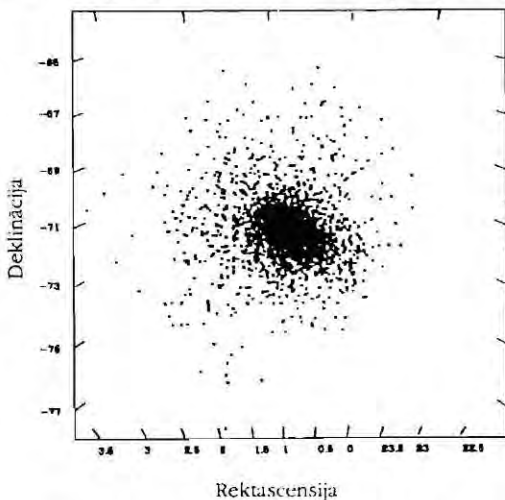
12. att. Mazs laukumiņš no zvaigznēm bagātā apgabala MMM šķērša dienvidu daļā. Lai zvaigznes cita citu nesegtu, ar filtru palīdzību izgriezts šaurš spektra intervāls 4350–5300 Å, kur atrodas intensīvas C₂ molekulu absorbcijas joslas. Spektru dispersija ir tikai 2000 Å/mm, tomēr C spektra klases zvaigznes var labi atpazīt (*spektrs aplīti*).

laktikas centrā C/M=0,003, bet malās statistika nebija apkopota (tomēr bija skaidri zināms, ka attiecība ir ievērojami lielāka nekā centrā). C/O attiecības atšķirību iemesls noskaidrojās tad, kad sarkano milžu apskates veica arī mūsu Galaktikas citos pavadoņos – pundurgalaktikās. Izrādījās, ka oglekļa zvaigžņu biežums ir atkarīgs no galaktikas metāliskuma – jo kādā galaktikā mazāk metālu, jo tajā rodas vairāk C zvaigžņu. Tas saistīts ar C zvaigžņu rašanās mehānismu. Ja metālu ir maz, tad jau neliela oglekļa deva pārvērš M zvaigzni jaunā C zvaigznē. Kā jau atzīmējām šī raksta pirmajā daļā, MM metāliskums ir zems. It sevišķi zems tas ir MMM, tāpēc tur C/M attiecība ir tik augsta.

Nemot vērā C zvaigžņu nodarību vidējās paaudzes zvaigžņu pētījumiem, to meklējumi MM turpinājās, aptverot arvien plašākus virsmas laukumus, atrodot arvien vājākas zvaigznes. Īpaša uzmanība tika pievērsta MMM novērojumiem. Tā jau 80. gadu otrajā pusē veiksmīgus MMM novērojumus ir izdarījis

franču astronoms M.Azopardi ar kolēģiem Eiropas Dienvidu observatorijā (12. att.). Vēl plašākus novērojumus, aptverot 200 kvadrātgrādus MMM virsmas 90. gadu sākumā ir izvērsusi angļu astronoma D.Morgana vadītā grupa. MMM centrā tagad ir reģistrētas 1707, bet malās – vēl 1185 C zvaigznes. Šo zvaigžņu sadalījuma kopaina redzama 13. attēlā. Ap C zvaigžņu centrālo koncentrāciju plešas asimetrisks oreols. MMM dienvidu daļā C zvaigznes pat veido kaut ko līdzīgu zaram, kas stiepjas četrus grādus no centra. Astronomi lēš, ka starp šīm C zvaigznēm ir dažāda vecuma pārstāves, bet ne jaunākas par diviem miljardiem gadu. Veicot fotometriskus novērojumus kādam simtam C zvaigžņu, noskaidrojās, ka starp tām ir daudz tik zemas starjaudas zvaigžņu, kādas Galaktikā nemaz nepastāv. Tas varētu būt saistīts ar MMM zemo metāliskumu. Iespējams, ka tur C zvaigznēs pārvēršas jau samērā karstas un mazāk starjaudīgas M zvaigznes.

1996.gada beigās Čīles astronoms E.Kosta un ASV astronoms Dž.Frogels ziņoja arī par vesela tūkstoša LMM oglekļa zvaigžņu fotometrisko pētījumu rezultātiem. Viņi atraduši,



13. att. C zvaigžņu sadalījums MMM ir asimetrisks. Uz ziemeļaustrumiem no blīvi apdzīvotā centra plešas retināts oreols.

ka IMM tikai nedaudzām C zvaigznēm starjau-
da ir augstāka vai zemāka par Galaktikas
zvaigznēm piemētošo. Viņi arī atklāja, ka IMM
pastāv sakarība starp C zvaigžņu vecumu un
sadalījumu galaktika: nomalē novērojamās ir
tapušas vēlāk par šķērša apvidū redzamajām.

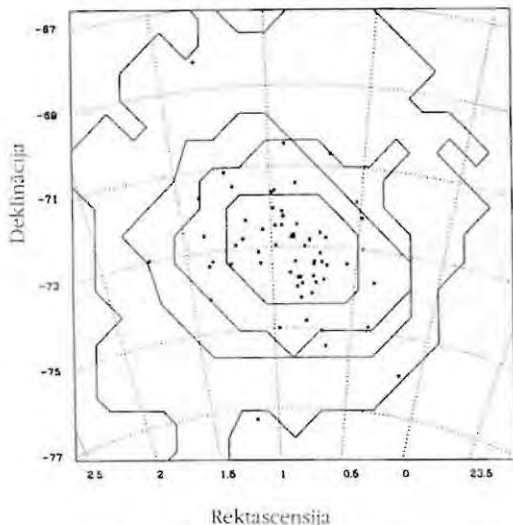
Nesaskaņu starp MM un Galaktikas oglekļa
zvaigžņu starjaudu vairākus gadus aktīvi pētīja
Latvijas Universitātes Astronomijas institūta
astronomis–teorētiķis, tagad nelaiķis J. Fran-
manis (sk. *I.Šmelēds "Zinātnei veltīts mūžs",*
50.–52. lpp.). Viņš secināja, ka MM oglekļa
zvaigznes ar atšķirīgu starjaudu ietilpst dubult-
sistēmās, tādēļ ir pakļautas citiem attīstības
likumiem.

Daļai asimptotiskā milžu zara zvaigžņu
piemīt vēl viena īpašība, kas lieti noder to
atrašānai citu zvaigžņu vidū. To plašās atmos-
fēras vairāk vai mazāk regulāri pulsē – izple-
šas un saraujas. Pulsācijas izpaužas kā garpe-
riodiskas spožuma maiņas, kuras sistemātisku
fotometrisku novērojumu ceļā viegli pamanīt.
Sākot ar 70. gadiem, ir izdarītas vairākas MM
apskates, meklējot garperioda mainzvaigznes.
Tās turpinās vēl tagad, cenšoties "izmakšķe-
rēt" pēc iespējas visas garperioda mainzvaig-
znes gan MM centrā, gan mazāk novērotajās
nomalēs. Lidz šim iegūto datu analīze rāda,
ka MM tikai niecīga daļa M zvaigžņu un vēl
niecīgāka daļa C zvaigžņu maina spožumu,
kamēr Galaktikā tās gandrīz visas ir main-
zvaigznes. Turklāt Galaktika ir daudz zvaigžņu
ar lielu spožuma maiņas amplitūdu, bet MM –
ar mazu amplitūdu. Šim īpatnībām ir ciešs
sakars ar zvaigžņu uzvedību uz asimptotiskā
milžu zara katrā no apskatāmajiem zvaigžņu
sistēmām. Galaktikā vairums zvaigžņu, kamēr
tās savā attīstībā virzās pa asimptotisko milžu
zaru, visu laiku cikliski maina spožumu. Tur-
pretī MM tām tikai uz ļoti īsu brīdi – dažiem
desmitiem tūkstošu gadu – ieslēdzas atmos-
fēras pulsācijas mehānisms. Pārējā laikā, kas
atlicis līdz asimptotiskā milžu zara gala sa-
sniegšanai, tās attīstas kā pastāvīga spožuma
zvaigznes. Noskaidrots, ka MM pastāv saka-
rība starp spožuma maiņu perioda garumu (P,

dienās), zvaigžņu vecumu un redzamo sadali-
jumu tajos. IMM tā ir šāda: $P < 225$, vecums
pārsniedz piecus miljardus gadu, zvaigznes
izkaisītas pa visu lauku; $225 < P < 450$, vecums
pārsniedz 1–3 mljrd. gadu, zvaigznes sastopamas
visa laukā, tomēr biežāk šķērsi; $P > 450$,
vecums mazāks par miljardu gadu, zvaigznes
koncentretas šķērsi un sastopamas arī vienā
no lielajiem zvaigžņu rašanās kompleksiem.

**Sarkano milžu pārvērtības to dzīves
galā.** Mērenas masas aukstie milži, līdzīgi
masīvajām, karstajām zvaigznēm, ievērojamu
daļu savas masas zaudē spēcīga zvaigžņu vēja
iedarbībā. Šo masas zaudēšanu veicina pulsā-
cijas, kurām padotas varenās sarkano milžu
atmosfēras. Kad atmosfēra pulsē – izplešas
un saplok – tad atmosfēras ārējie slāņi tiek
pacelti vairāku zvaigznes rādiusu augstumā,
kur temperatūra ir tik zema, ka veidojas cietas
daļiņas. Zvaigznes radiācija dzen gāzi un cie-
tās daļiņas uz āru, radot apvalku ap zvaigzni.
Kad sarkanais milzis tuvojas savas dzīves
galam, viņa aizplūst arvien straujāk. Apvalka
biezums dažkārt pieaug līdz tādai pakapei,
ka zvaigzne optiskos staros kļūst pilnīgi nered-
zama. Tādas zvaigznes var pamanīt, tikai
novērojot infrasarkanajos staros to putekļu
apvalkus. Arī MM tādas zvaigznes ir atrastas.
Pienāk brīdis, kad zvaigžņu vējš norimst, un
apvalks pamazām izkļūst. Tad zvaigznes dzīve
sarkano milžu fāzē izbeidzas. Parādās zvaig-
znes atkailinātais kodols – ļoti karsts baltais
punduris. Tā starojums jonizē izkļūstoša apval-
ka vielu un kļūst redzams planetārais miglājs
(sk. *vēlreiz I. Vilks "Zvaigznes pensijas vecu-
ma" – ZvD 1998. g. vasara, 69.–74. lpp.*).

Planetāro miglāju meklējumi MM sakas
70. gadu beigās. Labākos panākumus ir guvis
D. Morgans 90. gadu pirmajā pusē. IMM viņš
ir atradis 265 planetāros miglājus, vairākums
no tiem ir koncentriti šķērsi. Pārējie izvietoti
plašā, bet asimetriskā laukā ap šķērsi. Ap 70%
planetāro miglāju atrodas lauka rietumu daļā.
MMM D. Morgans ir atradis 62 planetāros
miglājus, no kuriem daļa arī atrodas šķērsi.
Planetāro miglāju sadalījums MMM redzams



14. att. 62 planetāro miglāju sadalījums MMM. Salīdzināšanai nepārtrauktās līnijas iezīmē apgabalus, kuros ir 1, 5, 20 un 50 C zvaigznes attiecīgi vienā laukuma vienībā. Ar zvaigznīti atzīmēts šķērša optiskais centrs.

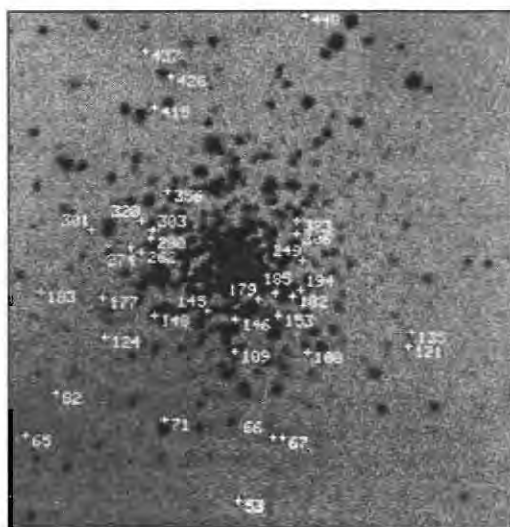
14. attēlā. Sadalījums ir radniecīgs 13. attēla redzamajam oglekļa zvaigžņu sadalījumam. D. Morgana sarakstos neietilpst visi MM zināmie planetārie miglāji, kas saskatīti atsevišķos ar lieliem teleskopiem pētītos laukumīšos. D. Morgana apskata priekšrocība ir tā viendabīgums visā MM laukā. Viņa apskatā ietverti paši jaunākie (vecums ap 1500 gadu), mazāk izpletušies (diametrs ap 0,10—0,15 pc), blīvākie (masa ap 0,01—0,20 Saules masas) un tāpēc spožākie planetārie miglāji. Ar Habla kosmisko teleskopu tagad pēta atsevišķu planetāro miglāju uzbūvi, izplešanās ātrumu un vecumu (15. att.).

Planetāro miglāju vecums nepārsniedz 20 000 gadus, kuru laikā to viela paspēj izklist telpā. Kāpēc tad tos ierindojam MM vidējās paaudzes sadaļā? Tāpēc, ka tie ir vidējās paaudzes zvaigžņu beigu fāzes uzskatāmi liecinieki. To klātbūtne apliecina, ka MM attiecīgās vietās pavisam nesen ir pastāvējuši sarkanie milži, kuru priekšteči ir tapuši kā pavisam mazas masas zvaigznes gandrīz vai pirms 10

15. att. Pavisam neparasts LMM planetārais miglājs N66, kura attēls iegūts ar Habla kosmiskā teleskopa vājo objektu kameru. Šī planetārā miglāja struktūra ir sarežģīta. Ārpus divām lielām daivām redzami atsevišķi spoži mezgli un vāji atzarojumi. Ar datora palīdzību attēls atbrīvots no optikas radītiem traucējumiem, izceļot visvājākās detaļas.

mljrd. gadu, kā 1,5 Saules masas zvaigznes pirms kādiem trim miljardiem gadu, vai kā 2,5 Saules masas zvaigznes pirms apmēram 0,2 mljrd. gadu.

Vecā paaudze – MM pirmdzimtie. Samērā maz sakāmā ir par MM veco paaudzi, kas vēl saglabājusies laikiem cauri kopš MM veidošanās pirms vairāk nekā 10 miljardiem gadu. Šī vecā paaudze sāka tapt MM protomākoņa pirmatnējās saspišanās stadijā. Līdzīgi kā Galaktikas perifērijā, atsevišķos MM vielas sabiezījumos pašas pirmās ir tapušas lodveida kopas. Tās ir milzīgi, bišu spieta bumbu atgādinoši zvaigžņu sakopojumi, kas var ietvert sevī simtiem tūkstošu zvaigžņu. MM lodveida kopas mēdz būt zvaigznēm mazāk bagātas. Salīdzinājumā ar Galaktiku, kur ir pāri par 100 lodveida kopu, MM to skaits ir gaužām trūcīgs. MMM ir tikai viena īstena lodveida kopa, kuras vecumu vērtē ap 12 mljrd.



16. att. Veca lodveida kopa NGC 1466 Lielajā Magelāna Mākonī. Kopā atrastas vairāk nekā 40 Liras RR tipa maiņzvaigžņu, no kurām vairums attēlā atzīmētas ar krustiņiem. Citas atrodas ārpus attēlā redzamā lauka, kam mala vienlīdzīga trim loka minūtēm.

gadu. LMM šādu kopu ir kāds desmits. Metāliskuma ziņā MM lodveida kopas ir līdzīgas Galaktikas lodveida kopām – visas radušās no pirmatnējās, nebagātinātās vielas, visas ir metāliem nabagas.

Lodveida kopu raksturīgas iemītnieces ir Liras RR tipa maiņzvaigznes. Tās ir 0,6—0,8 Saules masas zvaigznes, kas miljardos gadu nostaigājušas neiedomājami garu attāstības

ceļu, līdz kļuvušas par pulsejošām īsperioda maiņzvaigznēm. To pulsāciju periods ir tikai 0,2—1,2 dienas. Katrā LMM kopā ir vairāki desmiti šādu zvaigžņu (16. att.). Bez tam vēl atrasts liels daudzums Liras RR tipa zvaigžņu ārpus lodveida kopām. Šajā ziņā sevišķus panākumus guvuši Galaktikas tumšās vielas meklētāji. Vairākas astronomu grupas fotometriski patrolē milzīgu skaitu LMM zvaigžņu, ar nolūku atrast mūsu Galaktikas perifērijā tumšus ķermeņus, kas sevi pieteiktu, lēcojot MM zvaigžņu starojumu. Tādējādi viņi iegūst "blakusproduktu" – atklāj jaunas maiņzvaigznes. Viena no astronomu grupām pēdējos gados LMM ir atradusi 8000 agrāk nezināmu Liras RR tipa zvaigžņu. Lēš, ka katrā no MM to varētu būt vairāki desmiti tūkstošu. Arī Liras RR tipa lauka zvaigznes varētu būt tapušas pirms vairāk kā 10 mljrd. gadu.

Lodveida kopas un vecās paaudzes lauka zvaigznes veido halo ap katru no MM. Tomēr šie halo nav tik sfēriski kā Galaktikas halo. Tie atgādina nedaudz saspiestu disku, kas savā rotācijas kustībā seko jaunās paaudzes plakanajam diskam. Vecās paaudzes masa veido ap 6% visas MM masas.

Visu paaudžu zvaigznes dzīlēs pārstrādāto vielu gan jau savas dzīves laikā, gan beidzot eksistēt, izdala atpakaļ starpzvaigžņu vidē. Tās bagātina starpzvaigžņu vidi ar smagākiem ķīmiskiem elementiem un liek pamatu atkal un atkal jaunai, mazliet citādu paaudžu tapšanai. 🐼

DAINIS DRAVIŅŠ

KĀPĒC MIRGO ZVAIGZNES?

** Kopš senseniem laikiem cilvēki ir gudrojuši par to, kāpēc zvaigznes naktīs dzirkst un mirgo. Ka cēloņi atrodas Zemes atmosfēras gaisā un ne cilvēku acīs, tika izprasts tikai 18. gadsimtā. Mūsu dienās astronomi cenšas novērst mirgošanas efektus, lai cita starpā varētu sa-*

skatīt planētas ap citām zvaigznēm.

Astronomiju nereti sauc par visvecāko starp zinātnēm. Bet ar ko īsti nodarbojās seno laiku astronomi? Tikai retajam laimējās novērot tādas parādības kā Saules aptumsumu vai novu uzliesmojumu, taču visi spēja novērot,

ka zvaigznes debesis mīrgo un maina savu spožumu.

Kā nezinātājam varētu raksturot, kā izskatās zvaigznes debesis? Protams, to ir daudz (miljardiem!), daždažādos spožumos, un tās ir mazas, t. i., redzamas tikai kā punktiņi. Un tās visas mīrgo! Varbūt tieši zvaigžņu mirgošana ir tas, kas visvairāk atšķir tās no "parastiem" gaismas avotiem. Par mirgošanas nozīmi var pārliecināties dažos modernos planetārijos, kuru projektori spēj atdarināt zvaigžņu mirgošanu. Apmeklētājam tas ievērojami uzlabo īstas zvaigžņotas debess ilūziju.

Arī poēzija ir vieta zvaigžņu mirgošanai. Ziemeļu zemēs ar mirgošanu saista dzidras, skaidras ziemas naktis, kamēr dienvidu tukšnešu klimatā zvaigžņu mirgošana liek domāt par patīkamo vēsumu, kas pēc karstas dienas beigām strauji iestājas drīz pēc saulrieta.

Visvecākā zinātniskā problēma? Jau ilgi pirms senajiem grieķiem tika meklēti izskaidrojumi zvaigžņu mirgošanai. Visvecākā kultūra uz Zemes, iespējams, ir Austrālijas pamatiedzīvotājiem, **aborigēniem**, kuriem ir nepārtrauktas tradīcijas, kas sniedzas varbūt pat 40 000 gadu senatnē. Aborigēni izskaidroja zvaigžņu mirgošanu kā tālu ugunsķūru drebošo gaismu no to cilvēku nometnēm, kuri dzīvo debesis un it kā ir viņu senči.

Jaunākos laikos attīstījās daudzas citas teorijas, lai izskaidrotu zvaigžņu mirgošanu (jeb *scintilāciju*). Sevišķi apmulsinošs bija fakts, ka zvaigznes mīrgo, turpretī planētas ne. Grieķu filozofs **Aristotelis** (*sk. 1. attēlu*) to mēģināja izskaidrot ar to, ka planētas atrodas pietiekami tuvu mums, lai acu redze tos sasniegtu ar pilnu spēku. (Toreiz valdīja uzskats, ka acu redze iziet *ārā* no acīm – apmēram kā radiolokators – un šis redzes spēks nevar aizsniegties jebkurā tūlumā.) Vēl mūsu dienas sastopam izteicienus kā "cik tālu redze sniedzas". Tā uzskatīja, iekams bija izprasts, ka cilvēka redze izmanto gaismu, kas no ārienes nāk *iekšā* acī.

Daudzi astronomi pēc Aristoteļa prātoja par mirgošanas izcelsmi. Skandināvu astro-



Austrālijas aborigēni (varbūt 10 000 g. p.m.ē):

"Tas, ko redzam kā zvaigžņu mirgošanu, ir drebošā gaisma no tāliem ugunsķūriem, to cilvēku nometnēs, kuri dzīvo debesis."



Aristotelis (ap 340. g. p.m.ē):

"Planētas ir tuvas un mūsu redze tās sasniedz ar pilnu spēku: tāpēc tās nemirgo. Nekustīgās zvaigznes ir pārāk tālu un to lielais attālums izraisa mūsu redzes drebešanu."



Tiho Brahe (ap 1580.g.):

"Plašā telpa starp Zemi un zvaigznēm atrodas kustībā, jo griežas kopā ar debess velvi. Tas neatliecas uz planētām un tāpēc tās arī nemirgo."



Johannes Keplers (ap 1610.g.):

"Zvaigžņu mirgošana ir patiesa izmaiņa to spožumā un krāsā. Vēnēra mīrgo, bet Mēness ne, pierādot Vēnēras svārstības."



Izaks Ņūtons (ap 1700.g.):

"Zvaigžņu mirgošana rodas vai nu iekšā acī, vai arī gaisā. Tā kā efekts izzūd, raugoties caur teleskopu, tad cēlonim jābūt atmosfērā. Teleskopus tāpēc vajadzētu novietot visaugstākajās kalnu galotnēs."

1. att. Vēsture: Seno laiku izskaidrojumi zvaigžņu mirgošanai

noms **Tiho Brahe** attīstīja pats savu pasaules modeli, kur Zeme tika novietota nekustīgo zvaigžņu sfēras vidū. Ap Zemi griezās Mēness un Saule, savukārt planētas griezās ap Sauli. Tiho Brahe uzskatīja, ka tā kā nekustīgā stāvzvaigžņu sfēra ātri griežas ap Zemi kopā ar milzīgo telpu līdz tai, tad telpas kustībai vajadzētu izraisīt traucējumus zvaigžņu spožumos, t. i., mirgošanu. Planētas tādā veidā nekustējās un tāpēc arī nemirgoja.

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS. 1998./99. GADA ZIEMA

Johanness Keplers bija Tiho Brahes mācekļis un ne tikai iztulkoja viņa novērojumus, bet arī veica dažus jaunus. Venēra spīd visspožāk starp planētām un kādreiz tā pat met ēnu. Keplers, ievērojis Venēras mirgojošo gaismu, kas apgaismoja sienu kādā tumšā istabā, un konstatējis, ka Mēness gaisma nemirgo, secina, ka ir atklājis būtiskas pārmaiņas Venēras izstarojumā.

Tikai **Izaks Ņūtons** ap 1700. gadu spēja noskaidrot, ka zvaigžņu mirgošanas izcelsme atrodama Zemes atmosfērā (nevis, kā citādi bija pieņemts, cilvēka acu iekšienē). Viņš konstatēja, ka mirgošana vairs nav redzama teleskopos un korekti secināja, ka, lai izvairītos no Zemes atmosfēras traucējumiem, astronomiskus novērojumus vajadzētu veikt no visaugstāko kalnu virsotnēm.

Modernos laikos arī daudzi citi zinātnieki ir mēģinājuši formulēt mirgošanas teoriju. Piemēram, vēlākais Nobela prēmijas laureāts Čandrasekars (*Subrahmanyan Chandrasekhar*) to mēģināja 50. gados, taču neveiksmīgi. Tikai pēc 1960. gada kļuva iespējams izstrādāt apmierinošu teoriju. Tad bija izdevies korektāk aprakstīt gaisa turbulenci, t. i., likumsakarības par to, kā gaisa kustības enerģija sadalās pa dažāda lieluma turbulences elementiem. Gaisa temperatūra nav pilnīgi vienāda, bet dažādiem gaisa "virpuļiem" vai "burbuļiem" var būt temperatūra, kas ar kādu simtdaļu grāda atšķiras no apkārtnes. Gaismas laušana gaisā ir nedaudz atkarīga no gaisa temperatūras, un noverotājs uz Zemes, kas uzlūko zvaigznes caur turbulentu gaisa masu, kura kustas vējā, redzēs zvaigžņu mirgošanu.

Kā rodas mirgošana? Bet kāds ir efekta fizikālais izskaidrojums? Ari zinot, ka tas rodas Zemes atmosfērā, detalizētas studijas ir nepieciešamas, lai uzzinātu precīzi, kā izmainās zvaigžņu spožumi, lai varētu "atšķirt" dažādos piedāvātos izskaidrojumus.

Ir novērojumi, kurus katrs var veikt pats. Ar neapbruņotu aci var redzēt, ka zvaigznes augstu debesīs (t. i., tuvu zenitam) mirgo būtiski mazāk nekā tuvu pie apvāršņa. Kā zināms,

planētas (gandrīz) nemaz nemirgo, savukārt cilvēka acs gaismas jūtības nepietiek, lai uztvertu vājāku zvaigžņu mirgošanu.

Jau ar parastu binokli var veikt vairākus eksperimentus. Zvaigžņu gaismas izmaiņas var izšķirt, novērojot kādu spožu zvaigzni (vislabāk tuvu pie apvāršņa) un tani pašā laikā ar rokām ātri šūpojot binokli sāniski, tā lai zvaigznes attēls izstieptos garā lokā vai gredzenā. Ja paiet, teiksim, viena sekunde, lai izšūpotu binokli šurp un turp, tad zvaigznes izstieptais attēls rādīs, kā spožums mainījies tieši tani sekundē. Var novērot, ka zvaigznes izstieptā attēla svītra nav vienādi izgaismota, bet satur dažādi spožus segmentus vai "plankumus". Šie dažādie segmenti rāda zvaigznes redzamo spožumu atbilstoša acumirklī, pārliecinoši parādot, ka tas var būtiski mainīties jau kādā sekundes simtdaļā.

Zemes atmosfēras ietekme. Izmantojot astronomiskus instrumentus, ir iespējams tuvāk noskaidrot, kā Zemes atmosfēra ietekmē zvaigžņu gaismu. Šī ietekme parādās dažādos veidos.

- *Refrakcija (nosliece).* Gaisa jūra darbojas kā lēca jeb prizma, kas maina gaismas virzienu tā, ka tā sasniedz noverotāju nedaudz citādā leņķī nekā tas, kur debess ķermenis īstenībā atrodas. Labākais piemērs (skatoties ar neapbruņotu aci) ir Saules vai Mēness saspiesta forma, kad tie atrodas tieši pie apvāršņa. Taču ar teleskopiem šis efekts ir redzams pāri visām debesīm. Lai izvairītos no tā, *astrometriskos* teleskopos (t. i., tādus, kas domāti zvaigžņu pozīciju noteikšanai) cenšas izvietot kosmosā.
- *"Seeing" (attēlu izplūde un drebešana).* Kaut gan zvaigznēm šis efekts nav redzams ar neapbruņotu aci, tas visvairāk traucē astronomiskos novērojumus no Zemes. Teleskopi ar lielu palielinājumu rāda zvaigznes ne kā punktus, bet gan kā mazus izkliedētus plankumiņus, kuri gaisa turbulences ietekmē atrodas nepārtrauktā kustībā. Šādu attēlu drebešanu var novērot arī

ar neapbruņotu aci, ja aplūko tālus objektus, skatoties pāri piemēram, vasaras Saules nokaitētam asfalta ceļam.

Tas, cik daudz attēls izplūst, ir atkarīgs no atmosfēras turbulences, it sevišķi no gaisa kustības teleskopa tuvumā. Tāpēc, lai iegūtu iespējami asus attēlus, modernos teleskopus cenšas novietot īpaši izvēlētās novērošanas vietās ar izdevīgiem laika apstākļiem un sevišķi izcīlu "mikroklimatu", t. i., vēja un laika apstākļiem observatorijas vistuvākā apkārtnē. Attēlu izplūdes iemesli mūsdienās ir pietiekami labi izprasti, lai ar t. s. *adaptīvo optiku* lielā mēra spētu kompensēt šos atmosfēriskos traucējumus, kas agrāk bija iespējams, tikai izvietojot instrumentus kosmosā.

- *Scintilācija (mirgošana)*. Neatkarīgi no tā, ka zvaigznes eksaktās pozīcijas debesis tiek pārbīdītas refrakcijas ietekmē un ka zvaigznes attēls izkļiedēts kā drebošs plankumiņš, tās spožums arī mainās. Arī tie iemesli ir gaisa turbulence, taču drusku citāda rakstura nekā tā, kas rada neasus attēlus.

Vienā klasiskā eksperimenta novēro kādu zvaigzni caur teleskopu, kas atrodas vēsā telpā. Tad strauji atver durvis uz sasildītu blakusistabu. Siltais gaiss ieplūst, un aukstā un siltā gaisa maisījums izraisa iespaidīgu zvaigznes attēla trīcēšanu, kaut gan spožuma mirgošana nemaz netiek ietekmēta.

Tas, ka zvaigznes attēls tiek nobīdīts vai izplūst, tātad nenozīmē, ka zvaigznes spožumam arī būtu jāmainās. Spožuma izmaiņa prasa, lai mainītos zvaigžņu gaismas daudzums, kas kada zināma mirklī trāpa acs zīlī vai teleskopa spogulī.

Tādas apgaismojuma izmaiņas izraisa arī gaisa turbulence, taču tikai tāda, kas noris atmosfēras augstākos slāņos, varbūt 5 vai 10 km virs zemes. Parādība ir līdzīga "gaismas rotaļai" Saules apgaismotā ūdens baseina dibenā. Ja ūdens virsma ir pilnīgi gluda, ar baseina dibens kļūst vienādi izgaismots. Bet ar veju, kas iekustina ūdens virsmu un sacel viļņus, rodas raksturīga gaismas rotaļa ar

baseina dibena. Ūdens virsma dažviet ir izliekta uz augšu, dažviet uz leju, fokusēdama Saules gaismu kā daudz mazu lēcu. Vietas, kur ūdens virsma ir izliekta uz augšu, rodas pozitīvas savācējlēcas, kas koncentrē Saules gaismu mazos plankumos, kamēr negatīvas izkļiedējlēcas rodas vietās, kur ūdens virsma ir izliekta uz leju, radot vājāku apgaismojumu tiem apakšā (*sk. vāku 4. lpp.*).

Tagad pieņemsim, ka kāds nīrējs ienirst ūdenī, lai no baseina dibena novērotu Sauli. Šī persona varēs izsekot, kā izmainās Saules šķietamais spožums kopsoli ar ūdens virsmas viļņojumiem. Ja nīrējs atrodas tekošas upes dibenā, nāk klāt vēl viens spožuma izmaiņu cēlonis: apgaismojums, kas trāpa nīrēja aci, izmainās arī tāpēc, ka upes ūdens (kopā ar visiem viļņiem) tek garām novērotājam. Sekojošos acumirkļos tiek novērots tas apgaismojums, kas nekustīgā baseina udeņos atrodas dažādās vietās un kurus nīrējs pamanītu, peldēdams gar baseina dibenu.

Mirgošana rodas līdzīgu efektu ietekmē: "lēcas" izveidojas augstu gaisā, samaisoties gaisa slāņiem ar mazliet atšķirīgu temperatūru. Gaismas laušana gaisā ir neliela, bet tomēr, atkarībā no gaisa temperatūras un nevienmērības izveidojas "gaisa lēcas", kuras spēj fokusēt debess kermeņu gaismu uz zemes. Šīs "gaisa lēcas" gan ir visai vajas (dioptrijās to stiprums var būt 0,0001, – desmitiem tūkstošu reižu vājākas nekā parastas brilles). Lēcu atbilstoši ļoti garais fokusa attālums nozīmē, ka tikai lielā attālumā no novērotāja tās spēj radīt butiskus efektus. Tas ir iemesls, kāpēc turbulence teleskopu tuvumā nespēj izraisīt zvaigžņu mirgošanu.

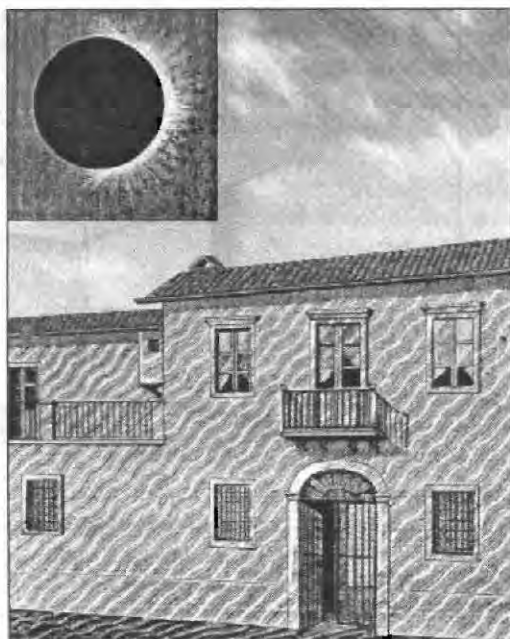
Tāpat arī varam sakt izprast, kāpēc planētas (gandrīz) nemaz nemirgo. Zvaigžņu leņķiskie izmēri ir tik niecīgi tāpēc, ka gaisma ir gājusi tikai caur vienai "gaisa lēcu" grupai. Taču planētu daudz lielākie leņķiskie izmēri nozīmē, ka gaisma no planētas dažādām diska daļām izgājusi katra caur savu gaisa lēcu grupu. Kopējās spožuma izmaiņas planētai tad veidojas kā caurmēra vertība lielākam skaitam

dažāda lieluma svārstību. Šai vidējai vērtībai ir tikai nenozīmīgas izmaiņas: planētu spožums šķiet nemainīgs.

Lidojošās ēnas. Retos gadījumos ir iespējams ar neapbruņotu aci novērot šo apgaismojuma ornamentu uz zemes (t.s. "lidojošās ēnas"). Tas var notikt sekundes pirms (vai pēc) pilna Saules aptumsuma, kad Mēness aizklājis gandrīz visu Saules disku, tā ka atlikušais ir tikai zvaigznei līdzīgs spožs punktiņš. Šo ēnu "lidošanas" ātrums un virziens seko vējiem atmosfēras augšējos slāņos, kuri sevi nes gaiss neregularitātes. Šī reti (un grūti) novērojamā, ļoti ipatnējā gaismas rotaļa Zemes atmosfēras dibenā visai precīzi atbilst tai, kura viegli novērojama ūdens baseinos (*sk. 2. att.*).

Šo efektu tuvākas studijas prasa modernus optiskos instrumentus, precīzu elektroniku, jutīgus un ātrus gaismas detektorus, kā arī iespējas apstrādāt lielus datu kvantumus. Viena mūsu pētnieku grupa (no Lundas observatorijas Zviedrijā) nesēn veica plašāku tādu zvaigžņu mirgošanas izpēti, veicot mērījumus Lapalmas (*La Palma*) kalnu galotnē Kanāriju salās. Turienes starptautiskā observatorija atrodas 2400 metru virs jūras līmeņa, ir viena no pasaules labākajām vietām astronomiskiem novērojumiem optiskā diapazonā. Lapalma ir ārējā no Kanāriju salām, t.i., atrodas vistālāk no Āfrikas krastiem Atlantijas okeānā (to tikai nevajag jaukt ar pilsētu Laspalmasu (*Las Palmas*), kas atrodas kādā citā Kanāriju salā.)

Lapalmas observatorijā atrodas teleskopī, kas tur izvietoti no daudzām dažādām valstīm. Tieši šīm studijām tika izmantots neliels Zviedrijas Karaliskās Zinātņu akadēmijas teleskops (*sk. 3. att.*). Novērojumus veicām kādas trīsdesmit nakts, sadalītas pa dažādiem gadalaikiem un dažādos laika apstākļos. Teleskopa spoguļa diametrs ir 60 cm, taču vairums mērījumu tika izmantoti daudz mazāki atvērumi (parasti tikai dažī cm), lai izšķirtu telpiskas detaļas "lidojošās ēnās". Teleskopa priekšā tika piestiprinātas dažādas maskas ar atšķirīga skaita atvērumiem un ar dažādiem nofor-



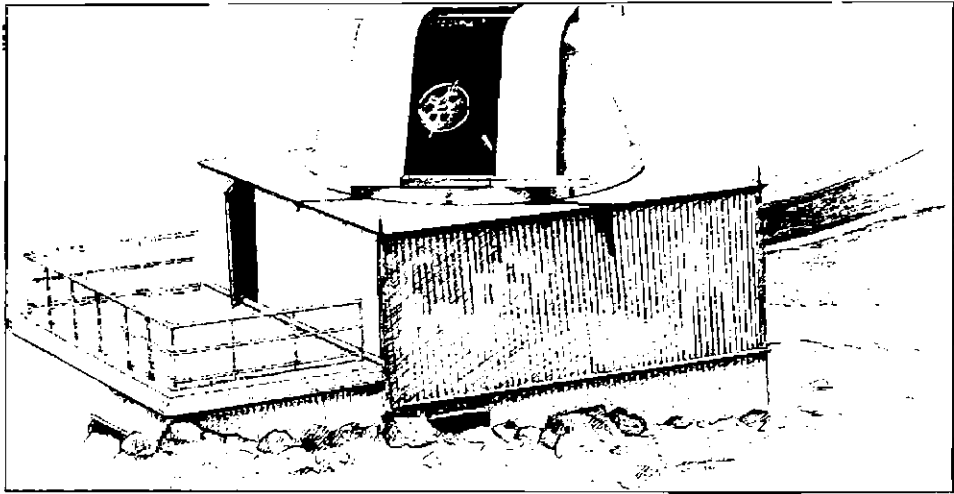
2. att. "Lidojošās ēnas" Saules aptumsuma laikā.

Īsus mirkļus pirms un pēc pilna Saules aptumsuma ar neapbruņotu aci ir iespējams novērot "lidojošās ēnas" uz zemes. Attēls rāda kā kāds mākslinieks tos uztvēris uz kādas mājas sienas Sicīlijā. Kad tādas ēnas nakti lido garām acīm, tiek novērotas straujas zvaigžņu spožumu izmaiņas: zvaigznes mirgo.

mējumiem. Attēlā redzama viena no tādām maskām: tai ir divi apaļi atvērumi, katrs ar 10 cm diametru, tās novietotas 45 cm attālumā viena no otras. Masku varēja iegriezt dažādos leņķos, lai noteiktu "lidojošo ēnu" kustības virzienu (un līdz ar to vēja virzienu atmosfēras augstākajos slāņos).

Kā precīzi mainās zvaigžņu gaisma?

Mirgojošas zvaigznes spožums strauji izmainās. Bet tieši kā? Vai izmaiņas varbūt ir statistiski simetriskas ap kādu stabilu caurmēra spožumu? Vai varbūt ir priekšroka kādām speciālām novirzēm no caurmēra spožuma? Lai noskaidrotu tādus jautājumus, tika veikts ļoti liels skaits (miljoniem) mērījumu, nosakot



3. att. Teleskops ar aparāturu zvaigžņu mirgošanas mērīšanai Lapalmas kalnu observatorijā.

Kupols ar 60 cm teleskopu, maska ar diviem apaļiem atvērumiem sedz teleskopa priekšpusi. Mērot zvaigžņu gaismas svārstības caur dažādiem maziem atvērumiem, ir iespējams noskaidrot īpašības tām "lidojošām ēnām", kuras izraisa zvaigžņu mirgošanu. *Merdada Tebana zīmējums pēc autora foto.*

zvaigžņu acumirkligo spožumu un vēlāk analizējot to statistisko sadalījumu.

Ja zvaigžņu gaismu uz zemes fokusētu liels skaits atmosfēras "lēcu", cita no citas neatkarīgas, varētu sagaidīt, ka statistiskais sadalījums ap caurmēra spožumu atbilstu t.s. normālajai jeb Gausa liknei. Taču tas nebūt nav tas, ko novēro! Visai bieži notiek tā, ka zvaigzne īsu brīdi (dažas milisekundes) ir "negaidīti" spožāka par caurmēru. Tas, kas pakļaujas normālai liknei, *nav* zvaigžņu gaismas spožums kā tāds, bet gan spožuma matemātiskais logaritms. To var iztulkot tā, ka gaismu fokusējušās nevis liels skaits "gaisa lēcu", kas atrodas cita *blakus* citai, kuras virzījuši gaismu pret zemi un kur mes novērotu to efektu *summu*, bet gan gaismā ir izgājuši caur virkni lēcu, kas atrodas cita *pēc* citas un kur mēs novērojam tās efektu *reizināšanu*.

Citi mirgošanas efekti atrodas krāsu atkarībā. Jau ar neapbruņotu aci var ievērot, ka zvaigznes tuvu pie apvaršņa šķiet krāsainas, t.i., zvaigznes maina ne tikai savu spožumu, bet arī savu krāsu. Šī t.s. hromatiskā mirgošana rodas tāpēc, ka gaisa jūra darbojas arī

kā prizma, sadalot zvaigznes gaismu visās tās krāsās no violeta līdz sarkanam. Arī "lidojošās ēnas" uz zemes kļūst sadalītas: katrs tās apgaismojuma punkts tiek izvilktis spektrā un, kaut gan šo ēnu ornaments var būt līdzīgs dažādās krāsās, sarkano krāsu ēnas uz zemes kļūst nobīdītas (varbūt pārdesmit centimetru) no violeto krāsu ēnām. Tā kā ēnas seko vējam augstos gaisa slāņos, novērotājs gan redzēs tās pašas izmaiņas dažādās krāsās, bet ar zināmu laika aizturi, varbūt dažas sekundes simtdaļas, starp sarkano un violeto.

Kombinācija, kad zvaigznes nereti iezibsnās daudz spožāk nekā caurmērā, tani paša laikā mirgodamas dažādās krāsās, ir izraisījusi zvaigžņu poētiskus aprakstus – "dimants debesis" vai "spožais kristāls" u.tml. Lidzību ar dārgakmeņu mirdzešanu, kad to apgaismo no dažādām pusēm, ir daudz, arī tad, ja fizikālie iemesli ir atšķirīgi.

Kā piemānīt Zemes atmosfēru. "Lidojošo ēnu" struktūru lielumus var noskaidrot, izmainot lielumu tiem maskas atvērumiem, caur kuriem tiek veikti mērījumi. Izrādās, ka valdošais mērogs ir aptuveni 5–10 cm. Tas

nedaudz atšķiras dažādu krāsu gaismai un ir arī nedaudz atkarīgs no meteoroloģiskajiem laika apstākļiem (piemēram, tieši kādā augstumā atrodas turbulenti slāņi). Gaiss ar stiprāku turbulenci, kas izraisa spēcīgu mirgošanu, bieži atrodas t.s. tropopauzes tuvumā, apmēram 10 km virs jūras līmeņa. 7 km virs tipiskām kalnu observatorijām. Mērogs 5 – 10 cm atbilst atmosfēras interferences plankumu (angl. *“speckle”*) ornamentam un ir radniecīgs tam (gan ar daudz mazākiem plankumiem), kas redzams projicētā lāzera gaismā.

Ar tipisku vēja ātrumu 10 metru sekundē, šie 5 vai 10 cm tiek “pārpūsti” 5 vai 10 milisekundēs. Tādi atstatumi un laika termiņi veido prasību specifikāciju tai *adaptīvai optikai*, kura būs vajadzīga, lai nākotnē korrigētu šo “lidojošo ēnu” efektus. Tādas sistēmas prasīs ātri iestatāmus spoguļu elementus, šķidro kristālu filtrus vai citas sistēmas, kurām būs jāveic enu korekcijas pār teleskopa pilno atverumu, ar atbilstošu izšķirtspēju telpā un laikā. Tādas sistēmas bus prasīgākas nekā tās, kas līdz šim attīstītas tai adaptīvai optikai, kura jau darbojas daudzās pasaules lielākas observatorijās (bet kura tikai korigē attēlu izplūdi un drebēšanu). Lieliem teleskopiem ar 5 – 10 m spoguļu diametru vajadzēs kādus 10 000 korekcijas elementu, kuri visi tātad būs jāizveido jāiestata nedaudzu milisekunžu laikā.

Astronomija bez mirgošanas. Kāpēc izvairīties no mirgošanas? Ka zvaigznes mirgo, tas varbūt ir romantiski, taču astronomiem, kuri vēlas veikt precīzus mērījumus, mirgošana ir traucēklis, no kura pēc iespējas mēģina izvairīties. Pastāv rinda izaicinošu **novērošanas** programmu, kuru īstenošanu līdz šim izjaukusi tieši zvaigžņu mirgošana.

- Zvaigžņu seismiskās pulsācijas. Jau agrāk ir atklāts, ka visa Saule dreb kā milzīga želejas masa. Izmērot ļoti niecīgās spožuma izmaiņas, kas seko šīm vibrācijām, to periodus (frekvences) var nosacīt kā tonus no trīsdimensiju mūzikas instrumenta. Analizējot tos, var noskaidrot apstākļus dziļi Saules iekšienē, tāpat kā Zemes iekšiene

tikusi izpētīta, mērot viļņus no zemestrīcēm. Taču līdzšinējie mēģinājumi noteikt atbilstošās vibrācijas citām Saulei kaut cik līdzīgam normalām zvaigznēm ir beigušies neveiksmīgi Zemes atmosfēras “trokšņu” dēļ.

- Straujas izmaiņas gāzu plūsmās stipros gravitācijas laukos: daudz balto punduru, neitronu zvaigžņu, kā arī melno caurumu kandidāti atrodas dubultzvaigžņu sistēmās, kur gāzes no vienas zvaigznes arējā apvalka plūst uz otru objektu ta stiprā smaguma spēka ietekmē. Gāzu rotācijas un kustības daudzuma iedarbībā, tās tūlīt neuzkrit, piemēram, neitronu zvaigznei, bet gan izveido t.s. akrecijas disku. Tē var sastapt arkatīgi augstas temperatūras un milzīgus magnētiskus laukus, kuri kopā pieļauj eksotiskus fizikālus procesus, starp citu dažādas nestabilitātes, kuras var attīstīties daudz straujāk nekā sekundes laikā tajos pašos laika mērogos, kur Zemes atmosfēras efekti ir visvairāk izteikti. Tapēc tos vajag ļoti izprast, lai no neverotajām spožuma izmaiņām varētu atdalīt tās, kuras radušās kosmiskajos objektos, un tās, kuras radušās Zemes atmosfērā.

- Viena ļoti izaicinoša problēma, kur vajadzīga mirgošanas korekcija, ir tieši *eksoplanetu* attēlošana, t.i., *planētu* ap citām zvaigznēm, nevis Saules. Pēdējos gados vairāku tādū planētu eksistence ir atklāta, izmērot sikas, bet periodiskas izmaiņas zvaigžņu kustībā, kuru izraisa eksoplanetu kustība orbīta ap savu zvaigzni. Taču no šiem pirmajiem atklājumiem līdz eksoplanētu tiešo attēlu iegūšanai vēl ir tālu.

Problēma nebūt nav tā, ka eksoplanētas spožuma ziņa butu **sevišķi vājas** (kaut gan tās tikai atstaro savas zvaigznes gaismu). Kas attiecas **uz spožumu**, tad pat mūsu Zeme, ja to novērotu **no** tuvāku zvaigžņu attāluma, būtu visai vienkārši atrodama jau nedaudz minūšu ekspozīcijā, izmantojot modernus detektorus un pat vidēja lieluma teleskopu. Prakse tas tomēr nav iespējams, tāpēc ka

novērotāju "apžūlbina" daudz miljonu reižu spožāka zvaigzne, kura debesis atrocas pavisam tuvu savai planetai. Zemes atmosfēras izkliedēto zvaigznes attēlu gan var saasināt ar normālu adaptīvu optiku, bet zvaigznes attēlu "projām" apžūlēt izkliedēts un ātri mainīgs lidojošo gaismas plankums. Šī gaisma ir daudzreiz spožāka par meklēto eksoplanētu un praksē padara tās novērošanu neiespējamu.

Šo efektu izraisa gaismas viļņu īpašības difrakcijas izpausme. Ja kaut kas tiek novietots gaismas ceļā (teleskopam priekšā), rodas atbilstošs apgaismojuma ornaments iegūtajā zvaigznes attēlā. Teleskopiem parasti ir otrs mazāks spogulis virs galvenā, kuru tur krustenīši ar diviem perpendikulāriem stieniem. Tāpēc zvaigznes attēlam ir četri perpendikulāri gaismas "stari", kuri simetriski apjož zvaigznes gandrīz punktveida attēlu. Efektam nav nekāda sakara ar Zemes atmosfēru, tas tāpat rodas teleskopiem, kas izvietoti kosmosā. Ja teleskopu turpreti sedz izkliedētas "lidojošās ēnas", tad tās teleskopam rada citu (izkliedētu) difrakcijas attēlu, kas izmainās tikpat ātri kā pašas ēnas un tāpēc ir grūti kalibrējams.

Kā izvairīties no mirgošanas? Tagad mēs pietiekami labi izprotam gaisma svārstības, lai varētu izprast, kā efektus samazināt vai pat novērst. It kā vislabāk butu novietot teleskopus kosmosā, tādējādi pilnībā izvairīties no atmosfēras. Taču tas ir saistīts ar virkni citu problēmu. Kad Habla kosmiskais teleskops 1990. gada tika ievadīts orbitā, tam klat bija arī viens instruments, domāts tieši zvaigžņu gaismas mērīšanai bez mirgošanas traucējumiem. Diemžēl to nevarēja sevišķi efektīvi izmantot, jo toreiz Habla teleskopam bija optiskās nepilnības, bet vēlāk šo instrumentu novāca, lai dotu vietu papildu optikai, tādējādi novēršot optiskos trūkumus. Uz Zemes var izmantot daudz lielākus teleskopus nekā kosmosā - kosmosa Habls ar savu 2,4 m diametru ir daudz mazāks nekā ESO (Eiropas Dienvidu observatorijas) "Very Large Telescope", kura

četrus teleskopu vienību (katrai 8,2 m diametrs) montāža pašlaik tiek pabeigta Atakamas tukšnesī Čīlē. Reāli lielu kosmisku teleskopu sevišķi izaicinošiem projektiem vienkārši trūkst.

Dažas vietas uz Zemes var novērot mazāku mirgošanu nekā citur. Kalnu observatorijās, kā, piemēram, Havaju vai Kanāriju salās jau ar neapbruņotu aci var manīt, ka zvaigznes mirgo būtiski mazāk nekā citur. Vietas uz Zemes, virs kurām atmosfēras gaiss ir vismierīgākais, visticamāk ir austrumu Antarktīdas augstiene, piemēram, turienes "Dome C" atrodas vairāk nekā 4000 metru augstumā virs jūras līmeņa. Šīs eksotiskās vietas pašlaik tiek pārbaudītas attiecībā uz to piemērotību astronomiskiem mērījumiem. Arī lidojošās observatorijas, kur teleskopi ierīkoti lidmašīnās, kuras pacelas virs vairuma turbulento gaisa slāņu, uzrādā nīcīgu mirgošanu. Taču problēmu var būt diezgan, ja grib lietot teleskopus Antarktīdas iekšienē vai novietotas reaktīvas lidmašīnas: nav arī reāli izgatavot tādus instrumentus, sevišķi lielus. Daudzsološāk tāpēc liekas izmantot tos ļoti lielos teleskopus, kurus tagad beidz celt drusku "normālākās" observatorijās. Zināšanas, kuras tagad esam ieguvuši par mirgošanu, dod pamatojumu, lai pie šiem teleskopiem varētu konstruēt instrumentus, kas palīdzētu izvairīties no tās nevelamiem efektiem.

Mirgošana jaunajā gadu tūkstoši. Zvaigžņu mirgošana jau ir studēta gadu tūkstošiem ilgi. Bet kas atliek tagad, kad Zemes atmosfēra visumā ir izprasta un kalibrēta? Taču nakamā gadu tūkstoši mūs gaidīs jauni izaicinājumi. Vārbūt pienāks laiks studēt, ka zvaigznes mirgo, ja tās novēro no *citu planētu* virsmām, kur var sagaidīt citus efektus nekā uz Zemes - tur ir citi meteoroloģiskie apstākļi un atmosfērās cita ķīmija. Nezin, cik romantiski varētu mirgot zvaigznes, rietot pie Marsa apvāršņa? Vai kā tās mirgo, raugoties caur vulkāniskajiem gāzes mākoņiem, kuri izmesti no Jupitera pavadoņa Jō?

Mirgošana nav tikai redzamas gaismas pa-

rādība. Radioviļņos, izretinātā, bet karstā gāze Saules veidī (un arī tā ir starpzvaigžņu telpā) rada līdzīgus efektus kā gaiss optiskajā diapazonā. Kosmiskie radioavoti mirgo tāpat kā zvaigznes redzama guismā. Vienā no savām pēdējām publikācijām, nesen mūžībā aizgājušais amerikāņu astronoms Kārls Seigans (*Carl Sagan*) pat izskatīja, kā tieši radio mirgošanas īslaicīgās izmaiņas varētu ietekmēt mū-

su iespējas atrast signālus no iespējamās inteligēntas dzīvības citur Visumā.

Kaut gan ir pagājuši daudzi gadu tūkstoši, kopš Austrālijas aborīģēni no rietumzemju domātāji sāka izteikt savas domas par mirgošanas cēloņiem, šķiet, ka arī nākamā gadu tūkstoši mūs turpinās saistīt zvaigžņu mirdzēšana un mirgošana.

Saites. Interneta tīmeklī var turpināt iepazīties ar zvaigžņu mirgošanu, adaptīvo optiku un līdzīgiem jautājumiem.

<http://www.astro.lu.se/~daines/HTML/SCINTILL.html>

Autora lapās par zvaigžņu mirgošanu (angļu valodā) starp citu var atrast filmu sekvences, kas rāda zvaigžņu "lidojošās ēnas" par teleskopu spoguļiem, tur ir arī tehniski detalizēti aprakstīti par mirgošanas īpašībām.

<http://www.eso.org/projects/uot/>

ESO (Eiropas Dienvidu observatorija) aprakstu adaptīvās optikas principus un to izmantošanu savos teleskopos Čilē.

<http://www.iac.es/>

Šī trešā adrese ir Kanāriju salu observatorijām, lielākais observatoriju komplekss, kas atrodas Eiropas tuvumā, un vieta, kur tika veikti novērojumi, kas aprakstīti tekstā. 🐦

KUR VAR IEGĀDĀTIES GADALAIKU IZDEVUMU "ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS"?

Pēdējo gadu "Zvaigžņoto Debess" vislētāk var iegādāties apgāda "Macību grāmata" grāmatu galdā, kas atrodas Rīgā, Raiņa bulvārī 19, Latvijas Universitāte (3. stāvā pa kreisi), kā arī izdevniecības "Zinatne" grāmatnīcā, Akadēmijas laukumā 1 Zinātņu akadēmijas Augstceltnē (1. stāvā pa kreisi).

Jaunākos numurus tirgo Jāņa Rozes grāmatnīca (Krišjāņa Barona iela 5), Grāmatu nams "Valters un Rapa" (Aspazijas bulvārī 24), kā arī vairākās citās grāmatnīcās.

"Zvaigžņoto Debess" var abonēt arī Latvijas pasta nodaļas – tā jūs ietaupīsiet laiku un līdzekļus.

Redakcijas kolēģija

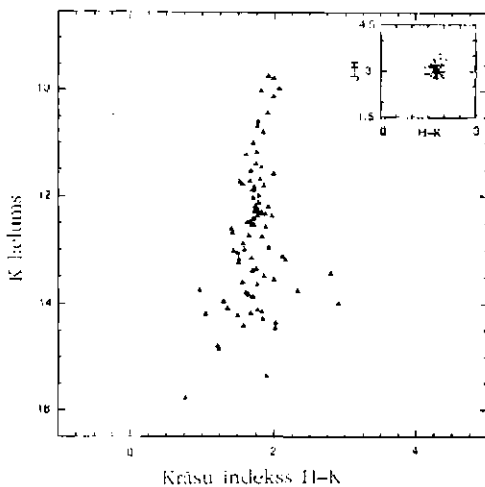
ULDIS DZĒRVĪTIS

NEPARASTA ZVAIGŽŅU KOPA GALAKTIKAS CENTRĀ

Galaktikas centrs no mums ir aizsegts ar bieziem putekļu mākoņiem un tādēļ acij redzamā gaismā nesaskatāms. Te jāizpalīdzas ar lielāka viļņu garuma starojumu – infrasarkano un radio viļņiem. Astronomisko objektu detalizēta attēla iegūšana infrasarkanajos staros ir strauji attīstījusies tikai pēdējos gadu desmitos, tādēļ, pētot Galaktikas centru, aizvien izdodas atrast ko interesantu. Nesen Kalifornijas Tehnoloģiskā Institūta pētnieki E. Serabins, D. Šupe un D. Feidžers ziņoja par unikālas zvaigžņu kopas atrašanu apmēram 25 pc attālumā no Galaktikas centra. Kopa raksturīga ar liela daudzuma karsto masīvo O spektra tipa zvaigžņu blīvu koncentrāciju nelielā tilpuma. Viņi savus novērojumus izdarīja ar lielo Kecka teleskopu, kura galvenā spoguļa caurmērs ir 8 m. Attēla iegūšanai tika izmantota pret infrasarkanā starojumu jutīgu gaismas čirožu matrica, sastāvošu no 256x256 elementiem (pikseliem) ar skalu 0,15" uz pikseli un ar kopējo lauku 38,4x38,4". Attēli tika iegūti J (1,25 μ), H(1,66 μ) un K (2,12 μ) staros. Kopas krāsains attēls, kurš iegūts ļoti labos redzamības apstākļos ar attēla caurmēru pusmaksimumā 0,45", parādīts *attēla krāsu ielikuma 1. lpp.* Uzkrītoša ir liela daudzuma spožo zvaigžņu koncentrācija aplī ar 6" caurmeru, kas atbilst 0,23 pc, ja Galaktikas centra attālums ir 8 kpc. Tajā saskaitāmas ap 120 O spektra klases zvaigžņu, un starp zvaigžņu vides absorbcija redzamajā gaismā pirms kopas ir 28,4 mag. No iegūtajiem krāsu indeksiem secināms, ka agrākais spektra tips ir O3. Tas liecina, ka kopas vecums ir tikai dažī miljoni gadu. Kopas krāsu indeksa H-K

un K lieluma diagramma parādīta *attēla*. Visas atklātas zvaigznes pieder O tipam un redzams, ka visas tās novietojušās uz galvenās secības. Zvaigžņu izkliede galvenās secības lejasdaļā rodas no tā, ka vājāko ciešo zvaigžņu attēli sāk saplūst kopā. Attēla augšējā labajā stūrī ievietotā spožāko zvaigžņu krāsu indeksu diagramma liecina, ka tiešām visas šīs zvaigznes pieder O tipam, jo visi punkti izvietojas cieši kopā.

Spožajām kopas zvaigznēm masa ir ap 20



K lieluma krāsu indeksa H-K diagramma jaunatrastajai kopai. Attēlotas spožākas O zvaigznes kopas centrālajā laukumā ar 6" caurmeru. Labējā augšējā stūrī ievietota spožāko zvaigžņu krāsu indeksu diagramma. Kompaktais punktu izvietojums tajā liecina, ka visas zvaigznes pieder tam pašam tipam.

M_{\odot} , bet kopējo kopas masu var novērtēt, ja spožo zvaigžņu masas funkciju ekstrapolējam uz vājākām zvaigznēm, izmantojot tas tradicionālo pakāpes funkcijas atkarību. Tas dod kopas masai novērtējumu ap $5000 M_{\odot}$, ievērojot zvaigznes ar masu lielāku par $1 M_{\odot}$. Mūsu Galaktikā nav zināms otrs tads objekts, kur tik daudz agro zvaigžņu būtu koncentrējušās tik nelielā tilpumā. Līdzīgas kopas gan ir zināmas Magelāna Mākoņos. Tāda ir kopa R 136 Lielajā Magelāna Mākonī, kuru sākumā notureja par ārkārtīgi masīvu zvaigzni un kura atrodas karsto zvaigžņu un putekļu mākonī jonizētā ūdeņraža apgabalā 30 Doradus (Zelta Zivs zvaigznājs), taču jaunatrstas kopas caurmērs ir tikai trešā daļa no R 136 caurmera un arī zvaigžņu blīvums tajā ($\sim 3 \times 10^5 M_{\odot}/\text{pc}^3$) pārsniedz R 136. Patiesībā jaunatrstā kopa Strēlnieka zvaigznāja pēc zvaigžņu skaita un to koncentrācijas uzskatāma par nelielu lodveida zvaigžņu kopu. Visas citas agrāk zināmas Galaktikas lodveida zvaigžņu kopas sastāv no vecām zvaigznēm ar mūža ilgumu ap 10 miljardi gadu un spožākās zvaigznes tajās ir sarkanie milži ar masu $0,8-1 M_{\odot}$. Tādēļ jaunatrstā kopa krasi atšķiras no tām. Taču tai līdzīgas "zilās" lodveida kopas ir pazīstamas Magelāna Mākoņos. Tā kā spirāļu zaros šādas kopas nav sastopamas, tad tas norāda, ka Galaktikas centrā jaunu masīvu zvaigžņu

veidošanās process norit intensīvāk nekā zaros. Līdzīga aina vērojama arī citās milzu galaktikās. To spirāļu zaru kopu masa ir $100-1000 M_{\odot}$, bet kodolos $10^4-10^5 M_{\odot}$, savukārt pārmilzu galaktikās ar intensīvu zvaigžņu jaunradi veidojas superkopas ar masu $10^5-10^6 M_{\odot}$.

Lai veidotos jaunas kompakts zvaigžņu kopas, jāpastāv efektīvam mehānismam, kas molekulāro mākoņu materiālu pārvērs zvaigznēs. Par tādu atzīst intensīvu triecienviļņu izplatīšanos starpzvaigžņu vidē, kuri, saspiežot molekulāros mākoņus, dod sākotnējo impulsu zvaigžņu veidošanās procesam. Triecienviļņus rada masīvas zvaigznes sava mūža beigās uzliesmojot kā pārmovas. Zvaigžņu evolūcijas teorija liecina, ka tādā veidā savu mūžu beidz visas zvaigznes ar sākotnējo masu lielāku par $8-10 M_{\odot}$. Tādēļ zvaigžņu veidošanās procesam ir eksplozīvs raksturs – bīvo karsto zvaigžņu kopu zvaigznes, cita pēc citas uzliesmojot, rada specifiskus triecienviļņus, kuri, pārvietojoties uz blakus esošajiem molekulārajiem mākoņiem, izraisa arī tajos zvaigžņu veidošanos un tā šis ierosmes vilnis veļas aizvien tālāk, kamēr tiem izsmelta visa zvaigznes kondensēties spējīgā viela. Masīvu jaunu zvaigžņu kopas atklāšana mūsu Galaktikas centrā liecina, ka tajā zvaigžņu rašanās process norit daudz intensīvāk, nekā domāja līdz šim. 🐦

ARTURS BALKLAVS

MELNIE CAURUMI VAI Q-ZVAIGZNES?

Uz zvaigžņu evolūcijas un iekšējās uzbūves teorijām balstītie pētījumi rāda, ka šīs evolūcijas gaitā atkarībā no zvaigznes masas var veidoties ļoti kompakti un blīvi kosmiskie objekti. Tā, piemēram, ir zināms, ka zvaigznes masai evolūcijas beigū posmā nepārsniedzot, apmēram, $1,4 M_{\odot}$ – ta saukto Čandrasekara robežu, – zvaigzne pārvēršas par

balto punduri (bp), kura rādiuss ir ap 100 reīžu mazāks par Saules rādiusu.

Ja zvaigznes masa šajā evolūcijas vēljā stadijā ir lielāka par $1,4 M_{\odot}$, bet mazāka par apmēram $2,7 M_{\odot}$, tad tā kļūst par neitronu zvaigzni (nz), taču, ja šī masa ir lielāka par šīm $2,7 M_{\odot}$, tad tā var kļūt pat par melno caurumu (mc). Tipiskas nz rādiuss ir apmēram

10–18 km. Me rādiusi, tā sauktie gravitācijas rādiusi r_g , kuri nosaka šo objektu redzamības horizontu, ir ļoti atkarīgi no to masas un tos var noteikt pēc formulas $r_g = 2GM/c^2$, kur G ir gravitācijas konstante (apmēram $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$), M – mē masa (kg) un c – gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā ($3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$). Saules masas m_e ($M_e = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$) rādiuss ir tikai ap 3 km.

Astrofizikā ar mē palīdzību tiek mēģināts izskaidrot vairākas, galvenokārt ar ļoti lielu enerģijas daudzumu producēšanu saistītas kosmiskas parādības, no kurām pazīstamākā ir galaktiku kodolu aktivitāte (sk. piemēram, autora rakstu "Objektīvā – Galaktikas centrs", "Zvaigžņotā Debess", 1992. gada rudens, 8–10. lpp., ka arī krāsu attēlu vāku 2.lpp., kas ir pirmā novērojums – ar Habla kosmisko teleskopu – iegūtā, var teikt, aculieciņa, kura apstiprina astrofiziku izstrādāto priekšstatu pareizību par galaktikas kodolu uzību, un attēlu krāsu ielikuma 2. lpp., kas shematiski attaisno šo kodolu apkārtnē notiekošos procesus). Šajā gadījumā ir runa par mē, kuru masa sasniedz jau daudzus miljonus M_e , taču līdzīgi, lai gan mazāka mēroga (mazākas intensitātes) procesi principā norisinās arī jebkuru mē, ap kuru izveidojas pietiekami masīvs akreācijas disks.

Taču ir pētījumi, kuri liecina arī par mazākas masas mē iespējamu pastāvēšanu. Pa lielāku daļai tie balstas uz dubultzvaigžņu sistēmu novērojumiem, un runa ir galvenokārt par sistēmām, kuras izstaro rentgenstarus, saturot parastu, optiski novērojamu zvaigzni un kompakto, neredzamu komponenti. Precīzi šādu dubultsistēmu novērojumi ļauj aprēķināt abu komponentu masas, un, ja kompakta objekta masa izrādās lielāka par n_z masu augšējo robežu, apmēram, $3 M_e$ (rotējošai n_z atkarībā no rotācijas ātruma šī kritiskās masas robeža var būt lielāka), tad ir pamats domāt, ka šis kompaktais objekts varbūt ir mē.

Visperspektīvākie mē kandidāti ir sastopami tā saukto miksto rentgenstaru tranzientu (tranzient – no angļu valodas: pārejošs, īsla-

cīgs, pagaidu) objektu vidū. Tā ir zemas masas rentgenstarojumu ģenerējošu dubultzvaigžņu apakšklase. Tām raksturīga atkārtota, galvenokārt neregulāra, t.i., epizodiska akreācijas diska uzkrāšanās un izžušana vai iztukšošanās. Akreācijas diska dažādo slāņu intensīvā savstarpējā berze, kura rodas, šiem slāņiem ar dažādu ātrumu rotējot kompakta objekta ārkārtīgi spēcīgajā gravitācijas laukā, izraisa šo slāņu sakaršanu līdz ļoti augstai temperatūrai un ir novēnāta rentgenstarojuma cēlonis (var skatīt arī autora rakstu "Akreācijas diska fizika", "Zvaigžņotā Debess", 1991/95. gada ziema, 21–23. lpp.). Mierīgos periodos dubultsistēmas akreācijas disks ir ļoti vājš, resp., retināts, un tad ir iespēja veikt precīzu, detalizētu sistēmas optiski novērojamā objekta fotometriju un spektroskopiju un tadējādi iegūt nepieciešamos datus arī kompaktais, neredzamās komponentes masas aprēķināšanai.

1.attēla sniegti dati (kosmiskā objekta astronomiskais apzīmējums un aprēķinātā masa) par pazīstamākām tādlus kompakts veidojumus kā n_z un, iespējams, arī mē saturošām sistēmām un atsevišķiem kosmiskiem objektiem (attēls ņemts no Lielbritānijas Karaliskās Astronomijas biedrības zinātnisko publikāciju žurnāla *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol.294, No.2, 21 February 1998, p. L25–L29). Šobrīd par visdrošāko mē kandidātu tiek uzskatīts objekts V404 Cyg.

Taču jāatzīmē, ka kompakto objektu masu augšējo robežu noteikšana ir ļoti sarežģīts uzdevums. Kā izņēmumu varētu uzskatīt vieniģi bp, kuriem ir pietiekami labi zināms vielas stāvokļa vienādojums, kas ir visas šīs problēmas galvenā atslēga. Bp šīs vielas stāvoklis, kas nosaka to blīvumu ap 10^9 g/cm^3 , struktūru un izmērus, ir deģenerēta elektronu gaze, kuras stāvokļa vienādojums, ka jau atzīmēts, ir zināms pietiekami labi. Bet ja vielas blīvums sasniedz un pārsniedz atoma kodola vielas blīvumu, t.i., kļūst ap $2.8 \cdot 10^{14} \text{ g/cm}^3$, stāvoklis ļoti sarežģģas, jo nav pietiekami labi zināma protonu, neitronu, mezonu un hipe-

Lielbritānijas Karaliskās Astronomu biedrības žurnāla numurā.

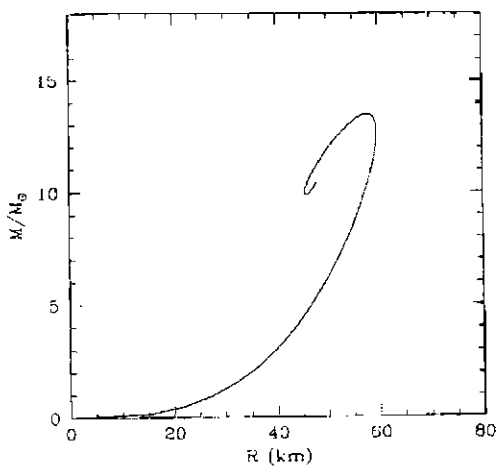
Viņu pētījumi faktiski ir turpinājušas citu kodolfiziku un astrofiziku pētījumiem par tā saukto divaino zvaigžņu eksistences iespējām, t.i., tādu zvaigžņu pastāvēšanu, kuru kodolu vielu veido divainie kvarki – pašreiz zināmas viselementārākās nuklonu sastāvdaļas. Šo zvaigžņu kodola viela pašgravitācijas dēļ ir tik saspiesta, ka var notikt nuklonu saplūšana, un viss zvaigznes kodols ir ka viens liela izmēra vai milzu nuklons, kurā parasti nuklona izmēros iespiesti kvarki tagad brīvi kustas visā zvaigznes kodola tilpuma noteiktajā pseidovakuumā. Šāda milzu nuklona tā sauktais bariona skaitlis vairs nav 1, kā tas ir parastam nuklonam, bet gan, apmēram, 10^{57} . Masas un rādiusi šīm neparastajām zvaigznēm, kā izriet no to stāvokļa vienādojumu risinājumiem, ir apmēram tādas pašas kā n.z. To pašu var teikt arī par šo zvaigžņu masu augšējo robežu, kas ir ap $2 M_{\odot}$.

Taču, kā izrādās, ir dažas efektīvas stiprās sadarbības lauku teorijas, kas pieļauj, ka tā sauktais konfinaments (*confine* no angļu val. – ierobežot, saistīt) princips vai nosacījums, kas nuklonā saista kvarkus, neļaujot tiem pastāvēt brīvā veidā (to "izraušanai" no nuklona ir nepieciešama faktiski bezgala liela enerģija), var saistīt arī nuklonus (neitronus un protonus) blīvumos, kas ir vairākkārt lielāki par kodolvielas blīvumu. Šāda vielas stāvokļa vienādojuma risinājums rada, ka tiešām var pastāvēt stabila konfigurācija, kuru autori nosauca par Q-stāvokli, t.i., var pastāvēt Q-zvaigznes (šeit gan nepieciešams ievērot, ka burts "Q" nav lietots kā saīsinājums vārdam "kvarks", bet apzīmē tā saukto saglabāto jeb "iekonservēto" daļiņu skaitli). Izrādās, ka Q-zvaigznēm ir ļoti augsta maksimālās masas robeža, resp., tās var pastāvēt pat līdz masām, kas pārsniedz 100 M_{\odot} .

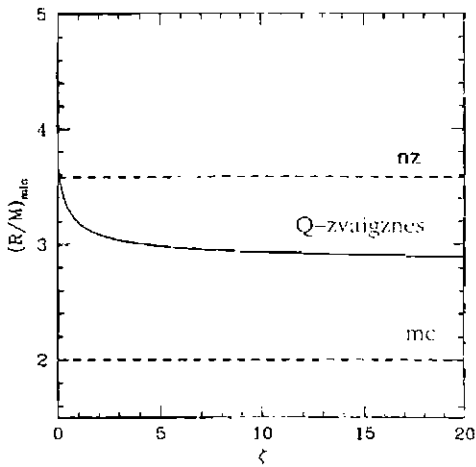
3. attēlā ir sniegta Q-zvaigžņu masas un rādiusa sakarības aprēķina piemērs izvēlētiem nuklonu un citu elementārdaļiņu mijiedarbības parametru vērtībām, kuras nav precīzi

zināmas. Redzam, ka mazas masas Q-zvaigznēm masa M ir proporcionāla rādiusa kubam (R^3), bet masai pieaugot, blīvuma profils kļūst arvien izteiktāk asāk vērsts uz centru. Centrālā blīvumam pieaugot vēl vairāk, tiek sasniegta šim modelim maksimāli iespējamā masas vērtība, pie kuras modelis vēl ir **stabilis** attiecībā pret radiālām perturbācijām, resp., attiecība R/M ir ar minimālo vērtību. Masai un blīvumam turpinot palielināties, modelis zaudē stabilitāti, t.i., Q-zvaigzne beidz pastāvēt, acimredzot pārvēršoties par īstu n.z. Tas parādīts 4. attēlā, kurā redzams, ka Q-zvaigznes, t.i., stabilās konfigurācijas, kuras pastāv attiecībā $(R/M)_{\text{min}}$, atkarībā no tā sauktā ζ faktora, kas ir proporcionāls ierobežojošā skalārā lauka enerģijas blīvumam un konstantei, kura raksturo atgrūšanās spēkus starp nukloniem, var ieņemt, ja tās patiešām reāli eksistē, starposmu starp n.z un m.c, grupējoties ap $(R/M)_{\text{min}} < 3$ (precīzāk, 2,8) visu plašajā iespējamā ζ vērtību diapazonā no 0 līdz bezgalībai.

Stabila nerotējoša Q-zvaigzne ar masu 12 M_{\odot} ir ar rādiusu ap 52 km, salīdzinot ar tādas pašas masas un nerotējošu m.c, kuram R ir



3.att. Q-zvaigznes masas un rādiusa sakarība. Uz ordinātu ass atlikta Q-zvaigznes masa M (izteikta Saules masas M_{\odot} vienībās), uz abscisas – Q-zvaigznes rādiuss R (km).



4.att. Neitronu zvaigžņu (nz), stabili nerotējošu Q-zvaigžņu un melno caurumu (mc) izvietojums diagramnā $(R/M)_{\min}$ vs ζ , kur ζ ir parametrs, kas atkarīgs no nuklonu saistošā skalārā lauka enerģijas blīvuma un atgrūšanās spēkiem starp nukloniem.

ap 36 km. Maksimāla Q-zvaigznes masa ir atkarīga no maksimālā blīvuma sliekšņa, vīrs kura Q-matērijas vai vielas stāvokļa vienādojumu vairs nevar lietot. Q-zvaigznes rotācija šo vispārīgo ainu maz iespaido.

Kā var atšķirt un vai vispār var atšķirt kompakto Q-zvaigzni no mc, ievērojot to, ka cieša pietuvošanās šiem objektiem, pat ja butu iespējama, novērotājam ir bīstama, bet abu šo objektu, t.i., Q-zvaigžņu un mc rādus atšķirības ir visai mazas?

Šī jautājuma analīze rāda, ka dažas iespējas pastāv. Pirmkārt, ja novērojumos varetu konstatēt zvaigznes virsmas, faktiski fotosfēras pastāvēšanu, tad uzreiz atkrīst jautājums par kompakto objektu kā mc, jo, kā labi zināms, mc virsma nepastāv. Ap mc pastāv tikai jau pieminētais notikumu horizonts, kura ekvatora rādus ir ap $r \sim 2M$ attālumā no mc

centra. Šī horizonta tiešā tuvumā akrecijas diska daļiņu orbītas kļūst nestabilas, un tās pazūd zem horizonta, faktiski pārstājot eksistēt ārpus horizonta esošam novērotājam.

Q-zvaigznes gadījumā šāda virsma pastāv un to varētu konstatēt pēc piemēram, spožiem plankumiem, kuri rastos akrecijas diska daļiņām pastiprināti bombardējot zvaigznes virsmu **apgabalos** ar palielinātu zvaigznes magnētiskā lauka intensitāti.

Otra iespēja ir konstatēt, ka akrecijas diska iekšējā robeža atrodas tuvāk par Q-zvaigznes rādus. Tas norādītu, ka kompaktais objekts ir mc.

Pētot fizikālos procesus akrecijas diskos, sevišķi to nestacionaritātes, kvaziperiodiskās oscilācijas u.c. parādības, atklājas, ka, nodrošinot šo procesu intensitātes izmaiņu laikā mērīšanu ar precizitāti, kas mazāka par 1 mikrosekundi (10^{-6} s), pavērtas iespēja noteikt akrecijas diska iekšējās robežas lokalizāciju, resp., attālumu no kompakta objekta centra, ja vien, protams, šāda labi konstatējama akrecijas diska iekšējā mala-robeža pastāv. Nerotējošiem kompaktiem objektiem šāda labi konstatējama iekšējā mala, uz kuras vēl pastāv stabilas orbītas, ir apmēram attālumā $r \sim 6M$, kas ir daudz tālāk par astrofizikālu interesi izraisošās Q-zvaigznes virsmu un neļauj izdarīt nozīmīgus secinājumus. Bet ja zvaigzne rotē, šis attālums samazinās un ļoti ātras rotācijas gadījumā var šo virsmu sasniegt. Un ja šajā gadījumā šis attālums izrādās mazāks par iespējamo Q-zvaigznes virsmas rādus, tad pieņemums par mc pastāvēšanu iegūst vērā ņemamu pamatojumu.

Šādi eksperimenti ar lielu laicisku izšķirtspēju tiek plānoti un nākotnē var gaidīt ļoti interesantus rezultātus, kuri var izrādīties pietiekami, lai apstiprinātu vai noraidītu hipotēzes par šādu divu ekstrēmi kompakto zvaigžņu pastāvēšanas iespējamību. 🐉

VĒLREIZ PAR VISUMA TUKŠUMAINO CELTNI

Mūsu dienās Visuma apdzīvotāju – galaktiku nevienmērīgais sadalījums telpā ir kļuvis par droši zinamu faktu. Sadalījuma nevienmērība spilgti izpaužas galaktiku tieksmē grupēties kopās un iespaidīgās superkopās, kā arī grandiozos vaļņos jeb sienās. Galaktiku sabiezinājumi mijas ar plašiem tukšumiem, kurus apdzīvo tikai nenozīmīgs galaktiku skaits. Par šīm Visuma celtnes īpatnībām ZvD lasītāji jau ir informēti vairākkārt (*sk., piem., Z. Alksne "Galaktiku kopas un superkopas Visuma tukšumos un supertukšumos" – ZvD, 1997. g. pavasaris, 2.–6. lpp.*).

Galaktiku sadalījuma nevienmērības astronomu uzmanību tomēr saista vēl arvien. Vieni cenšas detalizēti izpētīt galaktiku sadalījumu mūsu tuvākā apkārtnē, citi cenšas atsevišķos virzienos iedziļināties Visuma uzbūves celtnē pēc iespējas tālāk, vel citi lūko noskaidrot, vai atšķirības neparādās dažāda veida galaktiku sadalījumā utt.

Šoreiz pievērsisimies Izraēlas astronomu H. Elad un T. Pirana, kā arī Eiropas Dienvidu observatorijā strādājošā Brazīlijas astronoma L. Dakosta kopīgam pētījumam, ar kura rezultātiem viņi nākuši klajā 1997. gada vidū. Viņu mērķis bija izstrādāt algoritmu, kas dotu iespēju automātiski meklēt tukšumus galaktiku trīsdimensionālā sadalījumā, jo bieži vien tukšumu pildīta Visuma apraksti balstās uz vizuāliem iespaidiem, kādi rodas, aplūkojot galaktiku sadalījuma kartes. Algoritmam jāatveido divējādas liela mēroga struktūras: galaktiku sienas un tukšumi. Sienas tiek raksturotas kā samērā šauri plāni veidojumi, kuriem tipisks ļoti liels galaktiku sadalījuma blīvums. Tukšumi turpretī ir apgabali ar izteikti zemu galaktiku sadalījuma blīvumu, tomēr tiem nav jābūt pilnīgi tukšiem. Tos apdzīvo neliels skaits tā saukto "tukšumu galaktiku". Tukšumus citu no cita atdala sienas. Tukšumi var arī saskar-

ties savā starpā caur pārrāvumiem sienās, jo galaktiku sadalījums sienās nav pilnīgi viendabīgs.

Algoritmam ir jābūvē šīs galaktiku sienas un jāmeklā tukšumi starp tām. Galaktiku sienā tiek ieskaitīta ikviena galaktika, ap kuru nelielā sfērā atrodas vismaz vēl trīs citas galaktikas. Sfēras rādiusu nosaka galaktiku statistika kādā ierobežota telpas apjomā. Rādiuss nedaudz mainās no apjoma uz apjomu. Jebkura tukšuma meklējumi sākas, izdalot tā centrālo daļu kā no galaktikām tukšu sfēru. Vairumā gadījumu šī sfēra aizņem tikai aptuveni pusi no visa patīvošā tukšuma. Pirmā piegājienā ir svarīgi tikai identificēt katru tukšumu kā atdalītas, atsevišķas vienības esamību. Tālāk tukšums tiek būvēts, centrālās daļas sfērai pievienojot arvien jaunas sfēras, kas atrastas par tukšām.

Izstrādāto algoritmu minētie astronomi izmantojuši galaktiku kopumam, kas atrasts ar Infrasarkanā astronomiskā pavadoņa IRAS. Izdarot debess apskati infrasarkanajos staros, atrod un reģistrē nebūt ne visas galaktikas, bet gan tikai šajos viļņu garumos spēcīgi starojošas galaktikas. Izraudzītāja kopumā ietilpst galaktikas, kas 60 μm viļņu garumā izstaro ne mazāk par 1,2 Jy. IRAS apskata priekšrocība, salīdzinot ar daudziem citiem debess apskatiem, ir gandrīz visas debess sfēras aptveršana. Izņēmums, protams, ir Piena Ceļa josla, kur mūsu Galaktikas centrālajā plaknē esošie neaizredzamie putekļu mākoņi aizsedz citas galaktikas, nelaižot cauri pat to infrasarkanā starojumu. Šo joslu astronomi mēdz dēvēt par izvairīšanās zonu, bet šeit sauksim to par aizsegto zonu, skaidrāk izsakot lietas būtību. Aizsegtais zonas deļ novērotajā galaktiku sadalījumā aina rodas pārrāvums. Tāpēc minētie autori izlēmuši IRAS galaktiku kopumu dalīt divās daļās, un katru apskatīt

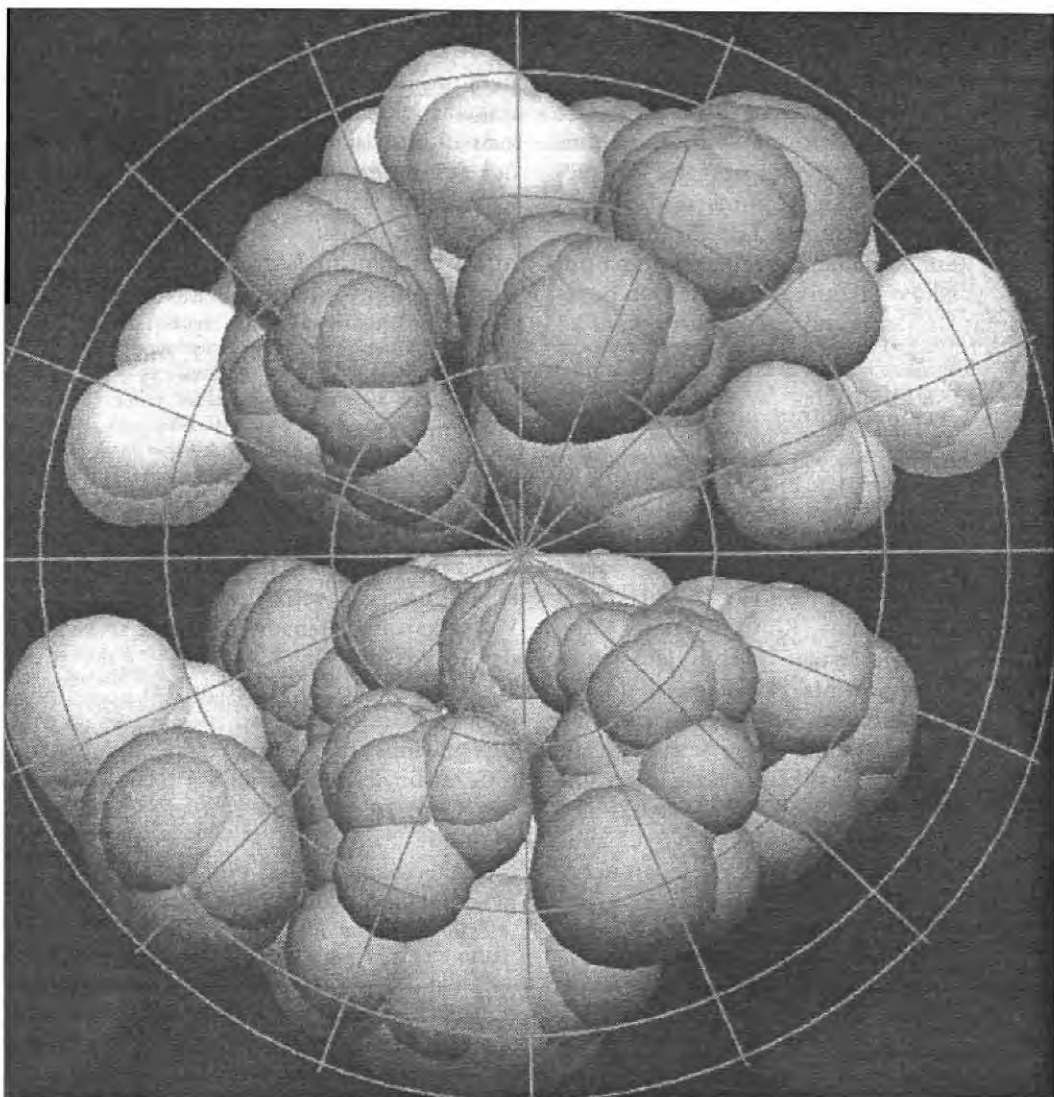
atsevišķi. Taču tā rikojoties, var dažus tukšumus sadalīt divos vai pat kādu pavisam pazaudēt. Taču pēc minēto pētnieku domām tas nevarot pārāk deformēt Visuma celtnes kopējo uzbūves ainu. Viņi uzskata, ka izvēlētais IRAS galaktiku kopums dod viņiem iespēju meklēt tukšumus līdz 80 Mpc attālumam, kaut gan attiecīgā telpas apjoma normalēs vājākās galaktikas varētu būt nesa-skatāmas. Infrasarkanā galaktiku uzskaiti kā pilnīgu var uzskatīt tikai apjomā līdz 50 Mpc attālumam. Tāpēc pie izvēlēta būvlaukuma robežām Visuma celtnes ainā var gādīties neprecizitātes.

Visuma celtnes būvei pētnieki izmantoja gandrīz 2000 galaktiku. Kādi tad ir rezultāti? Līdz 95% no visām aplūkotajām galaktikām iekļāvās telpas parblīvajos apgabalos – galaktiku sienās vai šķiedrās. Tās izrādījās tikai kādus 10 Mpc platas. Kļuva redzams krass kontrasts starp plānajām parblīvajām struktūrām, kas aizņem mazāko telpas daļu, un plašajiem tukšumiem. Pētniekiem pavisam izdevies atrast 24 tukšumus, kuru vidējais diametrs ir 40 pc. Šie tukšumi aizņem ap 50% no aplūkotā telpas apjoma, kamēr sienas tikai 25%. Atlikušo telpas daļu aizņem sīki tukšumi, kādi šajā pētījumā netika meklēti, kā arī nenozīmīgas galaktiku koncentrācijas.

Kāda autoru skatījumā izskatās Visuma tukšumainā celtnē, varam vērot 1. attēlā. Tur redzamo ainu diezgan viegli iztēloties kā trīsdimensiju telpu, kuru pilda tukšumu apjomi. Šajā telpā skatāmie no augšas iekšā dziļumā gar Z asi. Tāpēc labāk aplūkojami tie tukšumi, kas atrodas virs centrālās plaknes, kurā $Z=0$. Šajā plaknē X pozitīvais virziens ir pa labi no centra, negatīvais – pa kreisi; Y pozitīvais virziens iet uz augšu, negatīvais – uz leju. Vietām, kur tos nesedz augstāk esošie tukšumi, saskatāmi arī centrālā plakne gulošā, vai pat zem tās pastāvošie tukšumi. Tukšumu apjomi iezīmēti tumšāki vai gaišāki atkarība no to statistiskās nozīmības: jo apjoms iezīmēts tumšāks, jo tas ir nozīmīgāks, tā ticamības līmenis ir augstāks.

Tukšumainās celtnes labākai uztveršanai pētījuma autori parāda arī, kāda šī celtnē izskatās iekšpusē. Šajā nolūkā viņi to sagriezuši 10 Mpc biezās šķēlēs paralēli X,Y plaknei. Šeit reproducēta tikai centrālā šķēle, kas ietver telpu starp +5 un -5 Mpc gar Z asi (2. att.). X un Y asu iedaļu vērtība ir 10 Mpc. Attēlā redzami tukšumu aizņemtie apgabali (daži no tiem numurēti), kā arī galaktiku sienas (ar līnijām savienoti aplīši) ap un starp tiem. Atsevišķas struktūras 1. un 2. attēlā ir jau agrāk labi zināmas un droši identificējamas.

Vislielākais no autoru atrastajiem tukšumiem 2. attēlā apzīmēts ar ciparu 1. Tā diametrs ir 51 Mpc. Kaut gan šis tukšums paceļas līdz 30 Mpc virs centrālās plaknes, tomēr 1. attēla pašā apakšā rēgojas tikai tā ārējā mala, jo no augšas to sedz divi citi lieli tukšumi. Vislielākajam tukšumam blakus pa kreisi atrodas 10. tukšums, kurš 1. attēlā labi redzams. Tos abus atdalot tikai nedaudzas galaktikas. Ja tās nofiltrējot nost, tad rodītos viens milzīgs tukšums. Tas stiepijas līdz pēitā apgabala robežai un iespējams, ka vēl tālāk. Augstāk virs 1. un 10. tukšuma 1. attēla kreisa puse skaidri redzama telpa, kurā tukšumu nav. Tā ir ar galaktikām sevišķi pilna telpa, kuru aizņem 46 Mpc tālais Lielais Pievilcējs (sk. Z. Alksne "Atkāpe no Habla plūsmas" – *ZvD*, 1993./94.g. ziema, 9.–12. lpp.). Lielā Pievilcēja varenais galaktiku sakopojums atrodas krietni virs centrālās plaknes, tāpēc 2. attēlā pie $X=-50$, $Y=-20$ nav manāms daudz galaktiku. No labās puses 1. tukšumu norobežo iespaidīgas galaktiku sienas, tostarp Valzivs siena. Šīs sienas labi redzamas 2. attēlā. Iespaidīgas galaktiku sienas aizņem telpu arī tālu virs un zem centrālās plaknes. Tieši galaktiku sienu dēļ 1. attēlā šajā virzienā neviens tukšums nesniedz līdz pēitā telpas apjoma robežai. 1. attēla tieši uz leju no centra identificējams 2. attēla 14. tukšums. Tas ir mums vistuvākais no atrastajiem tukšumiem. No labās puses tam piesienas 15. tukšums, bet kreisajā pusē saskatāma pati augšējā daļa

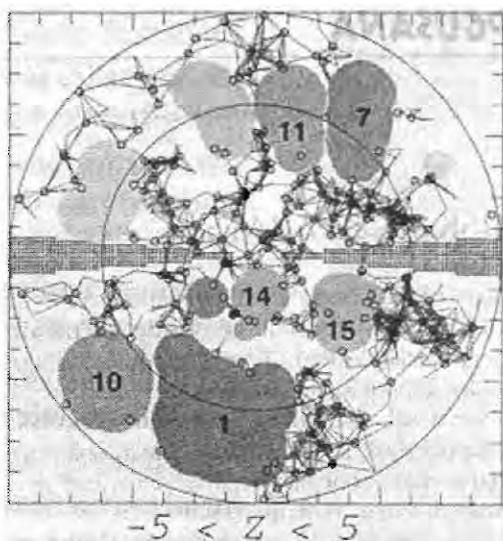


1. att. Visuma tukšumainās celtnes trīdimentionāls attēls, kurā skats slīd gar Z asi no augšus uz leju, dziļumā. Iezīmēti 24 tukšumi, bet labi saskatāmi un identificējami tikai virsējie. Apgabali, kas attēlā izskatās brīvi, īstenībā ir cieši pildīti galaktikām (sk. 2. attēlu un tekstu).

pamatīgam tukšumam, kas atrodas zem centrālās plaknes.

Otras puslodes augšējā daļā izpletušies trīs vareni tukšumi, kas 1. attēlā labi saskatāmi. No tiem tikai viens tukšums ar savu lejasdaļu iesniedzas centrālajā šķēlē un 2. attēlā atzīmēts kā 7. tukšums. Blakus tukšums, kura

koordinātas ir $X=+10$, $Y=+30$, $Z=+30$ Mpc, jau kopš 80. gadiem pazīstams kā Lokālais tukšums. Minētie trīs lieli tukšumi un vēl daži sīkāki 1. attēlā aizsedz centrālā šķēlē esošo tukšumu sadalījuma ainu, kas skatāma 2. attēlā. Galaktiku grupējumi, kas redzami augšpus 2. attēla centra, pieder Perseja, Zivju un Bere-



2. att. Visuma tukšumainās celtnes šķērs griezuma centrālā šķēle (Z no $+5$ līdz -5 Mpc). Redzami tukšumi, no kuriem daļa numurēta. Starp tukšumiem plešas no atsevišķām galaktikām (*aplīši*) būvētas sienas un superkopas. Pie $Y=0$ attēlu šķērso aizsegta zona (*punklēta*). Uz malām atzīmētas X un Y ass iedaļas no $+80$ līdz -80 Mpc. Ārējais riņķis – apskatītā telpas apjoma robeža. Iekšējais riņķis – robeža līdz kurai izmantotais galaktiku kopums ir pilnīgs.

nikes Matu superkopām. Lielās Sienas galaktikas (2. attēlā pašā augšējā malā) kalpo kā ārējā robeža vairākiem centrālā šķēlē un zemāk esošiem tukšumiem (*par Lielo Sienu sk. Z. Alksne "Jaunākais par Visuma vislielākām strukturām un to sakārtojumu – ZvD, 1991. g. rudens, 7.–10. lpp.*). Vēl zemāk zem aprakstītajām strukturām slēpjas varens tukšums, kas pēc sava diametra tikai nedaudz atpaliek no vislielākā tukšuma.

Aplūkojot 1. attēlu, visu laiku jāpatur prātā, ka iezīmētās tukšumu sfēriskās čaulas ir tikai grafisks līdzeklis tukšumu apjomu uzskatāmai parādīšanai, bet vieliskas, galaktiku pildītas ir tieši šķietami brīvās vietas. Tad neradīsies nekādas pretrunas ar pašā sākumā norādīto rakstu, kurā izklāstītas igauņu astronoma J. Einasto vadītās grupas priekšstati par Visuma superkopām un supertukšumiem. Šie autori uzsvēra, ka galaktiku grupējumi ir kā salas tukšumu okeānā, kā vieliskas acis tukšumu austā tīklā. Šajā jaunajā pētījumā taču ir gluži tas pats rezultāts, kaut gan, pavīrši uztverot, liekas pretējs. Atcerēsīties! Lielāko daļu Visuma celtnes aizņem tukšumi, kuri var vietām saskarties caur pārrāvumiem galaktiku sienās un superkopu izvietojumā. Tātad infra-sarkano galaktiku analīze apliecina gluži to pašu Visuma tukšumainās celtnes ainu, kādu ir parādījis citu galaktiku sadalījuma izvērtējums. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Ariane-5 trešais starts. 1998. gada 21. oktobrī notika trešais *Ariane-5* tipa nesējraķetes izmēģinājuma starts. Tas noritēja sekmīgi, un lietderīgā krava bija divi eksperimentālas dabas objekti - nolaišanās kapsula *ARD* un komerciāla sakaru pavadoņa makets *Maqsat 3*. *ARD* bija analogs pilotējamā kosmiskā kuģa nolaižamajai kapsulai, veicot visdažādākos lidojuma parametru mērījumus, un tā nolaidās Klusajā okeānā. Savukārt, *Maqsat 3* tika ievadīts ģeostacionārajā orbitā. Lai arī pirmais *Ariane-5* starts 1996. gadā beidzās ar nesējraķetes eksploziju, tam sekojošie starti ir apliecinājuši nesējraķetes lietderību un drošumu, un Eiropas Kosmiskā aģentūra ESA cer uz sadarbību ar tiem, kas vēlas orbitā ap Zemi nogādāt smagsvara kravas.

M. G.

KOSMOSA PĒTNIECĪBA UN APGŪŠANA

JĀNIS JAUNBERGS

DS1 EKSPERIMENTĀLAIS KOSMISKAIS APARĀTS

Šogad 24. oktobrī beidzot startēja pirmais kosmiskais aparāts, kura pamatdzinējs ir elektrostatisks jonu paātrinātājs jeb jonu dzinējs. *Deep Space 1* ir pirmais startis NASA "*New Millennium*" sērijā izplatījumā nepārbaudītu tehnoloģisku risinājumu izmēģināšanai reālās misijās (skat. 1. att.).

Diemžēl tas ir tikai pagaidu rezultāts ambiciozajai *Kuiper Express* programmai, kas tika pārtraukta 90. gadu sākumā finansējuma samazināšanās dēļ. *Kuiper Express* zinātniskos mērķus ir pārņēmusi *Pluto Express* programma līdzīgam lidojumam uz Plutona/Harona sistēmu un tālākiem Kuipera joslas ķermeņiem, un jācer, ka lidojums notiks, pirms Plutona atmosfēra būs sasalusi, tam attālinoties no Saules.

Kuiper Express galvenais tehnoloģiskais mantojums ir tā ksenona jonu dzinējs, kas ar 75 kg ksenona (tikai 16% no aparāta pilnās masas) dod 3,6 km/s paātrinājumu, ļauj *DS1*, pa spirāli attālinoties no Zemes orbitas, pārliidot asteroīdu 1992 KD (sākotnēji bija paredzēts 3352 *McAuliffe*, bet starta pārcelšana no jūlija uz oktobri mainīja arī lidojuma trajektoriju) un komētas *Wilson-Harrington* un *Borelli*. Tomēr *DS1* zinātniskā programma ir pakārtota jaunu tehnoloģiju apguvei, un liela daļa aparāta derīgās kravas ir paredzēta tieši tā dzinēja izvērtēšanai.

Lai gan jonu dzinēji var dot 10 reizes lielāku ātruma izmaiņu nekā ķīmiskie raķešdzinēji ar tādu pašu darbvielas daudzumu, sākotnēji tos traucēja ieviest to lielais elektroenerģijas patēriņš (2,2kW *DS1* dzinējam) un tehniskā sarežģītība. Tradicionālie, kaut arī mazāk efektīvie, metilhidrazīna/dislāpekļa tetroksīda dzi-

nēji ir bijuši populāri tik ilgi, pateicoties to vienkāršībai (degviela ar oksidētāju pašai degas sajaucoties). Tomēr astoņdesmitajos gados ģeostacionāro pavadoņu pozīcijas regulēšanai sāka izmantot amonjaka elektriskā loka dzinējus, kas ļauj uzturēt pavadoņa pozīciju ar mazāku neatjaunojamas darbvielas daudzumu. Saules bateriju attīstība pamazām likvidēja galveno šķērslī jonu dzinējiem kā pamatdzinējiem starpplanētu misijās. Lai gan NASA interese par jonu dzinējiem bija atpalikusi no Krievijas un *ESA*, 1 miljardu dolāru dārgā *Mars Observer* zaudējums tā tradicionālā



1. att. Aparāts laboratorijā tiek sagatavots lidojumam. NASA foto.

metilhidrazīna/dislāpekļa tetroksīda dzinēja eksplozijas dēļ un nepieciešamība atrast efektīvākus tehniskos risinājumus izplatījuma apgūvei veicināja *DS1* izmēģināmā ksenona jonu dzinēja izstrādāšanu.

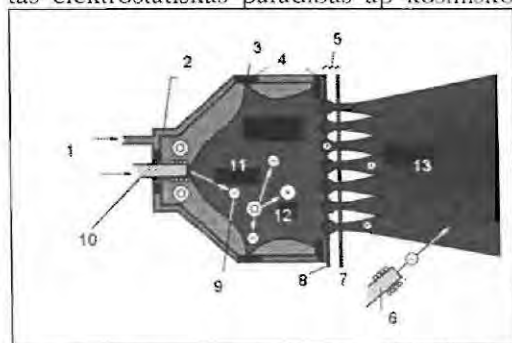
DS1 dzinējs (skat. 2. un 3. att.) atgādina atvērtu gāzizlādes lampu, kurā elektriskā izlāde retinātā ksenona gāzē rada pozitīvus ksenona jonus un brīvus elektronus. 1280 voltu elektriskais potenciāls paātrina ksenona jonus līdz 30 km/s, 10 reizes vairāk par ķīmisko raķešdzinēju (3–4 km/s). Lai saglabātu elektrisko neitralitāti, kopā ar Xe⁺ joniem tiek izmesti jonizācijā iegūtie elektroni. Lielais Xe plazmas izplūdes ātrums nenozīmē lielu dzinēja jaudu. Saules bateriju dotie 2,2kW pietiek tikai apmēram 9 gramu vilkmes radīšanai, tāpēc vērā ņemama paātrinājuma iegūšanai pustonnu smagā aparāta dzinējam ir jādarbojas mēnešiem ilgi. Lai pārliecinātos par molibdēna paātrinātāja elektroodu noturīgumu pret degradēšanos Xe plazmā, bija nepieciešami 8000 stundu ilgi dzinēja izmēģinājumi.

Laboratorijā ir grūtāk izvērtēt dzinēja radītās elektrostatiskās parādības ap kosmisko

aparātu, kas var ietekmēt mērījumus un elektronisko komponentu darbību. Arī ksenona plazmas mākonis ap darbojošos dzinēju var traucēt zinātniskos novērojumus. Ja *DS1* lidojums sniegs labvēlīgas atbildes uz šiem jautājumiem, Saules sistēma kļūs kosmiskajiem aparātiem daudz pieejamāka nekā līdz šim, un būs iespējams projektēt misijas uz heliopauzi ar ātrumu ap 10 a.v./gadā (~50 km/s), trīs reizes ātrāk par *Voyager* aparātiem. Šādiem tālākiem lidojumiem bus nepieciešamas vairākas jonu dzinēju pakāpes, no kurām pirmās var būt ar Saules baterijām un pēdējā ar radioizotopu enerģijas avotu.

Līdz ar jonu dzinēju *DS1* aparāts kalpos jaunas paaudzes vadības, navigācijas un komunikāciju sistēmu izmēģināšanai. Tradicionāli liela kosmisko programmu budžeta daļa tiek patērēta sakaru uzturēšanai un vadībai no Zemes. Mākslīgā intelekta attīstība ļauj nepārtraukti pārdesmit inženieru vadības komandas uzmanību aizstāt ar dažu studentu dežūru.

DS1 funkciju vadība būs īpašas datorprogrammas "Autonomā aģenta" (angliski – *Remote Agent*) pārziņā. No *Mars Pathfinder* projekta aizgūtajam *DS1* borta datoram, saņemot tādus vispārīgus uzdevumus kā attālumu un rakursu asteroida attēlu uzņemšanai, *Autonomais aģents* izstrādās un dos vajadzīgo



2. att. Jonu dzinēja sastāvdaļas: 1 – degvielas ievadišana, 2 – anods, 3 – magnētiskais lauks pastiprina jonizāciju, 4 – magnētiskie gredzeni, 5 – joni tiek elektrostatiski paātrināti, 6 – caur dobju katodu neitralizēšanas nolūkos kūli tiek ievadīti elektroni, 7 – negatīvs siets (– 225 V), 8 – pozitīvs siets (+1090 V), 9 – elektroni ietriecas atomos un veido jonus, 10 – elektronus ievada dobjš katods, 11 – elektroni un plazmas izlāde, 12 – joni, 13 – jonu kūlis.



3. att. Jonu dzinējs laboratorijas eksperimentu laikā. NASA attēls.

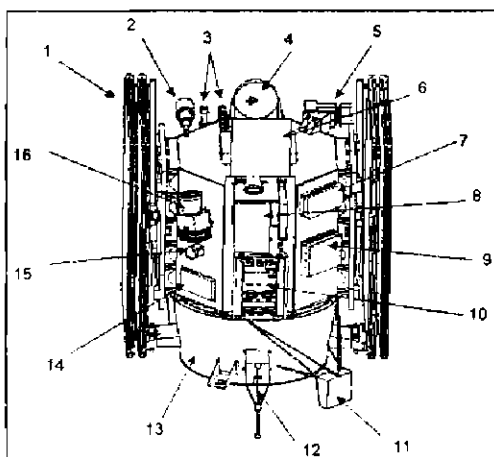
komandu virkni aparāta apakšsistēmām. Tā kā *Autonomais aģents* pārzinās *DS1* stāvokli ukpat labi vai neparedzēta notikuma gadījumā pat labāk par daudzu gaismas minūšu attālumā esošajiem Zemes inženieriem, uzmanība no Zemes bus nepieciešama galvenokārt iegūto datu saņemšanai.

Autonomā aģenta spējas patstāvīgi improvizēt ar visiem *DS1* aparāta resursiem jebkuras anomālijas gadījumā ne tikai samazinās misijas risku un atvieglos Zemes komandas uzdevumus, bet dramatiski samazina prasības pēc jau tā pārslogotajām *NASA* tālo sakaru antenām (*Deep Space Network*) Kalifornijā, Madridē un Kanberā. Arī pāreja uz optisko navigāciju, *Autonomajam aģentam* nosakot atrašanās vietu pēc planētu un asteroīdu kustības uz zvaigžņu fona, atslēgos lielās *NASA* antenas, kas parasti ir vajadzīgas kosmisko aparātu radiosignālu Doplera nobīdes novērošanai. *DS1* vadības komanda pārsvarā tikai noveros *DS1* raidītāja pamatsignālu ar vienkāršu, lētu uzvareju, līdz frekvences pārlēgšana nozīmēs *Autonomā aģenta* pieprasījumu pēc jaudīgākiem sakariem.

DS1 galvenie merinstrumenti arī ir mantojums no Kuiper Express projekta (skat. 4. att.). 10 cm diametra reflektors ar 1024x1024 CCD (*Charge Coupled Device*) un 256x256 CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) matricām, kā arī 50 "krāsu" UV un 100 "krāsu" IS uztvērēmatricām ir nekustīgi montēti un orientējami tikai kopā ar visu *DS1*, vienkāršojot vadību. Kamēr CCD matricas dātū nolasišanai vajadzīga papildu elektronika, CMOS kristāls satur iebūvētu attēla apstrādes shēmu, samazinot "ekspozīciju" un attēla "izsmērēšanu", lielā ātrumā lidojot tikai 10 km no asteroīda virsmas.

Otrs pamatinstruments, jonu/elektronu kartējošais spektrometrs, ļaus noteikt komētas komas sastāvu un struktūru, bez tam novērojot dzinēja radīto ksenona un molibdēna piesārņojumu ap *DS1* un tā mijiedarbību ar Saules vēju.

Kaut gan *DS1* satur daudzus "nākamās



4. att. Aparāta galvenās sastāvdaļas: 1 – saules baterija, 2 – Ka diapazona radioantena, 3 – mazās antenas, 4 – lieljaudas antena, 5 – iekārtas plazmas eksperimentam, 6 – Saules viairogs spektrometram *MICAS*, 7 – augstsprieguma elektroiekārta, 8 – miniatūrais kameras spektrometrs *MICAS*, 9 – elektrosadales nodalījums, 10 – integrētais elektronikas modulis, 11 – radars, 12 – diagnosticējošie sensori, 13 – dzinēja iekārta, 14 – eksperimentālais bloks, 15 – inerciālās kustības mēriekārta, 16 – zvaigžņu atrašanās vietas piefiksešanas ierīce.

paaudzes" risinājumus, tas nav mēģinājums radīt tipisku nākamā gadu desmita planētu izpētes aparātu. Drīzāk tas ir loģisks un sen gaidīts solis vairāku daudzsoļošu tehnoloģisku iespēju pierādīšanai, lai ievērojami samazinātu Saules sistēmas apgūšanas izmaksas jau tuvākajos gados, ļaujot projektēt misijas, kas citādi tiktu noraidītas kā pārāk riskantas vai fantastiskas un tehniski neiespējamas. Tajā pašā laikā, jau izstrādāta datoru, mehāniskās arhitektūras un dažādu standarta komponentu izmantošana apvienos tehnoloģiju testēšanu un nozīmīgu zinātnisku datu iegūvi ar saprātīgām misijas izmaksām.

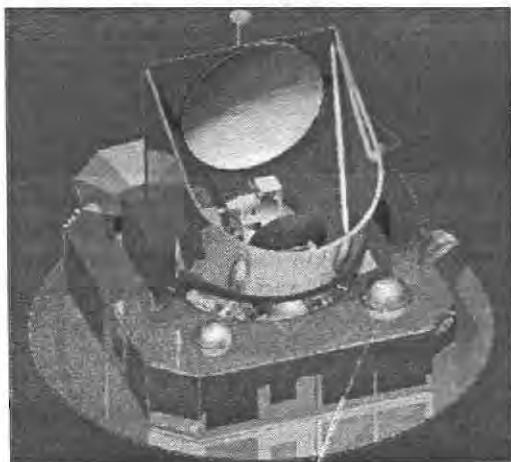
WWW adreses:

DS1 lapa <http://nmp.jpl.nasa.gov/ds1/>
Dažādi elektriskie kosmisko aparātu dzinēji <http://www.afbmd.laafb.af.mil/xrtr/xrts/spclft/tnprop8.htm> 🐁

ORBITĀLĀS OBSERVATORIJAS RĪTDIEN

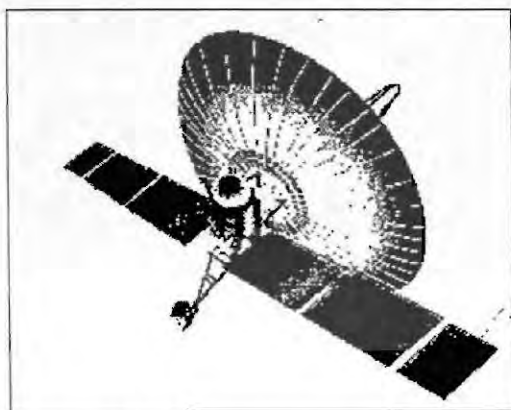
(nobeigums)

13. Planck. Agrāk šo *ESA* kosmisko projektu sauca *COBRAS/SAMBA*. Tagad tas ir pārdēvēts un to plāno palaist kopā ar teleskopu *FIRST*, taču tas nemaina misijas būtību. *Planck* uzdevums, tāpat kā *MAP* uzdevums, būs mērit reliktstarojuma fluktuācijas (intensitātes un temperatūras starpības) ar līdz šim nepieredzētu precizitāti un jutību. Temperatūras mērījumu precizitāte sasniegs 6 miljonās daļas *K*, bet leņķiskā izšķirtspēja – 4 līdz 30 loka minūtes atkarībā no frekvenču joslas. Debesis tiks kartētas deviņās frekvenču joslās no 30 līdz 900 GHz, izmantojot 1,5 m diametra Kasegrēna sistēmas spoguļteleskopu, kas atstaro un fokusē mikroviļņus. Ar orbitālās observatorijas *Planck* aparāturu Visuma agrīno struktūru izdosies izpētīt vēl 2 līdz 3 reizes precīzāk, nekā to spēs kosmiskais aparāts *MAP*. *Planck* plānots palaist orbitā 2005. gadā ar nesējraķeti *Ariane-5*. Kosmiskās misijas plānotais ilgums ir 1,5 gadi.



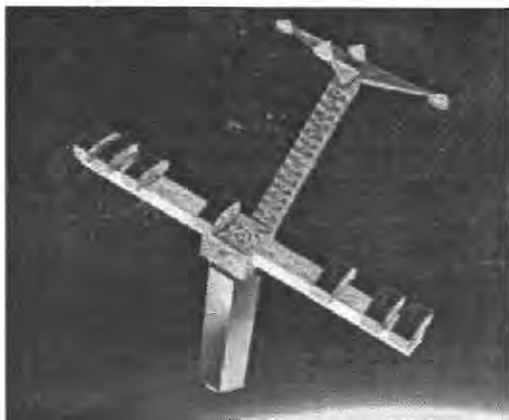
14. RadioAstron ir viena no nedaudzajām Krievijas orbitālajām observatorijām. To plānots palaist 1999. gadā ar nesējraķeti *Proton*. Pavadonis *Rad.oAstron* veiks radio-

interferometriskus novērojumus kopīgi ar virszemes teleskopiem. Iespējams, ka viens no šiem teleskopiem, ar kuriem notiks kopīgi novērojumu seansi, būs Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra 32 m diametra radio-teleskops. *RadioAstron* antenas diametrs būs 10 m, bet, tā kā radiointerferometra izšķirtspēju nosaka nevis teleskopu diametrs, bet attālums starp tiem, tad ar šo kosmisko radiointerferometru būs iespējams saskatīt ļoti sīkas radiostarojuma avotu detaļas. Teleskopa plānotais darbības laiks ir 3 gadi, un tas darbosies 0,3 līdz 22 GHz frekvenču diapazonā.



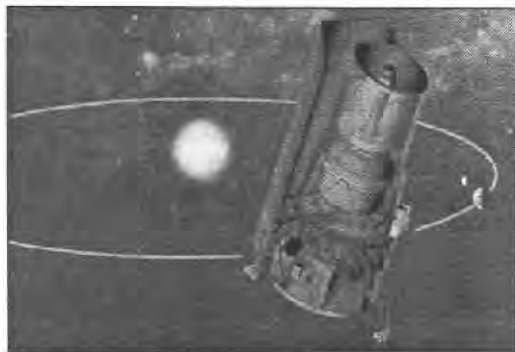
15. SIM, Space Interferometry Mission, kosmiskais interferometrs. 2005. gadā *DS-3* misijai sekos jauns optiskais interferometrs, pie kura izveides strādā *NASA* speciālisti. Atšķirībā no *DS-3*, tas sastāvēs no viena kosmiskā aparāta. Interferometra bāze būs 10 metru, kas ļaus sasniegt 10 loka milisekunžu izšķirtspēju redzeslaukā ar diametru 0,3 loka sekundes. Abi uztvērējteleskopi būs pārvietojami, lai to attāluma maiņas nepārsniegtu 1 nm. *SIM* galvenais uzdevums būs mērit zvaigžņu kustības novirzes no taisnlinijās trajektorijas, kas ļaus noteikt, vai ap tām riņķo pla-

nētas. Kosmiskais aparāts mēris arī zvaigžņu paralaksi līdz pat 25 kpc attālumam. Tas nozīmē, ka tā "sasniedzamības diapazonā" ietilps praktiski visa Galaktika. Tas beidzot ļaus viennozīmīgi noteikt Galaktikas izmērus un zvaigžņu populāciju izvietojumu tajā. Kosmiskā aparāta teleskopi spēs reģistrēt zvaigznes līdz 15. zvaigžņlielumam. Vēl *SIM* iegūs tuvāko aktīvo galaktiku kodolu augstas izšķirtspējas attēlus, tādējādi ļaujot noskaidrot jautājumu, vai šajās galaktikās atrodas masīvi melnie caurumi vai ne. Orbitālā observatorija tiks palaista ar nesējaķeketi *Delta II* un darbosies aptuveni 5 gadus.



16. SIRTIF, Space Infrared Telescope Facility. Kosmiskais infrasarkanais teleskops ir ceturta un pēdējā *NASA* šobrīd plānotā lielā orbitālā observatorija. Atbilstoši tam diezgan augstas ir arī tās izmaksas – 460 miljoni ASV dolāru. *SIRTIF* paredzēts palaist 2001. gada decembrī ar nesējaķeketi *Delta* interesantā orbitā – kosmiskā observatorija riņķos ap Sauli pa tādu pašu orbītu kā Zeme, tikai visu laiku atpaliekot no tās par 60 miljoniem km. Šāda orbīta izvēlēta, lai observatorijai netraucētu Zemes izstarotais siltums. Savukārt no Saules infrasarkanā teleskopu pasargās termoekrāns, kurš vienlaikus kalpos kā enerģijas avots, jo būs noklāts ar saules baterijām. Teleskopa objektīva diametrs būs 0,85 m, un tas būs aprīkots ar trīs instrumentiem – infrasarkanā

videokameru, spektrometru un fotometru. Kā uztvērējelements tiks lietotas lādiņsaites matricas ar 5 loka minūšu redzeslauku. *SIRTIF* darbosies no tuvā līdz tālajam infrasarkanā starojuma diapazonam (3 līdz 180 mikronu), un tā uztvērēji būs 10 000 reižu jutīgāki, piemēram, par pavadoņa *IRAS* uztvērējiem. Teleskopa instrumenti tiks dzesēti līdz 2,8 K temperatūrai ar šķidru hēliju, kura krājumi tad arī galvenokārt noteiks observatorijas 2,5 gadus ilgo darbību. Šajā laikā *SIRTIF* pagūs novērot lielu daudzumu protogalaktiku, kuras pirmo reizi veidojas zvaigznes, galaktikas ar pastiprinātu infrasarkanā starojumu, mēģinās novērot brūnos pundurus, lai noskaidrotu, vai tie neveido Visuma masas ievērojamu daļu. Tāpat ar *SIRTIF* būs iespējams saskatīt caurumus putekļu diskos ap zvaigznēm, kas varētu būt radušies, kustoties planētām, kā arī noteikt šo protoplanētu disku ķīmisko sastāvu.

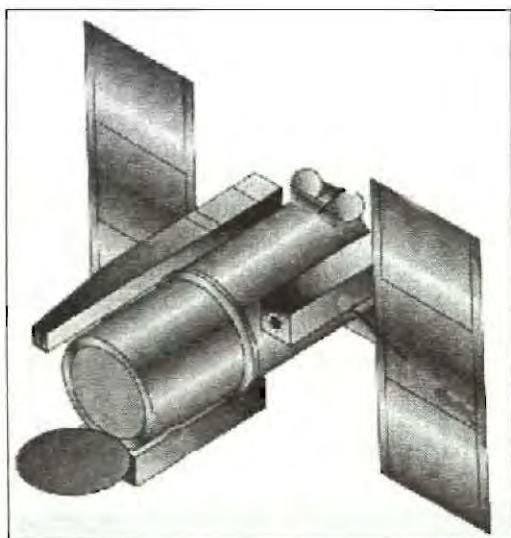


17. Solar Probe. ASV Saules zondes starts plānots 2003. gadā. Sākumā tā tiks palaista Jupitera virzienā, kuru tā sasniegs pēc nepilnu 2 gadu lidojuma. Gravitācijas manevrs pie Jupitera mainīs kosmiskā aparāta orbītu tā, lai zonde tālāk lidotu Saules virzienā pa ļoti izstieptu orbītu un perihēlija punktā 2007. gada jūlijā pienāktu Saulei līdz 4 Saules rādiusu attālumam, burtiski skarot Saules vaina augšējos slāņus! No spēcīgā Saules starojuma kosmisko aparātu aizsargās ekrāns, kurš vienlaikus kalpos arī kā antena sakariem ar Zemi. Ciešā Saules tuvumā zonde pavadīs

tikai vienu diennakti, bet šai laikā tai jāpagūst izdarīt daudzi Saules vainaga un Saules vēja mērījumi, tāpēc kosmiskajā aparātā būs uzstādīti daudzveidīgi mērinstrumenti – koronogrāfs, ultravioletais spektrometrs, plazmas spektrometrs, lādēto daļiņu detektors, plazmas viļņu sensors un vairāki magnetometri. Zinātnieki cer, ka iegūtie dati ļaus atbildēt uz daudziem līdz šim neskaidriem Saules fizikas jautājumiem – kāpēc Saules vainags ir tik karsts un kā tajā rodas Saules vējš, kāda nozīme vainaga sasilšanā ir turbulencei un plazmas viļņiem, kāda ir vainaga sīkstruktūra Saules polu rajonos.

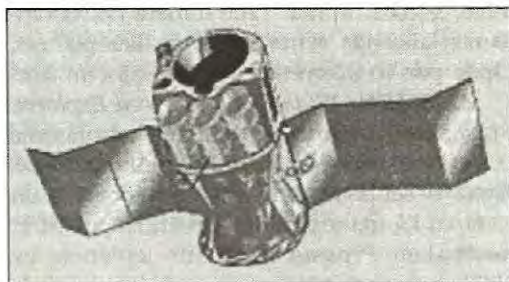


18. Solar-B. Līdzīgus uzdevumus, tikai no drošāka attāluma, atrodoties tepat orbitā ap Zemi, risinās japāņu Saules izpētes kosmiskā zonde *Solar-B*, kuru paredzēts palaist 2003. gada augustā ar Japānas nesējraķeti *M-5*. Šajā projektā piedalās arī ASV, Vācijas un Lielbritānijas zinātnieki. Orbitālajā observatorijā būs uzstādīts optiskais teleskops ar objektīva diametru 60 cm, magnetogrāfs, spektrogrāfs, cietā ultravioletā diapazona spektroheliogrāfs un rentgenteleskops. Šis daudzveidīgais instrumentu komplekts pirmo reizi dos iespēju detalizēti izpētīt magnētisko lauku dažādās Saules atmosfēras struktūrās – vainagā, uz-



liesmojumu apgabalos un koronālajos izvirdumos. Tas ļaus skaidrāk saprast, kā veidojas Saules magnētiskā lauka sarežģītā struktūra, kā uzliesmojumu apgabalos rodas mainīgas intensitātes ultravioletais starojums, rentgenstarojums un korpuskulu plūsmas. Plānots, ka *Solar-B* novēros Sauli vismaz 3 gadus.

19. SWAS, Submillimeter Wave Astronomy Satellite. Submilimetru viļņu astronomiskais pavadonis ir viena no mazajam *Small Explorer* sērijas NASA orbitalajām observatorijām. *SWAS* plānots palaist 1999. gadā ar raķeti *Pegasus XL*, kas startē no stratosfērā lidojošas lidmašīnas. *SWAS* veiks starpzvaigžņu blīvo molekulāro mākoņu pētījumus, lai noskaidrotu to ķīmisko sastāvu un izprastu, kā veidojas protoplanētu diski. Tas būs apgādāts ar aptuveni 60 cm diametra submilimetru



viļņu teleskopu, radiometru un akustiski optisko spektrometru. *SWAS* plānotais darbmūžs ir divi gadi.

20. TRACE, Transition Region and Coronal Explorer. Arī Saules hromosfēras un vainaga pētījumu zonde *TRACE* ietilpst *Small Explorer* kosmisko aparātu sērijā. Tās uzdevums ir pētīt Saules hromosfēru, vainagu un uzliesmojumus uz Saules. Šim nolūkam tā ir apgādāta ar 30 cm diametra Kasegrēna sistēmas teleskopu un lādiņsaites matricu, kas ļaus sasniegt 1 loka sekundes izšķirtspēju un reģistrēt procesus, kas ir īsāki par 1 sekundi. *TRACE* plānotais darbmūžs ir vismaz 1 gads. Būtībā par šo kosmisko aparātu pienāktos stāstīt iepriekšējā orbitālajām observatorijām

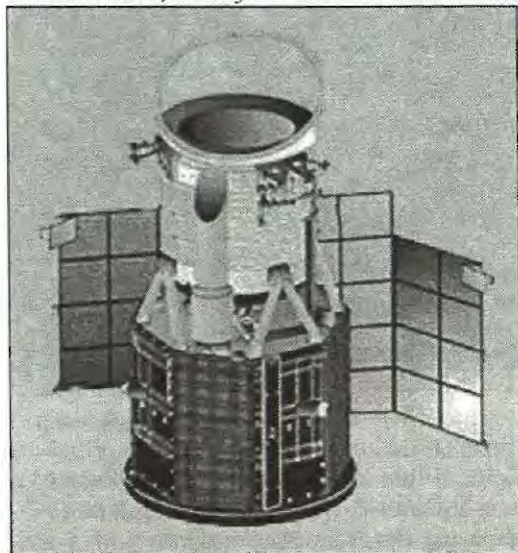


veltītajā rakstā (sk. I. Vilks. "Orbitālās observatorijas šodien" – *ZvD*, 1998. g. vasara), jo šī zonde sekmīgi darbojas orbitā jau kopš 1998. gada 1. aprīļa. Taču minētā raksta tapšanas laikā tās starta vēl tikai tika plānots, tāpēc par šo kosmisko aparātu stāstām šeit.

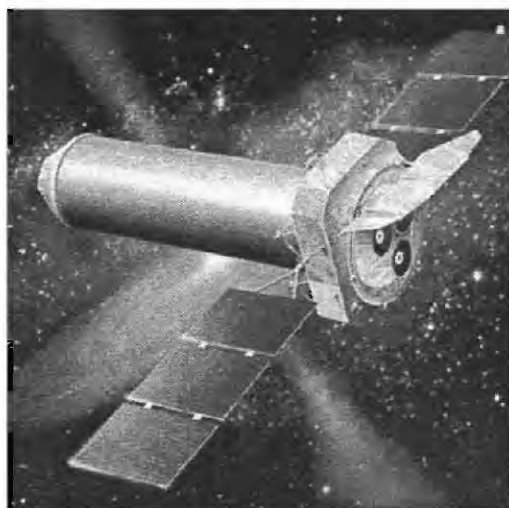
21. WIRE, Wide Field Infrared Explorer. Platleņķa infrasarkanā pētījumu laboratorija ir ceturtā un pēdējā šobrīd plānotā *Small Explorer* sērijas astronomiskā observatorija un to tāpat kā trīs iepriekšējās plānots palaist ar nesējraķeti *Pegasus XL*. Starta ieplānots uz 1999. gadu, bet misijas ilgums šoreiz nav liels

– 4 mēneši. Šajā laikā tā mēģinās ieskatīties tālu Visumā un noskaidrot, kā pēc Lielā Sprādziena notikusi galaktiku veidošanās un evolūcija un kā tajās radušās zvaigznes. Novērojumiem izvēlēts infrasarkanais diapazons, jo ļoti tālās un līdz ar to jaunās galaktikas izstaro galvenokārt zilo gaismu un ultravioleto starojumu, kas lielās sarkanās nobīdes dēļ ir pārvērties par infrasarkanā starojumu. Observatorija aprīkota ar 30 cm diametra Kasegrēna sistēmas teleskopu un infrasarkanā detektoru, kura dzesēšanai tiks izmantots ciets ūdeņradis, kas ļaus uzturēt aptuveni 7 K temperatūru. *WIRE* darbosies divās infrasarkanā starojuma joslās (12 un 25 mikroni), un tā detektoru jutība būs līdz 1000 reizu augstāka nekā savulaik pavadonim *IRAS*, bet izšķirtspēja būs aptuveni 20 loka sekundes.

22. XMM, X-ray Multi-Mirror observa-



tory. *ESA* rentgenstarojuma daudzspoguļu observatoriju plānots palaist 1999. gada beigās ar nesējraķeti *Ariane-5*. Tajā tiks uzstādīti trīs identiski slidošās atstarošanās rentgenteleskopi ar ieejas atvērumu 70 cm katrs, tāpēc arī kosmiskais aparāts nosaukts par daudzspoguļu observatoriju. Teleskopu kopējais starojumu uztverošais laukums ir pat nedaudz



lielāks nekā ASV orbitālajai observatorijai *AXAF*, taču *XMM* nespēs dot tik augstas izšķirtspējas attēlus – vidējā izšķirtspēja būs aptuveni 20 loka sekundes. Teleskopu redzeslauks ir 30 loka minūtes. Par starojuma uztvērējiem tiks izmantotas lādiņsaītes matricas. Divos no trim teleskopiem matricu priekšā būs uzstādīti difrakcijas režģi, kas ļaus tos izmantot spektrometru režīmā, bet trešais tele-

skops iegūs rentgenstarojuma avotu attēlus. Ceturtais observatorijas instruments būs optiskais monitors, kas vienlaikus reģistrēs novērojamo objektu redzamo spožumu. Ar *XMM* tiks pētītas zvaigžņu dubultsistēmas, kurās ietilpst akrēcijas diski, pārmovu atlieku miglāji, aktīvo galaktiku kodoli un rentgendiapazonā spīdošā gāze galaktiku kopās. Observatorijai iepļānots garš darbmūžs – 10 gadu.

Kā redzams, daudzos gadījumos orbitālo observatoriju pētījumu objekti ir vieni un tie paši – Saule, zvaigžņu veidošanās apgabali, aktīvo galaktiku kodoli, kvazāri u.tml., taču tie tiek aplūkoti dažādos elektromagnētiskā starojuma diapazonos vai arī tiek reģistrēts to magnētiskais lauks un korpuskulu plūsmas. Tas liek domāt, ka šie kompleksie pētījumi novedīs pie vispusīgas un vienotas Visuma objektu uzbūves un attīstības izpratnes jau pavisam drīzā nākotnē – 21. gadsimta sākumā. Taču jo plašāks ir izpētīto parādību loks, jo vairāk atklājas arī nezināmā, tāpēc zinātniskā doma neapstājas un astronomi jau projektē jaunas, vēl spēcīgākas orbitālās observatorijas. Taču par tām nākamajā žurnāla numurā. 🐦

KOSMOSA IZPĒTE PIRMS 40 GADIEM

- 1958. gada 6. decembris.** No Kanaveralas zemesraga kosmodroma tiek palaists ASV kosmiskais aparāts *Pioneer3*, kas sekmīgi startēja, bet nesasniedza galamērķi – Mēnesi. Masa 6 kg.
- 1958. gada 11.–17. decembris.** ASV pilotējamajai kosmiskajai programmai tiek dots vārds *Mercury* un tās ietvaros tiek saņemti 11 projekti.
- 1958. gada 18. decembris.** ASV orbitā ap Zemi ievada eksperimentālu sakaru pavadoni *Score*, kas darbojās 13 dienas. Masa – 70 kg, perigejs – 185 km, apogejs – 1484 km, apriņķošanas periods – 101,5 minūtes, orbītas noliekums – 32,3 grādi.
- 1959. gada 2. janvāris.** PSRS Baikonuras kosmodromā veiksmīgi startē kosmiskais aparāts *Luna 1*. Pārlidojot 6000 km augstumā Mēnesi, tas ieguva pātrinājumu un iegāja heliocentriskā orbītā. Masa – 361 kg.
- 1959. gada 17. februāris.** ASV palaiž atmosfēras augšējo slāņu izpētes pavadoni *Vanguard 2E*, kurš funkcionēja 18 dienas. Perigejs – 557 km, apogejs – 3049 km, masa – 10 kg.
- 1959. gada 28. februāris.** ASV palaiž *Discoverer 1* – pirmo pavadoni, kuram ir polāra orbīta. Perigejs – 163 km, apogejs – 968 km, orbītas noliekums – 89,7 grādi, masa – 618 kg.

ZINĀTNIEKI APSPIEŽAS

LAIMONS ZAČS

IAU SIMPOZIJS NR. 191

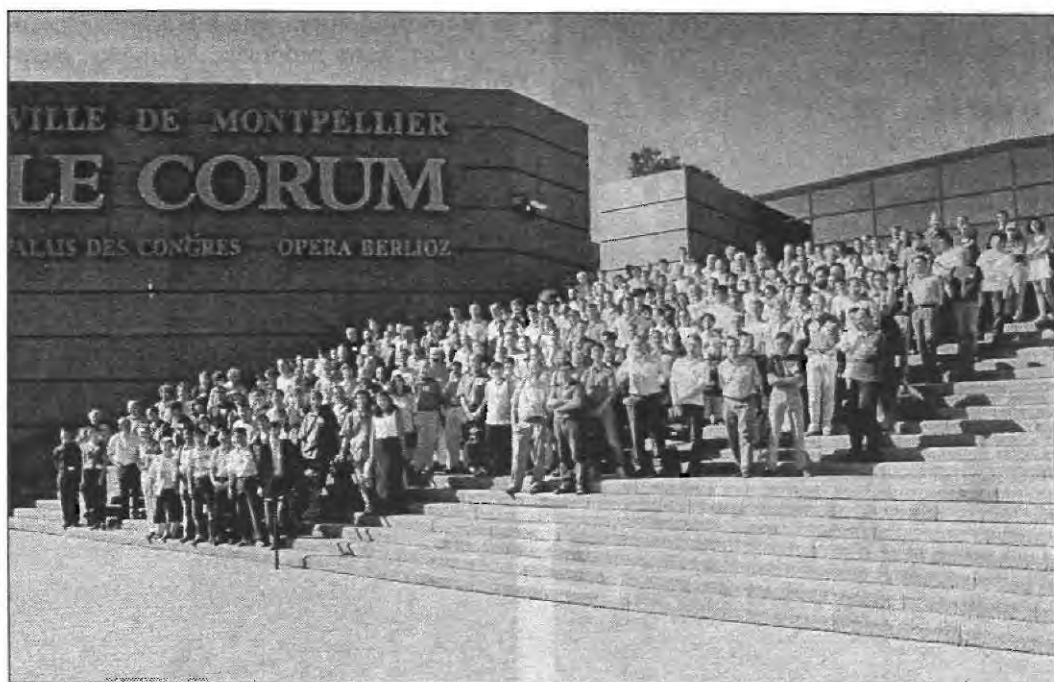
“ASIMPTOTISKĀ MILŽU ZARA ZVAIGZNES”

No 1998. gada 27. augusta līdz 1. septembrim Francijas dienvidu pilsētā Monpeljē norisinājās Starptautiskās Astronomu savienības (IAU) simpozijs Nr. 191 *“Asymptotic Giant Branch Stars”* (“Asimptotiskā milžu zara zvaigznes”). Pateicoties IAU un Soroša fonda-Latvija atbalstam tajā izdevās piedalīties arī man. Šis pasākums pulcināja visai plašu auditoriju, kopuma apmēram 250 zinātniekus no visas pasaules (*I. att.*). Ka izteicis simpozija zinātniskās orgkomitejas vadītājs Kristofels Velkensis (*Christoffel Waelkens*) no Beļģijas, dalībnieku skaits bija krievi virs vidējā līdzīga mēroga pasākumos. Jūatzīmē, ko orgkomitejas darbā piedalījās arī viens Latvijas pārstāvis, proti, Andrejs Alksnis no LU Astronomijas institūta. Interesanti, ka līdzīgas tematikas konference Monpeljē notika pirms apmēram desmit gadiem, kad zinātnieki risināja jautājumus par mirīdu un planetāro miglāju evolucionāro saistību. Uzreiz jāsaka, ka simpozijs bija lieliski organizēts. Tas norisinājās nesen uzbūvētajā kongresu un operas pilī, kas atrodas pilsētas centrā tikai “rokas stiepiena” attālumā no vecpilsētas. Šajā modernajā ēkā atrodas divas lieliski aprīkotas konferenču zāles ar 300 un 800 vietām. Mazāko no tām, tā saukto Einšteina auditoriju, augusta beigās iedzīvināja zvaigžņu pētnieki.

Simpozija tematika bija ļoti plaša. Kaut gan to ierobežoja diskutējamo zvaigžņu statuss (mazas un vidējas masas zvaigznes “pensijas vecumā”), faktiski, ņemot vērā, ka dabā viss ir cieši saistīts, kā arī plašo pētniecības metožu arsenālu, Monpeljē vasaras nogalē pulcināja

visai atšķirīgu nozaru speciālistus no visas pasaules. Piecu dienu laikā varēja noklausīties apmēram 30 parskata referātus, 50 ziņojumus un iepazīties ar interesējošajiem stenda referātiem (no 120).

Visi referāti nosacīti bija sadalīti sešās daļās. Pirmajā no tām tika analizēti ar *Asimptotiskā milžu zara (AGB)* zvaigžnēm saistītie pamatfakti, to evolūcija un nukleosintēze. Šeit pamatā dominēja teorētiski pētījumi. Man personīgi visinteresantākais un nodroņākais likas vācu astronoma Tomasa Blokera (*Thomas Blöcker*) pārskata referāts par AGB zvaigžņu evolūcijas modelēšanu un pazīstamā amerikāņu zinātnieka Verne Smita (*Verne Smith*) apskats par to fotosfēru analīzi. Šajā daļā bija planots arī LU astronoma Jurija Francmaņa referāts, taču, sakarā ar referenta negaidīto aiziešanu Aizsaulē, referāta vietā Andrejs Alksnis klātesošos iepazīstināja ar nelielā dzīves gājumu. Otrajā daļā bija iekļauti pētījumi par AGB zvaigžņu pulsācijām, masas zaudēšanu un apvalkiem. Tradicionāli šis virziens ir tuvs arī Latvijas astronomiem, jo pulsācijas cita starpā izpaužas arī kā zvaigznes redzamā starojuma mainīgums, ko kopš sešdesmitajiem gadiem pēta Baldones Riekstu-kalnā. Diemžēl Latvija šajā tradicionālajā virzienā netika pārstāvēta. Tiesa, neklātienē trīs LU zinātnieki (A. Balklavs, U. Dzērvītis, I. Eglītis) eksponēja ziņojumu par ogieķļa zvaigžņu absolūtajiem lielumiem, kas noteikti, izmantojot HIPPARCOS paralaksēs. Trešajā simpozija daļā tika diskutēti par rezultātiem, kas saistīti ar putekļu veidošanos AGB zvaigžņu



1. att. Simpozija dalībnieki pie Monpeljē (Francija) kongresu un operas pils, kur norisinājās IAU simpozijš Nr.191 "Asimptotiskā milžu zara zvaigznes".

apkārtnē. Lielākā daļa referātu šeit bija par teorētiskajiem pētījumiem, kas tapuši uz vairāku zinātņu (astronomijas, fizikas, ķīmijas) robežas. Ņemot vērā, ka putekļi staro galvenokārt infrasarkanajā spektra daļā, novērojumi iegūti ar kosmiskajiem teleskopiem (ISO). No pārskata referātiem visinteresantākais šķita amerikāņu zinātnieces Katarīnas Loders (*Katbarina Lodders*) pamatīgais apskats par to, ko novērojumi var pastāstīt mums par apzvaigznes putekļu veidošanos. Man subjektīvi gan šī "putekļu tematika" šķiet diezgan tāla no astronomijas, taču, ja ņem vērā, ka arī mēs sastāvam no zvaigžņu putekļiem, zināmu interesi tas tomēr izraisa. Ceturtajā simpozija daļā galvenā vērība tika pievērsta AGB apzvaigžņu apvalku analīzei. Atkal jaunus un progresīvas pētniecības metodes: interferometrija milimetru viļņos un infrasarkanajā diapazonā, kas dod iespēju izšķirt ne tikai AGB zvaigžņu putekļu apvalkus, bet arī to diskus (atmos-

fēras). Fascinēja jaunā amerikāņu Džona Monjē (*John Monnier*) erudīcija un oratora spējas, izklāstot infrasarkanās interferometrijas attīstību un perspektīvas. Vēlāk kuluāru diskusijās pārrunājam unikālo oglekļa zvaigzni CIT 6, kas fotometriski un spektroskopiski pētīta arī Latvijā. Jāsecina, ka astronomijas metodes attīstās visai strauji. Nav šaubu, ka visai tuvā nākotnē galveno virzību astronomijā noteiks lieli teleskopi un projekti (tostarp kosmiskie), kā arī netradicionālas pētniecības metodes. Piektā simpozija tematiskā daļa man bija vistuvākā, jo tā bija saistīta ar paša zinātniskajām interesēm, proti, zvaigžņu dubultīguma fenomenu (AGB zvaigžņu kontekstā), kā arī zvaigznes evolūciju pēc asimptotiskā milžu zara. Jāsecina, ka tematika, kas orientēta uz dubultīgumu un ar to saistītajām ķīmiskā sastāva anomālijām, pašlaik pārāk aktīvi netiek attīstīta. Jāmin, tikai beļģa Alena Žorisena (*Alain Jorissen*) vispārinātā shēma, kas raksturo dabā

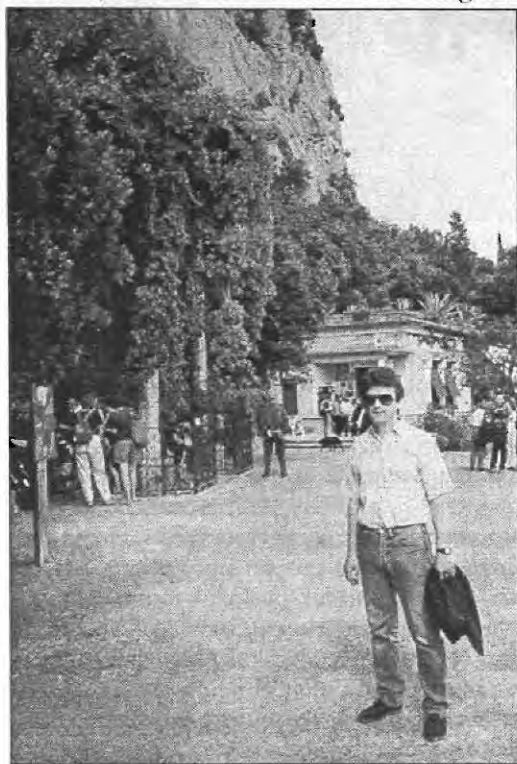


2. att. Simpozija dalībnieku grupa vecpilsētas apskates laikā. Pirmais no labās A. Alksnis (Latvija), otrais – P. Vuds (Austrālija), piektais – T. Loids Evanss (Dienvidāfrikas Republika). Dibenplānā redzama Monpeljē Triumfa arka.

A. Alksņa foto sastopamos šāda tipa objektus, un Sofijas van Ekas (*Sophie van Eck*) pētījums par cirkonija zvaigznēm. Šajā simpozija daļā prezentēju savu pētījumu rezultātus, kas tapuši sadarbībā ar Paulu Nisenu (*Poul Nissen*) un Viljama Šusteru (*William Schuster*) par neparastu ļoti vecu zvaigzni. Šķiet, šis darbs labi iekļāvās tematikā un zinātniski bija pietiekoši oriģināls. Objektu pēcasimptomiskā milžu zara stadijā pašlaik tiek ļoti intensīvi pētīti, tāpēc bija patīkami redzēt, ka tiek citēti arī mani pētījumi šajā virzienā. Sestajā simpozija tematiskajā daļā pamatā bija iekļauti referāti par AGB zvaigznēm citās galaktikās. Kopumā jāsecina,

ka simpozija programma bija ļoti bagāta un vispusīga. Katrs simpozija dalībnieks, neapšaubāmi, varēja atrast kaut ko sev tuvu un interesantu. Ne mazāk svarīgi, protams, bija tiešie kontakti starp zinātniekiem, jo tā dzimst kopēji projekti un idejas.

Lai arī simpozija zinātniskā programma bija ļoti piesātināta, organizatori deva iespēju arī relaksēties un iepazīties ar pilsētu un tās tuvāko apkārtni. Tika rīkota ekskursija pa vecpilsētu (2. att.) un brauciens uz slavenajām Demoiseles alām (3. att.), kuru eju garums sasniedz vairākus kilometrus. Bez tam bija iespēja noklausīties senās mūzikas koncertu. Protams, neiztika arī bez banketa. Par godu



3. att. Simpozija dalībnieki netālu no ieejas slavenajās Demoiseles alās (*Grotte des Demoiselles*). Lielākā no tām nodēvēta par Katedrāli un sasniedz 120 metru garumu un 52 m augstumu. Priekšplānā L.Začs (Latvija).

A. Alksņa foto

simpozijam bija iespēja iegādāties kompaktdisku ar astronoma Viljama Heršela (*William Herschel*; 1738–1822) skaņdarbiem.

Monpeljē ir vecākā Francijas pilsēta ar bagātu tūkstošgadu ilgu vēsturi, kas piesaista tūristus no visas pasaules. Pat paviršs vērojums liecina, ka tūrisms šeit ir viens no galvenajiem ienākumu avotiem. Gandrīz uz katras ieliņas ir lielākas vai mazākas viesnīcas un viesnīciņas. Bija jūtams, ka Monpeljē vēl dzīvoja pasaules futbola čempionāta atskaņas. Šajā laikā pilsētu esot apmeklējuši 500 000 tūristu un 9000 žurnālistu. Ne mazāku iespaidu atstāja pilsētas apkārtnē. Monpeljē ieskauj kalnu nogāzes un vīna dārzi. Un kur tad vēl netālā Vidusjūrā! Ņemot vērā, ka Francijā biju pirmo reizi, pametu skatienus arī uz franču sievietēm. Vai tieša, ka tās ir tik debešķīgas?

Uzreiz jāsaka, tas viss ir stipri pārspilēts. Varbūt tāpēc, ka daudzi rietumnieki nav bijuši Latvijā, Polijā un citās skaistu sievietu paradīzēs. Attiecībā uz franču daiļā dzimuma pārstāvēm drīzāk vieta ir epiteti elegantas, šarmantas, labi koptas, slaidas. Bet kā ar franču vīnu? Nevar būt, ka arī tas ir udeņains! Monpeljē taču atrodas apgabalā (*Languedoc Roussillon*), kas slavēta ar vīnkopību. Svētdien, kad simpozijam tika pasludināta izejamā diena, cita starpā tika dota iespēja degustēt arī vietējās vīna šķirnes. Jāsaka, ka ar vīniem nekādas vilšanās nebija. Izgaršojot gan baltos, gan sarkanos, gan rozā jāsecina, ka šeit viss ir savā vietā. Garšu un smaržu buķete ir bagāta un saules pārpilna, kā jau pati šejienes daba. Ne velti runā, ka šajās vietās saulainas ir 300 dienas gadā. 🍷

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Jauni *Discovery* projekti. NASA 1998. gada novembrī apstiprināja piecus jaunus zemu izmaksu zinātnisko kosmisko aparātu projektus, viens vai divi no kuriem varētu tikt realizēti tuvākajā desmitgadē. Projekti ir šādi:

- *Alladin*. Lidojuma laikā tiek savākti Marsa pavadoņu Fobosa un Deimosa grunts paraugi un nogādāti uz Zemes.
- *Deep Impact*. Kosmiskais aparāts pārlido P/Tempela-1 komētu un ar 500 kg sprāgstvielas lādiņa palīdzību izsit ap 20 m dziļu krāteri, lai būtu iespējams aplūkot tā granti un ledu.
- *INSIDE*. Ap Jupiteru riņķojošs pavadoņš, mērot tā magnētisko un gravitācijas laukus, pētītu milzu planētas iekšieni.
- *Messenger*. Kosmiskais aparāts, kas vispusīgi pētītu Saulei tuvāko planētu - Merkuru.
- *Vesper*. Venēras vidējos atmosfēras slāņus pētošs kosmiskais aparāts.

Projektu atlases rezultāti būs zināmi 1999.gada otrajā pusē.

Okeāns Kallisto dzīlēs. Analizējot NASA kosmiskā aparāta *Galileo* veiktos magnētiskā lauka mērījumus Jupitera pavadoņa Kallisto apkārtnē, Kalifornijas universitātēs Losandželosā zinātnieki ir konstatējuši, ka Kallisto dzīlēs varētu pastāvēt šķidrās okeāns. Šādiem secinājumiem ir pamatā 1996.–1998. gados *Galileo* iegūtie dati, kur Kallisto, līdzīgi pavadoņim Europa, tika piefiksēts mainīgs magnētiskais lauks. Vispiemērotākais izskaidrojums ir sālsūdens okeāns zem pavadoņa virsmas. Pašlaik zinātnieku grupa pastiprināti analizē cita Jupitera pavadoņa – Ganimēda – magnētiskā lauka mērījumus, lai atbildētu uz intriģējošo jautājumu – vai arī Jupitera lielākajam pavadoņim ir pazemes okeāns.

ZINĀTNIEKŠ UN VIŅA DARBS

ULDIS DZĒRVĪTIS

MĀRTINS ŠVARCŠILDS 31.V 1912.–10.IV 1997.



1982. gadā.

Mārtins Švarcšilds bija viens no pazīstamākajiem aizejošā gadsimta astronomiem, kura zinātniskā darbība aptvēra plašu problēmu loku. Viņš ir atstājis paliekamu ieguldījumu daudzu astronomijas jautājumu noskaidrošanā. Taču mums viņa vārds saistās pirmām kārtām ar modernās zvaigžņu evolūcijas teorijas izstrādi.

Dižā tēva dēls. Viņš dzimis Vācijā, Frankfurtē pie Mainas. Viņa senči no tēva puses ir pārvācojušies ebreji, kuri šai pilsētā dzīvojuši jau gadsimtiem ilgi. Tēvs – Kārlis Švarcšilds ir gadsimta sākuma izcilākais vācu astronoms, Potsdamas observatorijas direktors, kura vārds iemūžināts daudzu astronomijas jēdzienu nosaukumos: Švarcšilda melnais caurums, hidrodināmiskās stabilitātes kritērijs, zvaigžņu ātrumu sadalījuma funkcija Galaktikā, Švarcšilda–Šustera zvaigžņu atmosfēru modelis u. c. Cilvēks ar Dieva dotu izcilu matemātiķa talantu,

ne velti ar savu Einšteina vienādojumu precīzo atrisinājumu sfēriski simetriskam masas sadalījumam apstaidz pašu Einšteinu, kurš spējis atrast tikai aptuvenu risinājumu un tādēļ nav pamanījis melno caurumu eksistenci. Taču zēns agri zaudē tēvu. Sākoties pasaules karam, Švarcšilds vecākais brīvprātīgi dodas uz fronti kā vienkāršs kareivis, kur ierakumos saslimst ar smagu slimību un 1916. gadā mirst. Tā zēns izaug bez tēva. Ģimene pārceļas uz Getingenu, kur Švarcšilds pabeidz ģimnāziju un 1931. gadā arī studijas Getingenes universitātē. Iestājoties doktorātā, viņš zinātniskajam darbam izvēlas astronomisku tēmu par Polārsvaigznes spektrofotometriju. Taču darbs lāgā neveicas – izrādās, ka jauno zinātnieku vairāk interesē teorētiskie jautājumi un nevis novērojumi pie teleskopa. Tādējādi doktora grādu viņš iegūst par pētījumiem zvaigžņu pulsāciju teorijā. Par šo jautājumu tad nu top viņa pirmā zinātniskā publikācija žurnālā *“Zeitschrift für Astrophysik”* 1935. gadā. Savu publikāciju Švarcšilds aizsūta tā laika ievērojamākajam astrofizikim seram Artūram Edingtonam, preti saņemdam garu vēstuli, kurā izskaidrots, kādēļ jaunā censoņa teorija ir aplama.

Klejojumu gadi. Kamēr topošais zinātnieks spē savas karjeras pirmos soļus, pār viņa galvu ir sabiezējuši draudīgi mākoņi. Vācijā pie varas ir nākuši nacisti un sākuši plaši izvērstu ebreju apkaršanas kampaņu. Ebreju intelīģence ir spiesta doties emigrācijā, un arī Švarcšilds drīz noprot, ka pienācis laiks meklēt sev jaunu mītnes zemi. Viņš dodas uz Leideni Holandē pie ievērojamā astronoma Eināra Hercšprunga, kura vārds iemūžināts

vienā no fundamentālākajiem astronomijas jēdzieniem – Hercšprunga–Rasela diagrammā. Švarcsīlds ir dzirdējis Hercšprungu daudzinaim kā vīru, kurš ļoti rūpējas par jaunajiem talantiem. Cerības Švarcsīldu nepievil, jo Hercšprungs palīdz arī viņam mājvietas meklējumos, izgādājot gadu ilgu jaunajiem doktoriem paredzēto stipendiju Oslo universitātē Norvēģijā. Tai beidzoties, pēc īsas uzturēšanās Anglijā, kur pūles atrast darbu ir bez sekmes, Švarcsīlds dodas pāri okeānam uz lielo cerību zemi – Ameriku. Pirmo apmešanās vietu viņš atrod Hārvarda koledžas observatorijā pie slavenā amerikāņu astronoma Harlova Šepļa. 1940. gadā Švarcsīlds iegūst pasniegēja vietu Kolumbijas universitātē.

Šajos klejojumu gados Švarcsīldam nav labvēlīgu apstākļu, lai nodotos plašākiem un dziļākiem pētījumiem, tādēļ viņa šā laika publikācijas ir par dažāda rakstura jautājumiem – zvaigžņu pulsācijām, rotāciju, konvekciju zvaigznēs, cefeīdu spožuma liknem lodveida kopā M3 un, protams, arī par tā laika astronomijas aktuālāko problēmu – zvaigžņu enerģijas avotiem.

Tad Amerika iesaistās pasaules karā pret fašistisko Vāciju, un Švarcsīlds, sekojot tēva paraugam, ka volontieris piesakas armijā. Tikai diēls cīnās frontes pretējā pusē, nekā savulaik tēvs. Līdz cīņām ierakumos viņš tomēr nenonāk. Pēc īsas apmācības iegūvis virsnieka pakāpi, Švarcsīlds nokļūst Itālijā izlūkvienībā, kuras uzdevums ir analizēt amerikāņu bumbvedēju uzbrukumu efektivitāti un izstrādāt attiecīgas rekomendācijas. Sākumā cīņu biedri ar neuzticību noraugas uz jauno virsnieku, kurš runā ar tik uzkrītošu vacu akcentu. Taču situācija pamazām normalizējas, un Švarcsīldam par nopelniem karā pat piešķir pāris medaļu.

Karam beidzoties, Švarcsīlds atgriežas pasniegēja darbā Kolumbijas universitātē. Un tad 1947. gadā Švarcsīlds saņem uzaicinājumu no prestižās Prinstonas universitātes. Tur tikko kā atbrivojusies vieta, pensionējoties amerikāņu astronomijas zvaigznei Henrijam Rase-

lam, un universitātes vadība nolemj viņa vietu sadalīt starp diviem jauniem daudzsološiem astronomiem. Otrs kandidāts ir L. Spiteers, kurš tāpat kā Švarcsīlds drīz izvirzās starp sava laika vadošajiem astronomiem. Abi sirsnīgi sadraudzējas, saglabājot savstarpējās simpātijas 50 gadu garumā – visu atlikušo mūžu, un arī nomirst gandrīz vienlaikus ar pusotras nedēļas lielu atstarpi.

Beidzot 10 gadus pēc dzimtenes pazaudēšanas Švarcsīlds ir atradis stingru pamatu zem kājām. Viņš ir 35 gadus vecs, nobriedis zinātnieks un var sākties pētījumi, kas viņam atnesīs visas pasaules astronomu atziņību.

Zvaigžņu populācijas. Švarcsīlda Prinstonā veiktos pētījumus var iedalīt četrās plašās grupās. Pirmā ir tā laika populārākā un visvairāk diskutētā astronomijas temata inspirēta. Pirms dažiem gadiem slavenais Valters Bāde – arī emigrants no Vācijas, pētot tuvākās galaktikas ar Vilsona kalna lielo 2,5 m teleskopu, tolaik lielāko astronomisko instrumentu pasaulē, ir nācis pie atziņas, ka galaktiku zvaigznes iedalāmas divās lielās grupās jeb populācijās: zilajas karstajās zvaigznēs, kas veido spirāļu zarus, un aukstajās sarkanajās zvaigznēs, kuras izvietojas plašā halo. Pirmās izrādās jaunas, otrās – vecas zvaigznes. Un nu astronomi nodarbojas ar dažādu zvaigžņu tipu sadalīšanu pa populācijām un pēdējo atšķirību noskaidrošanu.

Švarcsīlds 1950. gadā kopā ar savu sievu Barbaru – arī astronomi – publicē rakstu, kurā kā viens no pirmajiem konstatē, ka abu populāciju zvaigznes atšķiras arī ar savu ķīmisko sastāvu. Pirmā populācija, kuru veido spirāļu zaru zvaigznes, ir ar lielāku metālu daudzumu nekā otrā. Tas ir ļoti nozīmīgs konstatējums un mūsdienās viena no zvaigžņu astronomijas pamattēzēm. Šie pētījumi noved Švarcsīldu pie vairākām tam laikam revolucionārām atziņām, tai skaitā arī pie secinājuma, ka pirmās populācijas zvaigznes rodas no starpzvaigžņu putekļu mākoņiem, un konstatējuma, ka jauno karsto zvaigžņu radiācijas spiediens sablīvē starpzvaigžņu putekļus, tā radot kondensācijas

centrus, ap kuriem formējas jaunas zvaigžņu paaudzes. Jāuzsver, ka tolaik vairākums astronomu atziņu par intensīvu zvaigžņu veidošanās procesa norisi mūsu Galaktikā uzņēma visai atturīgi.

Zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija.

Tomēr nozīmīgākais Švarcšilda devums astrofizikā ir viņa pētījumi zvaigžņu uzbūves un evolūcijas teorijā. Patiesībā Švarcšilds praktiski rada šo teoriju. Astrofizikas klasiķi Dž. Leins, R. Emdens, A. Edingtons ir jau agrāk uzrakstījuši vienādojumus, kuri apraksta zvaigžņu uzbūvi. Taču Švarcšilds atsedz šo vienādojumu slēpto saturu, parādot, kā tad konkrēti evolūcionē zvaigznes atkarībā no to masas un ķīmiskā sastāva, kā dažādie novērojami zvaigžņu tipi sasaistās noteiktās evolūcijas secībās. Atsevišķi mēģinājumi konstruēt zvaigžņu, īpaši Saules, matemātiskus modeļus ir izdarīti jau pirms Švarcšilda, bet tie paliek homogēna ķīmiskā sastāva modeļu līmenī, kaut arī izteikumi, ka Saule varētu būt ķīmiski nehomogēna, ir jau izskanējuši. Arī Švarcšilds savus pētījumus šai laukā uzsāk ar homogēna Saules modeļa konstruēšanu, piemeklējot tādu hēlija daudzumu Saulē, kas nodrošinātu tās spožumu un rādiusu. Modelis mūsdienu skatījumā ir nepareizs – Saules kodols tajā ir konvektīvs un galvenais enerģijas avots ir CN cikls, taču toreiz šo modeli izmantoja gadiem ilgi.

Tomēr Švarcšilds ir jau atskārtis, ka Saule un zvaigznes ir ķīmiski nehomogēnas, un tādēļ drīz seko arī pirmie šāda veida modeļi, bet evolūcijas pagaidām nav – aprēķini ir pārāk laikietilpīgi.

Bet tad jau ir klāt elektronisko datoru laikmets, un Švarcšilds ir viens no pirmajiem, kas tos ievieš komplicētu astrofizikas problēmu risināšanā. Pirmie datori, kaut arī neveikli un ļoti apjomīgi, tomēr atļauj modeļu evolūcionārās secības aprēķināt nesalīdzināmi ātrāk, nekā tas bija iespējams ar aritmometru. Prinstonas universitāte ir iegādājusies vienu tā laika skatījumā modernu un ātrdarbīgu datoru, un Švarcšilds ir galvenais tā ekspluatētājs. Un te nu viņam palaimējas atrast savu

“labo roku” talantīgā programmētāja R. Hērma personā. 22 gados kopā viņi uzraksta 22 rakstus, tajos atsedzot dažādu ķīmisko sastāvu un masu zvaigžņu mūža gājumu, sākot ar galveno secību un pārvietošanos no tās uz sarkanajiem milžiem un tad augšup pa milžu zaru, līdz zvaigznes kodols sakarst tiktāl, ka tajā notiek hēlija aizdegšanās, pēc kuras zvaigzne atslīgst uz horizontālā zara. Tālāk, izdegot zvaigznes centrā arī hēlijam, tiek izsekota zvaigznes transformēšanās asimptotiskā zara milzī ar dubultčaulveida avotu un atrasts, ka šīs fāzes beigu posmā hēlija degšana notiek nestacionāri, periodisku uzliesmojumu veidā tā sagatavojot pamatu pekulāra ķīmiskā sastāva sarkano milžu – oglekļa un cirkonija zvaigžņu veidošanās noslēpuma atrisinājumam. Tālāk tiek noskaidrots, kā, ūdeņradim izdegot līdz apvalka virsmai, apvalka paliekas tiek nomestas planetārā miglāja veidā, atkailinot zvaigznes centrā izveidojušos balto punduri.

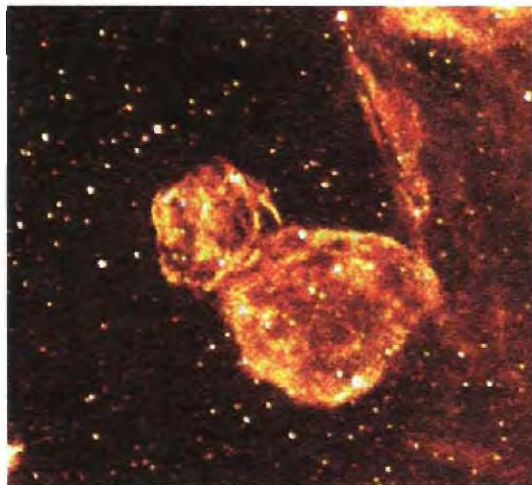
Visas šīs stadijas ir akceptētas arī zvaigžņu evolūcijas mūsdienu koncepcijā. Švarcšilds ir pirmais, kas visām šīm stadijām atbilstošos zvaigžņu tipus sakārto evolūcionārās secībās. Vienīgā komponente, kas trūkst viņa pētījumos, ir masas zudums vēlās evolūcijas stadijās zvaigžņu vēja dēļ, kas visai būtiski var saīsināt šo stadiju ilgumu. Viss pārējais mūsdienu evolūcijas pētījumos ir Švarcšilda iezīmēto kontūru precizēšana un detalizācija.

Savu pētījumu rezultātus Švarcšilds izklāsta 1958. gadā izdotā grāmatā “Zvaigžņu uzbūve un evolūcija”, kura ilgus gadus ir atzīta rokasgrāmata šajos astrofizikas jautājumos. Mūsdienu kritiķi gan piebilst, ka Švarcšilds savu grāmatu ir uzrakstījis nedaudz priekšlaikus, jo viņa pētījumi tolaik ir tikai pusceļā – aprēķini ir veikti tikai līdz hēlija uzliesmojumam zvaigznes centrā, zvaigznei atrodoties sarkano milžu zara virsotnē.

Stratoskops. Trešā pētījuma joma saistās ar tematu, ko risinājis jau viņa tēvs – gāzes konvektīvā kustība Saules un zvaigžņu atmosfērās. Piecdesmito gadu sākumā jau izkristalizējas atziņa, ka Saules virsmas uzņēmumos

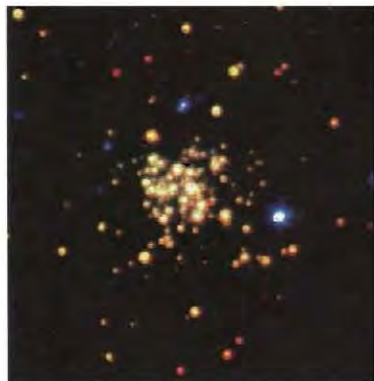


MMM lielākais emisijas miglājs – Tarantula miglājs, kas savas varenās jonizētā ūdeņraža “kājas” izpletis uz visām pusēm. Balti liesmojošā centrā atrodas bagātīga pavisam jaunu, masīvu zvaigžņu asociācija. Pa labi redzama ļoti spoža zvaigzne. Tā ir supernova, kas uzliesmoja LMM 1987.gada februārī. Uzņēmums izdarīts četras dienas pēc uzliesmojuma.



LMM atrastas divu tuvu un vienlaicīgi uzliesmojušu supernovu atliekas.

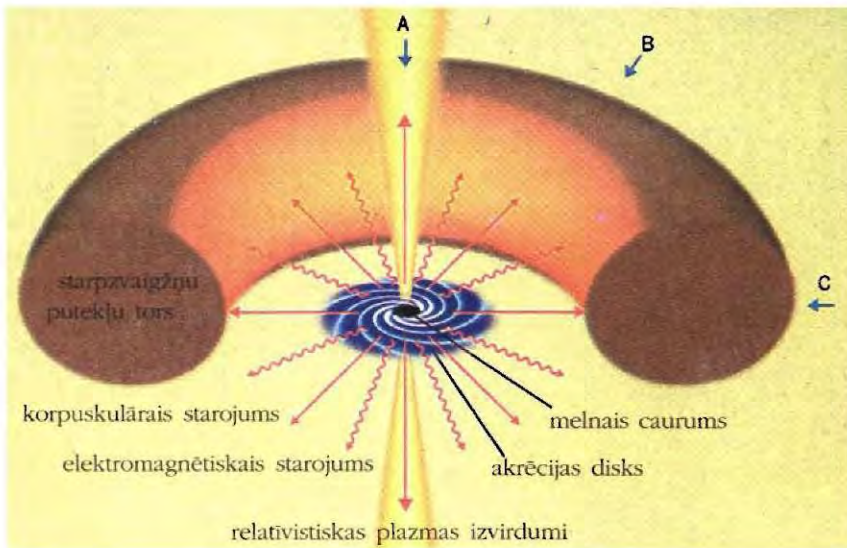
Sk. Z. Alksnes rakstu “Magelāna Mākoņi tuvplānā”.



Kompakta O spektra tipa zvaigžņu kopa Galaktikas centrā. Uzņēmums izdarīts infra-sarkanajos staros. Zilās zvaigznes atrodas priekšējā fonā, sarkanās izkļiedētās – aizmugurējā.

Sk. U.Dzervīša rakstu “Neparasta zvaigžņu kopa Galaktikas centrā”.



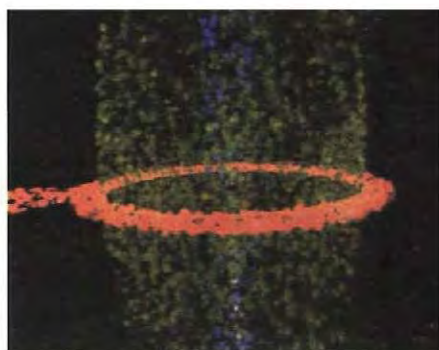
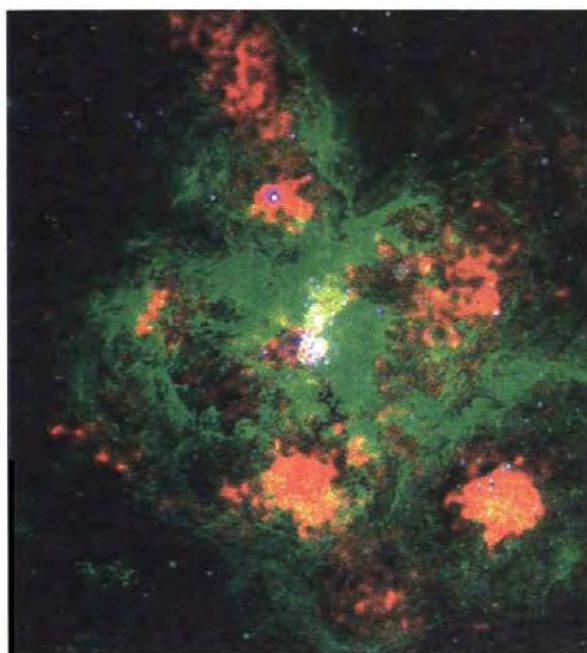


Schematiska galaktikas NGC 4261 centrālās daļas struktūra, kādu var uzkonstruēt, pamatojoties uz astrofizikāliem pētījumiem un uz šīs galaktikas attēlu, kas iegūts ar Habla kosmisko teleskopu (*sk. vāku 2.lpp.*). Ap melno caurumu - kodola centrā - izveidojas akrēcijas disks, kura virpuļveida kustībā sagrieztā viela (starpzvaigžņu putekļi un gāze) pakāpeniski krīt uz melno caurumu un ģenerē intensīvu korpuskulāro un elektromagnētisko starojumu visā šī starojuma spektra diapazonā, t.i., sākot ar gamma- un beidzot ar radiostarojumu. Perpendikulāri akrēcijas diskam izveidojas divi pretējos virzienos vērsti relativistiskas plazmas izvirdumi, tā sauktie džeti, kuri ģenerē arī intensīvu novērojumos reģistrēto radiostarojumu. Atkarībā no tā, kā šāda galaktika ir pavērsta attiecībā pret novērotāju uz Zemes, objekts izpaužas kā blazārs (*skats virzienā no A, t.i., no augšas vai no apakšas*), kā Seiferta galaktika vai kvazārs (*skats virzienā no B, t.i., paslīpi no augšas vai no apakšas*) un kā radiogalaktika (*skats virzienā no C, t.i., no sāniem*). *Sk. A.Balklava rakstu "Melnie caurumi vai Q-zvaigznes"*.



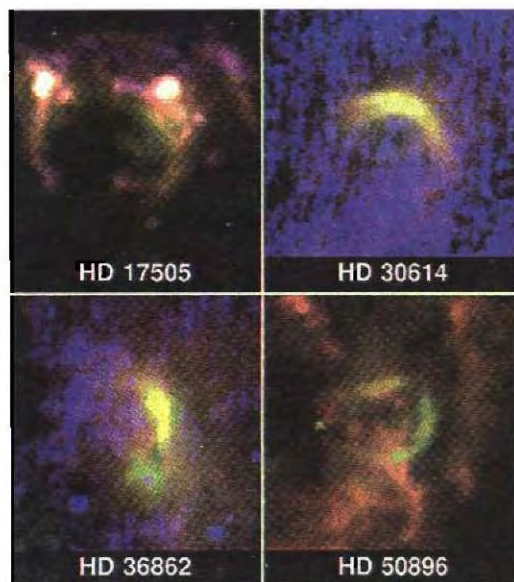
Dubultsistēma, kurā viela no sarkanā pārmilža pārplūst uz melno caurumu. Ap melno caurumu veidojas akrēcijas disks. *Zīmējums no žurnāla "Sky & Telescope"*.

Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskais zvērudārzs".



No melnā cauruma divos virzienos izsviesto gāzu strūklu shematisks attēlojums.

Pa kreisi: Tarantula miglājā, kas ietilpst Lielajā Magelāna Mākonī, atklāts relatīvi jauns pulsārs. Tas redzams rentgendiapozonā, bet šajā nosacīto krāsu attēlā tas paslēpts gāzu mākoņos leņķa pa labi.



Pulsārs "Melnā Atraitne" izstaro tik spēcīgu zvaigžņu vēju, ka dubultsistēmas otra zvaigzne strauji zaudē masu (*zīmējums*).

Zvaigznēm strauji pārvietojoties kosmiskajā telpā, no tām plūstošais zvaigžņu vējš sakarsē putekļus, kas kļūst redzami infrasarkanajā diapozonā. *Pavadoņa IRAS uzņēmums.*

Sk. I. Vilka rakstu "Kosmiskais zvērudārzs".



Izrāde-šovs par Amazones mūžameža iemītniekiem uz milzīgā ekrāna izstāžu centrā *Cosmonova*.



Stokholmas rātsnams, kurā notika asamblejas dalībnieku svinīgā pieņemšana.

Apakšā: Astronomijas mācību stunda Bjornbodas pamatskolā; zviedru skolēni veido Saules sistēmas planētu modeļus.

I. Vilka foto.

Sk. I. Vilka rakstu "Eiropas dimensija astronomijas izglītībā".



vērojamā granulācija saistās ar turbulento konvekciju Saules atmosfēra. Taču notiek strīdi par to, vai novērojamās struktūras ir atsevišķas konvektīvās plūsmas vai granulu šūnas ir šādu plūsmu kompleksi. Fotografijās redzamā aina ir neasa – Zemes atmosfēra traucē Saules atmosfēras izpēti. Švarcšildam apspriežoties ar Spitzeru un citiem kolēģiem, izveidoja atziņa, ka teleskops Saules virsmas fotografēšanai ar balona palīdzību, ir jāpaceļ virs Zemes atmosfēras. Tā rodas Stratoskopa projekts, kura realizācijā galvenā loma pieder Švarcšildam. Pirmajā mēģinājumā 1957.–1959. gadā 30 cm teleskops tiek pacelts 30 km augstumā un iegūti ap 16 000 Saules virsmas uzņēmumu ar 2 ms ilgu ekspozīciju. Šie uzņēmumi skaidri apstiprina, ka granulas ir atsevišķas konvekcijas šūnas, uz ko norāda to poligonālā struktūra, kurā atsevišķus elementus atdala tumšas joslas. Otrais stratoskops, kurš 60. gados tiek pacelts daudz reizi un kurā izmanto 90 cm teleskopu, fotografē Saules plankumu sīkstruktūru, Marsa infrasarkano spektru, aukstās sarkanās liela izmēra zvaigznes, Andromedas miglāja kodolu. Starp citiem atradumiem atzīmējams atklājums, ka Andromedas galaktikas kodols ir dubultīgs un, neraugoties uz ļoti mazajiem izmēriem, tajā ir sakoncentrēts liels spožums.

Eliptiskās galaktikas – trīssasu elipsoidi.

Mūža nogalē, kad zvaigžņu evolūcijas jautājumi pamatvilcienos ir noskaidroti, Švarcšilds ieinteresējās par eliptisko galaktiku uzbūvi. Matemātiski tā ir krietni sarežģītāka problēma par zvaigžņu uzbūvi, jo pētāmās struktūras elementi arī ir sarežģītāki – vairs ne atomi, bet pašas zvaigznes. Jau 1954. gadā Švarcšilds kādā rakstā ir izteicis domu, ka galaktikās liela masas daļa varētu atrasties vecos un vājos haltajos punduros – atliekās no agrāko paaudžu vidējas masas zvaigznēm pēc to aktīvā mūža beigām. Tolaik šī ideja nepiesaista uzmanību taču šobrīd tā ir ļoti populāra sakarā ar neredzamo objektu meklējumiem ar gravitācijas mikrolēcu palīdzību mūsu Galaktikas halo.

Pēdējos 20 gados no 25 Švarcšilda sa-

rakstītajiem rakstiem 22 ir veltīti sferoidālo un eliptisko galaktiku zvaigžņu sistēmu struktūras un dinamikas jautājumiem. Septiņdesmito gadu vidus pētījumi arvien noteiktāk norāda uz iespēju, ka eliptiskās galaktikas ir nevis sferoidi, bet trīssasu elipsoidi, t.i., to trīs galvenās asis ir ar dažādu garumu. Švarcšildu interesē, kādas ir zvaigžņu orbītas šādās galaktikās. Izrādās, ka tās nemaz neatgādina ierastos koniskos šķēlumus – nākas ievest iedalījumu paralēlskalidna, caurules, banāna u. c. tipu orbītās. Švarcšilds daudz pūļu veltī eliptisko galaktiku gravitācijas potenciāla pareizās formas izskaitļošanai – tādas, kura dotu novērojamo galaktikas virsmas spožuma, zvaigžņu telpisko ātrumu un tā dispersijas sadalījumu. Pētījumus šai jomā Švarcšilds turpina arī pēc aiziešanas pensijā 1979. gadā un visi iegūtie komplicēto aprēķinu rezultāti līdz šai dienai pilnībā nemaz vēl nav publicēti.

Saprotams, ka Švarcšilda iegūtie nozīmīgie zinātniskie rezultāti atnes viņam plašu popularitāti un atzinību. Viņš ir daudzu akadēmiju un biedrību loceklis vai goda loceklis gan ASV, gan ārzemēs tai skaitā arī Britu Karaliskās biedrības loceklis un Starptautiskas Astronomu savienības viceprezidents. Ne mazāk iespaidīgs ir viņa saņemto apbalvojumu, prēmiju un medaļu saraksts par nozīmīgu ieguldījumu zinātnē.

Tā kā Švarcšilda darba vieta ir universitāte, tad, protams, nozīmīga ir viņa kā jauno zinātnieku audzinātāja loma. Daudzi tagad astronomijā aktīvi strādājošie speciālisti ir Švarcšilda audzēkņi, kas viņa vadībā mācījušies, aizstāvējuši disertācijas un aizguvuši dažu labu ideju vēlākiem pētījumiem.

Gan viņa skolnieki, gan kolēģi Švarcšildu atceras kā vienkāršu, laipnu cilvēku, vienmēr gatavu diskutēt par kādu jaunu ideju. Švarcšilds nekad nav bijis sevī noslēdzies akadēmisks profesors, bet vienmēr redzams jauno talantu pulciņa vidū.

Tāds isumā ir šā ievērojamā zinātnieka mūža gājums. 🐦

IVARS ŠMELDS

ZINĀTNEI VELTĪTS MŪŽS



Šā gada 20. jūlijā, atgriezoties no kārtējās zinātniskās konferences Kanādā, pēkšņi aprāvēies LZA korespondētājlocekļa, profesora, Latvijas Universitātes Astronomijas institūta vadītāja un pētnieka Dr. hab. Jurija Francmaņa mūžs.

J. Francmanis dzimis 1939. gada 20. martā Rīgā krievu inteliģentu ģimenē, māte – filoloģe, tēvs – inženieris celtnieks. 1956. gadā nākamais zinātnieks pabeidz Rīgas 10. vidusskolu un iestājas Latvijas Universitātes (toreiz LVU) Fizikas un matemātikas fakultātē, kurā arī aizsākas viņa pētnieka karjera. Jau studenta gados parādās ne tikai Jūra Francmaņa uzcītība un zinātkāre, bet arī spēja patstāvīgi strādāt ar literatūru, spilgtais pētnieka talants un, galvenais, vēlme nodarboties ar zinātnisku darbu. Par izraudzīto zinātnes nozari kļūst astronomija. Viņa zinātnieka karjera aizsākas LVU Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacijā un Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības (VAĢB) Latvijas nodaļas

astronomijas sekcijā (tagad Latvijas Astronomijas biedrība), kurā topošais zinātnieks iestājas, vēl būdams I. kursa students, – 1956. gadā un kurā, neraugoties uz aizņemtību, aktīvi darbojas līdz pat mūža beigām, ilgus gadus būdams tās valdes loceklis. Šajā pašā gadā jaunais students jau piedalās pirmajā nopietnajā zinātniskajā pasākumā – Marsa lielās opozīcijas novērojumos, kas notiek, izmantojot universitātes observatorijas teleskopu. Jau nākamajā gadā sākas piedalīšanās regulāros sudrabaino mākoņu novērojumos, kas ilgus gadus VAĢB paspārnē notiek novērošanas punktos Rīgā un Siguldā. Kopā ar Matisu Dīriķi tiek izstrādāta šo mākoņu augstuma noteikšanas metode, kurā tiek izmantoti vienkārši vairākos novērošanas punktos izdarīti fotouzņēmumi. Par šo tematiku tiek publicēti vairāki zinātniskie darbi, nolasīti ziņojumi Vissavienības konferencēs Rīgā, Tallinā, Tartu. Diplomdarbs tomēr tiek izstrādāts jau par pavisam citu tēmu. Tas notiek Maskavas Valsts universitātē profesora B. Voroncova-Veljaminova vadībā, un diplomdarba nosaukums ir "Planetāro miglāju koordinātu noteikšana,



Novērojot sudrabainos mākoņus (1959).

izmantojot uzņēmumus ar objektīva prizmu”.

Universitāte tiek pabeigta 1961. gadā, bet darbs turpinās tās observatorijā. Jaunais zinātnieks piedalās laika dienesta darbā, veicot novērojumus ar pasāžinstrumentu. Kopā ar Matisu Dīriķi un Kārli Šteinu tiek publicēts darbs par ZMP novērojumu apstrādi, kā arī divi darbi par zvaigžņu kustībām asociācijās. Tomēr vairāk J. Francmani interesē astrofizika, tādēļ tad, kad tiek izvēlēta aspirantūras tematika, tā tiek saistīta ar zvaigžņu iekšējo uzbūvi un evolūciju. Aspirantūras gadi Jurijam Francmanim pāriet PSRS ZA Astronomijas padomē profesores Allas Masēvičas vadībā un 1967. gadā vainagojas ar disertāciju “Masīvo zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija atkarībā no masas, ķīmiskā sastāva un citiem parametriem”.

Pēc aspirantūras beigšanas seko darbs LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā (vēlāk Latvijas ZA Radioastrofizikas observatorija, pēc apvienošanās ar LU Astronomisko observatoriju – LU Astronomijas institūts), kurā Jurijs Francmanis strādā līdz pat sava mūža beigām. Viņa darbs galvenokārt ir saistīts ar zvaigžņu iekšējās uzbūves un evolūcijas pētījumiem. Zinātniskās intereses galvenokārt saistās ar zvaigžņu evolūcijas beidzamo stadiju – t. s. asimptotisko milžu zaru (AMZ). Tā ir stadija, kurā rodas arī oglekļa zvaigznes, kas ir Radioastrofizikas observatorijas pētījumu objekts kopš pašā tās pastāvēšanas sākuma. Tiek interpretēti zvaigžņu novērojumu rezultāti mūsu Galaktikā un Magelāna Mākoņos, noteikti vairāku Magelāna Mākoņu zvaigžņu kopu vecumi, kas ir ļoti svarīgi šo galaktiku evolūcijas pētījumos. Atzinību izpelnījušies arī J. Francmaņa darbi par radioaktīvā alumīnija izotopu ^{26}Al starpzvaigžņu vidē, kuros parādīts, ka šis izotops, pēc visa spriežot, rodas AMZ zvaigznēs. Liels darbu cikls veltīts t. s. bārija zvaigžņu evolūcijai. Intensīvais zinātniskais darbs 1991. gadā vainagojas ar aizstāvētu Fizikas un matemātikas zinātņu doktora disertāciju “Asimptotiskā milžu zara zvaigžņu evolūcija”, kas Latvijas apstākļos pārtop par



Lasot populārzinātnisku lekciju (60. gadi).

Dr. phys. hab. Zinātniskais darbs tajā pašā virzienā tiek turpināts arī tālāk un 1993. gadā tiek novērtēts ar to, ka Latvijas ZA viņu ievēl par savu korespondētājlocekli. Tajā pašā gadā sākas darbs pie Latvijas Zinātnes padomes (LZP) pētījumu programmas “Vēlo evolūcijas stadiju zvaigznēs, Saulē un starpzvaigžņu vidē notiekošo fizikālo procesu pētījumi: nestacionārās parādības un ķīmiskā sastāva izmaiņas” vadīšanas, kas turpinās līdz pat viņa nāvei. Pēdējos divus gadus J. Francmanis aktīvi darbojas arī LZP ekspertu padomē, aktīvi veidodams zinātnes politiku Latvijā.

Jurijs Francmanis ir vairāk nekā 70 zinātnisko darbu autors, viņš ir piedalījies ar ziņojumiem daudzās starptautiskās konferencēs. Var droši teikt, ka pēc Latvijas neatkarības atgūšanas katru gadu viņš ir piedalījies vismaz



Kopā ar VAĢB LN priekšsēdētāju M. Dīriķi (1990).

Visi foto no S. Francmanes personīgā arhīva

vienā vai divās šādās sanāksmēs. Tikai pēdējos gados viņa apmeklēto valstu sarakstam pievienojušās Grieķija, Itālija, Kanāda. Diemžēl pēdējā konference Kanādā – ar Magelāna Mākoņiem saistītām problēmām veltītais simpozījs – izrādījās liktenīgs. Nākamais, jau gandrīz sagatavotais ziņojums Starptautiskās astronomu savienības Francijā rīkotajā simpozijā par AMZ zvaigznēm tā arī palika nenolasīts.

Lielu uzmanību J. Francmanis pievērsa arī zinātnes popularizēšanai. Ilgus gadus viņš darbojās Zinību biedrība gan kā lektors, gan lekciju organizators. Gribētos minēt arī viņa ilggadīgo darbu izdevuma "Zvaigžņotā Debess" redkolēģijā. Pēdējā laikā J. Francmanis aktīvi darbojās "Astronomiskā kalendāru" red-

kolēģijā. Nav ticis aizmirsts arī administratīvais darbs – vairāki gadi pavadīti Radioastrofizikas observatorijas zinātniskā sekretāra amatā. Aizgājējs bija arī aktīvs Starptautiskās astronomu savienības (SAS), Eirāzijas astronomijas biedrības, Eiropas astronomijas biedrības biedrs. Pēc Latvijas neatkarības atgūšanas tieši viņš pielika lielas pūles, lai mūsu valsts kļūtu par SAS locekli.

Līdztekus zinātniskajam darbam daudzli gan Universitātē, gan ārpus tās sienām Juriju Francmani pazina vienkārši kā lielisku cilvēku, biedru, draugu, kura dzīvesprieks, enerģija un izpalīdzība palīdzēja dzīvot arī mums visiem. Tagad mums būs jāiztiek bez viņa. Un jāturpina viņa iesāktais. 🐼

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Seniora veiksmīgais lidojums. 1998.gada 7.novembrī veiksmīgi beidzās vairāk kā 8 diennakšu ilga *Space Shuttle* kosmoplāna *Discovery* lidojums. Šis lidojums bija ievērojams ar to, ka tajā piedalījās ASV pirmais astronauts Džons Glenns. Būdam vairāk kā 77 gadus vecs, šis astronauts kļuva par pasaulē vecāko cilvēku, kas ir devies kosmosā. *Discovery* lidojuma laikā notika medicīniski eksperimenti, kā arī uz laiku tika palaists un pēc tam notverts atpakaļ Saules koronu pētošais pavadoņš *Spartan 201*.

Kosmiskās stacijas pamatmodulis. Starptautiskā Kosmiskā stacija (*ISS*) tiks būvēta vairāku gadu garumā no atsevišķiem Krievijas, ASV un Eiropas piegādātiem moduļiem. Viens no bāzes moduļiem - *Zarya* - 1998.gada 20.novembrī tika nogādāts orbitā ar kosmisko nesējraķeti *Proton*. Nākošais bloks, kas 1998.gada nogalē tiks pievienots pie *Zarya*, būs ASV izgatavotais *Unity*. Tā funkcija būs savienošais mezgls starp *ISS* darba un dzīvojamām telpām.

SOHO pazūd un atgriežas. 1998.gada 25.jūnijā komunikāciju kļūdas dēļ NASA un ESA kopīgi veidotā Sauli pētošā observatorija SOHO izgāja no ierindas - pārtrūka sakari un nebija skaidra tās nākotne. SOHO tika palaista 1995.gada 5.decembrī un tās darba vieta atradās 1,5 miljonu kilometru attālumā no Zemes - Lagranža 1. librācijas punktā. 1998.gada aprīlī tika nolemts, ka tās darbību tiks pagarināts vēl par 5 gadiem - līdz 2003.gadam. Tomēr dažus mēnešus vēlāk SOHO atslēdzās žiroskopī, zuda observatorijas orientācija, un saules baterijas neģenerēja nepieciešamo elektroenerģiju, bet pats galvenais - pārtrūka sakari. Tikai mēnesi vēlāk ar Aresibo teleskopa palīdzību tika noteikta SOHO atrašanās vieta, bet neizdevās nodibināt sakarus. 3.augustā, kad bija mainījies Saules atrašanās pozīcija un saules baterijas saņēma nepieciešamo starojumu, SOHO atdzīvojās un sāka raidīt īsus signālus. Vairāk kā mēnesi veiktie observatorijas funkciju atjaunošanas darbi vainagojās ar panākumiem - 16.septembrī tās orientācija kļuva vadāma, lai atsāktu Saules pētījumus.

M.G.



ILGONIS VILKS

KOSMISKAIS ZVĒRUDĀRZS

Saskaņā ar vispārpieņemto un nedaudz vienkāršoto zvaigžņu evolūcijas scenāriju zvaigzne atkarībā no masas beidz savu dzīvi vienā no trim veidiem – kā baltais punduris, neitronu zvaigzne vai melnais caurums. (sk. *I. Vilka rakstus "Zvaigznes piedzimst un dzīvo", "Zvaigznes pensijas vecumā" un "Dramatiskā zvaigžņu bojāeja"* – *ZvD*, 1998. gada pavasara, vasaras un rudens numuros). Par baltajiem punduriem jau tika stāstīts, tāpēc šoreiz vairāk pievērsīsimies neitronu zvaigznēm un melnajiem caurumiem.

Neitronu zvaigznes. Neitronu zvaigznes ir ļoti neparasti objekti. Tās ir vismazākās zvaigznes. To diametrs ir tikai 20 līdz 30 km, taču vidējais blīvums ir fantastiski liels: 10^{17} kg/m³, un tas ir vienāds ar atomu kodolu blīvumu.

Arī neitronu zvaigžņu uzbūve ir neparasta. Zvaigznes centrālā daļa sastāv no neitroniem ar nelielu protonu un elektronu piejaukumu, un tai piemīt šķidrums īpašības. Zvaigznes ārējo daļu veido dzelzs atomu kodoli, kuriem ir cietvielas īpašības. Var uzskatīt, ka neitronu zvaigznei ir šķidrums kodols un cieta garoza. Neitronu zvaigznes ir viskarstākās zvaigznes – to virsmas temperatūra pārsniedz miljonu K. Šādā temperatūrā zvaigzne izstaro nevis redzamo gaismu, bet gan rentgenstarojumu. Šīs zvaigznes ļoti strauji griežas, un tām ir spēcīgs magnētiskais lauks.

Neitronu zvaigznes ir interesants ārpuszemes seismiskās aktivitātes piemērs. Saskaņā ar teorētiskajiem priekšstatiem, neitronu zvaigznes kristāliskajā garozā var notikt tādas pašas zemestrīces kā Zemes garozā, tikai šajā

gadījumā tās atbilstošāk saukt par "zvaigžņutricēm". Neitronu zvaigznēm novēro gamma starojuma uzliesmojumus, kas acīmredzot ir saistīti ar nobīdēm zvaigžņu garozā. Amerikāņu pētnieku grupa salīdzināja zemestrīču un neitronu zvaigžņu gamma uzliesmojumu statistiku (cik bieži tās notiek un kāda ir to intensitāte) un konstatēja, ka abi procesi ir ļoti līdzīgi un to ģenerācijas mehānisms ir viens un tas pats. Arī pēkšņas, lēcienveidīgas pulsāru (sk. tālāk) rotācijas ātruma izmaiņas skaidro ar "zvaigžņutricēm", kuru dēļ mainās zvaigznes impulsa moments.

Neitronu zvaigžņu pastāvēšana tika teorētiski paredzēta jau 1934. gadā, bet tikai 1992. gadā ar rentgenpavadoni *ROSAT* izdevās



J. att. Iespējams, ka ar bultiņu parādītā zvaigzne ir pirmā tieši ieraudzītā neitronu zvaigzne. *Habla kosmiskā teleskopa uzņēmums*

saskatīt pirmo neitronu zvaigzni. Zvaigznes apzīmējums ir *RXJ 185654- 3754*, tā atrodas Dienvidu Vainaga zvaigznājā. Tas virsmas temperatūra ir aptuveni 1200000 K. Zvaigznes attāluma un starjaudas novērtējums ļauj secināt, ka tās aptuvenais diametrs ir 27 km un tā tiešām var būt neitronu zvaigzne. Ar Habla kosmisko teleskopu ir izdevies saskatīt šo zvaigzni arī optiskajā diapazonā (*1. att.*). Tā ir 25. zvaigžņlieluma zvaigzne.

Neitronu zvaigznēm ir ļoti maza starjauka, tādēļ tās atsevišķi praktiski nav saskatāmas. Tās ieraugāmas vienīgi tad, ja ar tām ir saistīts kāds fizikāls efekts, kurā rodas pietiekami spēcīgs starojums. Piemēram, neitronu zvaigzni var redzēt kā pulsāru. Pulsārs ir rotējoša neitronu zvaigzne, kas izstaro regulārus radioviļņu impulsus. Pulsāram griežoties, stars periodiski pagriežas pret Zemi un ir redzams uzliesmojums – impulss (*2. att.*). Pulsārus atklāja angļu astronomi 1967. gadā. Tas notika nejauši, gatavojot radioteleskopu citiem novērojumiem. Ritmiskie radiosignāli astronomos izraisīja lielu pārsteigumu. Sākumā tos uzskatīja par ārpuszemes civilizācijas raidītajiem signāliem.

Līdz šim atklāts aptuveni 700 pulsāru. Impulsu atkārtotais periods ir vienāds ar neitronu zvaigznes rotācijas periodu. Impulsi ir ļoti īsi un ātri. Pulsāra starojuma periods ir ļoti stabils – impulsi atkārtojas ļoti precīzi, to periods ir intervālā no 1,5 ms līdz 4,3 s. Kā

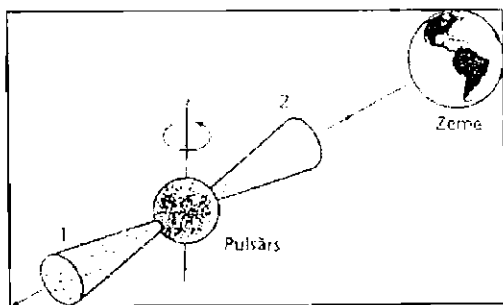
tieši rodas šis radiostarojums, nav precīzi zināms. Īpaša nozīme šajā procesā var būt neitronu zvaigznes magnētiskajam laukam.

Ne visi pulsāri atrodas pārnovu miglājos, un arī ne katrā pārnovas miglājā ir pulsārs. Tam ir vairāki cēloņi. Pirmkārt, nav iespējams redzēt tos pulsārus, kuru stars "netrāpa" Zemei. Otrkārt, pulsāri pastāv ievērojami ilgāk nekā pārnovu miglāji. Miglājs izkļūst, bet pulsārs turpina pastāvēt. Treškārt, pārnovas sprādziens var būt nesimetrisks. Tādā gadījumā pulsārs tiek izsviests no miglāja. Iespējami arī citi varianti.

Galaktikā ir diezgan daudz zvaigžņu, kas "skrien" tai cauri ar ātrumu, kas zvaigznēm nav tipisks – aptuveni 100 km/s. Tās galvenokārt ir O un B spektra klases zvaigznes. Tāpat kā motorlaiva, šķēļot ūdeni, sacel viļņus, arī šīs zvaigznes, pārvietojoties starpzvaigžņu vidē, sev priekšā veido triecienvilni. Triecienvilnis sakarsē putekļus, liekot tiem spīdēt infrasarkanajā diapazonā (*sk. krāsu ielikuma 3. lpp.*). Visticamāk, ka šīs zvaigznes kādreiz ir ieilpušas dubuļsistēmā, bet pārnovas sprādzienā ir izmestas no tās un kopš tā laika ar lielu ātrumu pārvietojas starpzvaigžņu vidē.

Pulsāri, kas nesen izveidojušies, izstaro ne tikai radioviļņus, bet arī gamma starojumu, rentgenstarojumu, infrasarkanā starojumu un redzamo gaismu. Tāds ir pulsārs Krabja miglājā un pulsārs Buru zvaigznājā pārnovas miglājā. Neitronu zvaigzne starojot zaudē rotācijas enerģiju, un tās griešanas ātrums samazinās. Tādēļ, pulsāram novecojot, impulsu atkārtotais periods palielinās. Vecākajiem un līdz ar to lēnākajiem pulsāriem, kuru vecums ir aptuveni 10 miljoni gadu, ir raksturīga īslaicīga impulsu izžušana. Impulsu izžušanas periodi pakāpeniski pagarinās, līdz pulsārs "izslēdzas" pavisam.

Pulsārs *PSR 0531+27*, kas atrodas Krabja miglājā Vērša zvaigznājā un izveidojies pārnovas sprādzienā 1054. gadā, ir hrestomātisks pulsāru piemērs, tāpēc to ir vērts aplūkot sīkāk. Pulsāra optiskais spožums ir 16.



2. att. Pulsāru darbības princips utgādina bāku. Ja starojuma kūlis trāpa Zemei, redzams uzliesmojums.

zvaigžņlielums un tā impulsu atkārtošanās periods ir 0,033 sekundes (30 impulsi sekundē). Tas atrodas Krabja miglāja centrā blakus parastai zvaigznītei (3. att.). Pulsāra rotācijas ātrums pakāpeniski samazinās – pēc 2000 gadiem impulsu atkārtošanās biežums būs vairs tikai 15 impulsi sekundē. Pulsāra atklāšana Krabja miglājā ļāva apstiprināt teorētiskos pieņēmumus, ka neitronu zvaigznes veidojas pārnovu sprādzienos.

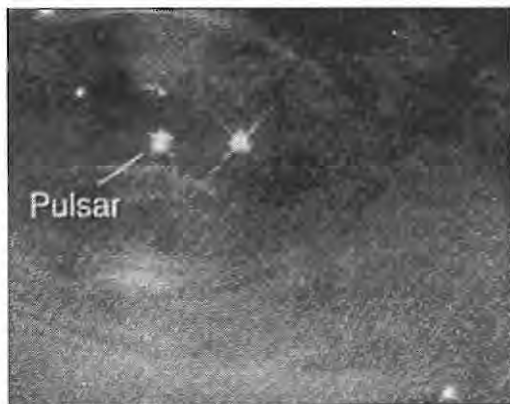
Pēdējā laikā ir atklāti vēl vairāki pulsāri, kuru vecums ir tikai daži tūkstoši gadu. Tiesa, tie atrodas nevis mūsu Galaktikā, bet Lielajā Magelāna Mākonī. Viens šāds pulsārs ir *PSR 0540-69*, kura vecums ir aptuveni 1600 gadu, bet cits pulsārs ir atklāts no tā netālu esošajā miglājā *NGC 2060* (sk. krāsu ielikuma 3. lpp.). Tā vecums ir aptuveni 5000 gadu. Abi pulsāri izstaro galvenokārt rentgenstarojumu. Astronomi ar nepacietību gaida arī pulsāra parādīšanos pārnovas *SN 1987A* miglājā, kopš kuras uzliesmojuma nu jau ir pagājuši 11 gadi. Novērojumi tiek veikti gan ar orbitālo observatoriju *RXTE* rentgendiapazonā, gan ar 3,9 m diametra Anglijas–Austrālijas teleskopu optiskajā diapazonā. Iespējams, ka pulsārs staro vājāk, nekā tam normāli vajadzētu būt, vai arī tā starojumu pagaidām absorbē pārnovas sprādzienā izsviestā viela. Bet, varbūt, ka pulsāra (t. i. neitronu zvaigznes) vietā ir izvei-

dojies melnais caurums (sk. *talak*).

To, ka ne katrā pārnovas miglājā novērojams pulsārs, var izskaidrot arī tā, ka pulsārs var būt izveidojies zvaigžņu dubultsistēmā. Ja dubultsistēmas masīvākā zvaigzne uzliesmo kā pārnova, pastāv divas iespējas. Pirmā – zvaigznes paliek vienotas dubultsistēmā, bet pārvietojas prom no sprādziena vietas, un otrā – dubultsistēma tiek izjaukta un zvaigznes aizlido dažādos virzienos. Kurš variants realizējas, tas ir atkarīgs no pārnovas uzliesmojumā izmestās masas, bet abos gadījumos galarezultāts ir viens – pārnovas miglāja centrā trūkst pulsāra.

Ja dubultsistēma tomēr pārdzīvo sprādzienā un otrai zvaigznei ir pietiekami liela masa, tad ar laiku arī tā var kļūt par pārnovu un tādā gadījumā var izveidoties divu pulsāru sistēma. Mūsu Galaktikā jau ir atklāti vairāki binārie pulsāri, viens no tiem ir pulsārs *PSR B1913+16* Ērgļa zvaigznājā. Abas tajā ietilpstošās neitronu zvaigznes lēni tuvojas viena otrai. Zvaigžņu tuvošanās izskaidrojama ar to, ka dubultsistēma izstaro gravitācijas viļņus un tādējādi pakāpeniski zaudē orbitālo enerģiju. Pēc daudziem miljoniem gadu abas zvaigznes saplūdis vienā. Iespējams, ka tieši šādā veidā rodas spēcīgie gamma staru uzliesmojumi, kurus novēro astronomi.

Gamma staru uzliesmojumi. Liekas, ka tuvojamies vismaz 25 gadus vecās astrofizikālās miklas atrisinājumam. Gamma staru uzliesmojumi tika reģistrēti jau sen, tikai līdz šim astronomu rīcībā nebija aparatūras, kas ļautu noskaidrot, no kādiem objektiem tie nāk. Komptona Gamma starojuma observatorija, kas sāka darbu 1991. gadā, novēroja ļoti daudzus gamma uzliesmojumus un konstatēja, ka tie ir vienmērīgi sadalīti pa visu debess sfēru. Tas nozīmē, ka tie notiek vai nu mūsu Galaktikas sfēriskajā daļā – halo, vai arī ārpus mūsu Galaktikas. 1997. gadā Itālijas orbitālā observatorija *BeppoSAX* reģistrēja vairākiem gamma starojuma uzliesmojumiem atbilstošos rentgenstarojuma avotus. Divos gadījumos ar virszemes teleskopiem tika identificēti arī atbil-



3. att. Krabja miglāja pulsārs (zvaigzne pa kreisi). *Habla kosmiskā teleskopa uzņēmums.*

stošie optiskā starojuma avoti, kas izskatījās kā vājas zvaigznītes.

Šobrīd arvien lielāka daļa astronomu sliecas domāt, ka gamma starojuma uzliesmojumi notiek ārpus mūsu Galaktikas un to cēlonis ir divu neitronu zvaigžņu saplūšana (4. att.). Zvaigznēm saplūstot, izveidojas melnais caurums un izdalās grandioza enerģija. Dažās sekundēs atbrivojas tik liela enerģija, cik visā Saules 10 miljardus gadu garajā mūžā. Tiesa, pastāv arī teorētiskas problēmas - nav skaidrs, kāpēc, neitronu zvaigznēm saplūstot, rodas galvenokārt gamma starojums. Domājams, ka jānotiek spēcīgam vielas izvirdumam, kas pārvietojas gandrīz ar gaismas ātrumu, jārodas gravitācijas viļņiem un neitrino plūsmām. Ir izvirzīti vairāki desmiti hipotēžu, kas skaidro, kāpēc šajā procesā rodas arī gamma starojums. Laiks rādis, kura no tām ir istā.

Bet vai neitronu zvaigžņu saplūšana ir iepriekš paredzama? Šobrīd trim pulsāriem jau ir aprēķināts, kad notiks to saplūšana. Iepriekš minētajam pulsāram *PSR B1913+16* tā notiks pēc 300 miljoniem gadu, pulsāram *PSR B2127+11C* pēc 220 miljoniem gadu, bet pulsāram *PSR B1534+12* pēc 2,7 miljardiem gadu.

Kas būtu sagaidāms, ja šāds uzliesmojums notiktu Zemes tuvumā? Ja saplūstošais neitronu zvaigžņu pāris atrastos tuvāk par 3000 gaismas gadiem, sekas būtu briesmīgas. Pats gamma starojuma uzliesmojums vēl nebūtu tik postošs - to galvenokārt absorbētu atmos-

fēra un tas neizraisītu pārmērīgu ekoloģisku katastrofu un krasas klimata izmaiņas. Taču uzliesmojumam sekojošā lādēto kosmisko korpuskulu lavīna, ietriecoties Zemes atmosfērā, radītu tik spēcīgu radiāciju, ka uz Zemes izmirtu un izniktu lielākā daļa dzīvnieku un augu sugu un uz daudziem tūkstošiem gadu Zeme kļūtu radioaktīva. Ir aprēķināts, ka šāds notikums iespējams vidēji vienu reizi 100 miljonus gadu. Vai neitronu zvaigžņu saplūšana un tai sekojošās parādības nav viens no periodiskajiem sugu izmiršanas cēloņiem Zemes bioloģiskajā vēsturē?

Šobrīd tā ir pati briesmīgākā katastrofa, ar kuru astronomi "biedē" cilvēci. Par laimi, šīs katastrofas ir paredzamas. Kad astronomi būs atklājuši visus bināros pulsārus Saules apkārtnē, būs iespējams precīzi aprēķināt pulsāru saplūšanas laiku un līdz ar to laikus sagatavoties katastrofai. Un tomēr šāda nākotnes aina liekas pārāk drūma un pesimistiska. Varbūt, ka "velns nav tik melns, kā viņu māle", un ar laiku atklāsies jauni fakti, kas liks pārskatīt šobrīd pastāvošos priekšstatus.

Q-zvaigznes. Teorētiski uzskata, ka, zaudējot enerģiju pulsāra fāzē, neitronu zvaigzne var saspiesties vēl vairāk, salīdzinājumā ar jau tā fantastisko blīvumu, kas valda tās dzīlēs. Iekšējam spiedienam augot, neitroni var "izkust" un pārvērsties kvarkos. Kaut gan fiziķiem elementārdaļiņu paātrinātājos šādus brīvos kvarkus nav izdevies novērot, tomēr, iespējams, ka dabā pastāv tā sauktās Q zvaig-



4. att. Divu neitronu zvaigžņu saplūšana un melnā cauruma izveidošanās mākslinieka skatījumā.

znes, kas sastāv no kvarkiem (*sk. arī A. Balcklawa rakstu "Melnie caurumi vai Q-zvaigznes" šī paša numura 25.–29. lpp.*). Pagaidām tie ir tikai teorētiski pieņēmumi, bet, ja tiktu atklāti pulsāri ar superātrū rotāciju, tas būtu fakts, kas liecinātu par labu Q zvaigzņu pastāvēšanai.

Q zvaigznes nebūs tik viegli atšķirt no melnajiem caurumiem. Viens no paņēmieniem abu veidu objektu atšķiršanai būs ap tiem pastāvošo akrecijas disku salīdzināšana. Ja akrecijas disks ir pēc izmēriem mazāks, nekā iespējams Q zvaigznei, tad tas, visticamāk, ir melnais caurums.

Melnie caurumi. Melnais caurums ir telpas apgabals ap masīvu ķermeni, kurā gravitācijas lauks ir tik spēcīgs, ka to nespēj atstāt nedz materiāls ķermenis, nedz starojums. Melnie caurumi ir ļoti mazi objekti. Piemēram, lai Saule kļūtu par melno caurumu, tai būtu jāsaspiežas līdz 6 km diametram. Zemei - līdz ķiršogās izmēriem. Melna cauruma izmērus nosaka gravitācijas rādiuss. Tas ir attālums no melnā cauruma centra, kurā otrais kosmiskais ātrums ir vienāds ar gaismas ātrumu. Ja kāds ķermenis atrodas ārpus gravitācijas rādiusa, tad tas, attīstot pietiekami lielu ātrumu, var aizlidot projam no melna cauruma. Ja ķermenis atrodas gravitācijas rādiusa iekšpusē, tad tam jāattīsta ātrums, kas ir lielāks par gaismas ātrumu, bet tas principā nav iespējams. Tāpēc jebkurš objekts (gaismas stars, puteklis vai kosmosa kuģis), kas nokļuvis melnajā caurumā, to vairs nespēj atstāt. Melnais caurums spēj "aprīt" jebkuru vielas daudzumu. Palielinoties tā masai, palielinās arī tā izmēri.

Spēcīgā gravitācijas lauka mainās telpas un laika īpašības. To aprakstīšanai jālieto vispārīgā relativitātes teorija. Šādos apstākļos, piemēram, palēninās laika ritējums, tādēļ zvaigznes gravitācijas kolapss, kurā rodas melnais caurums, ārējam novērotājam un iedomātam novērotājam, kas atrodas uz zvaigznes, norisinās atšķirīgi. Taču gala rezultāts ir viens un tas pats – kosmosā zvaigznes vieta rodas

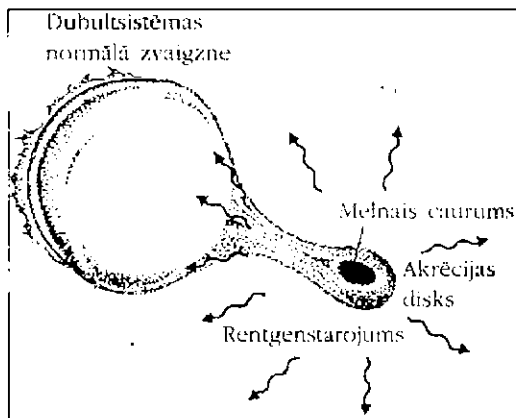
"melns tukšums". Tikai gravitācijas lauks liecina par melnā cauruma eksistenci. Zvaigznes kolapss turpinās arī melnā cauruma iekšienē, līdz tā saspiežas praktiski vienā punktā, taču šos notikumus nav iespējams precīzi aprakstīt, jo šādos apstākļos mums zināmie fizikas likumi vairs nedarbojas.

Kosmonauta ceļojums melnajā caurumā. Kas notiktu, ja kāds drosmīgs kosmonauts tomēr uzņemtos veikt ceļojumu melnajā caurumā? Pieņemsim, ka viņš ir apgādāts ar pulksteni un zibspuldzi, kas sūtīs gaismas signālu ik sekundi. Kosmonauts izlec no kosmiskā kuģa, kas riņķo pietiekami tālu no melnā cauruma, un uzsāk savu kritienu. Kadu laiku nekā nenotiek, bet, tuvojoties melnajam caurumam, pastiprinās paisuma spēki. Kosmonauta kājas tiek pievilktas melnā cauruma centrā ar lielāku spēku nekā galva un viņš tiek stiepts gareniskā virzienā. Parasts cilvēks tiktu sarauts gabalos jau pāris tūkstošu kilometru attālumā no melna cauruma. Pieņemsim, ka tas nav noticis, un viņš turpina ceļojumu. Tuvojoties melnajam caurumam, kosmonauts beidzot patiešām saskata nelielu melnu plankumu. Un tad viņš šķērso gravitācijas rādiusu! Taču nekā neizmainās – kosmonauts nesastopas ne ar kādu cietu virsmu, bet ar šo brīdi viņš jau atrodas melnā cauruma iekšpusē un nekāda enerģija, lai cik liela arī tā nebūtu, nespēj viņu atgriezt atpakaļ. Viņš ir šķērsojis luktelpas vienvirziena vārtus. Tagad kosmonauta ceļojums ir gandrīz galā. Niecīgā sekundes daļā viņš nonāk melnā cauruma centrā un, saspiests līdz nulles tilpumam, iet bojā.

Bet palicēji kosmosa kuģi novēros pavisam citu ainu. Viņi neredzēs kosmonautu bojāeju, patiesībā viņi pat neredzēs kosmonautu iekrītām melnajā caurumā. Tikai gaismas impulsi, kurus sūta kosmonauts, pienāks arvien retāk, jo kosmonauta pulkstenis spēcīgā gravitācijas laukā ies citādi, nekā pulkstenis kosmosa kuģī. Laiks melnā cauruma tuvumā it kā "sasalst". Palicējiem liksies, ka kosmonauts krit arvien lēnāk un lēnāk, līdz beidzot pēc

bezgalīgi ilga laika apstāsies pie melnā cauruma robežas. Tā šo kosmonauta ceļojumu skaidro Einšteina vispārējā relativitātes teorija un, kā redzams, kosmonauta "viedoklis" un palicēju "viedoklis" ievērojami atšķiras, jo tie atrodas atšķirīgās atskaites sistēmās.

Melnais caurums pats par sevi nav novērojams, ja vien uz to nekrit starpzvaigžņu gāze, kas atdod enerģiju starojuma veidā. Ja melnais caurums ietilpst dubultsistēmā, kuras otrs komponents ir normāla zvaigzne, tad viela parplūst no zvaigznes uz melno caurumu, veidojot ap to akrēcijas disku. Diska vielai kritot melnajā caurumā, rodas spēcīgs rentgenstarojums (sk. 5. att. un brāsu ielikumā 2. lpp.). Līdz šim ir atklāti tikai daži rentgenstarojuma avoti, kas ir samērā droši melnā cauruma "kandidāti" (sk. tab.).



5. att. Ja melnais caurums ietilpst dubultsistēmā, uz to krit gāze no otra sistēmas komponenta, radot rentgenstarojumu.

Tabula. Dubultsistēmas, kurās, iespējams, atrodas melnie caurumi

Objekts	Spozīms, zv.	Tips	Attālums, ly	Orbitālais periods, d	Neredz. komp. masa, Saules masās	Redzamā komponente
Gulbis X- 1	9	MRD**	8000	5,6	10 - 15	zilais pāmīlzis
LMM* X- 3	17	MRD	175000	1,7	4 - 11	baltā zvaigzne
LMM X- 1	14	MRD	175000	4,2	4 - 10	zilais mīlzis
Vienradža V616	18	UMRA***	3000	0,3	3 - 4	oranžais punduris
Gulbja V404	18	UMRA	11000	6,5	8 - 15	oranžais punduris
Mušas nova 1991	20	UMRA	10000	0,4	4 - 6	oranžais punduris
Čūskneša nova 1977	21	UMRA	10000	0,7	> 4	oranža zvaigzne
J0422+32	22	UMRA	8000	0,2	≈ 5	sarkanais punduris
J1655-40	17	UMRA	10000	2,6	4 - 5	dzeltena zvaigzne
GS2000+25	22	UMRA	8000	0,3	5 - 8	oranžais punduris

* - Lielais Magelāna Mākonis.

** - masīva rentgenstarojuma dubultzvaigzne (sk. tālāk).

*** - uzliesmojošs mīkstā rentgenstarojuma avots (sk. tālāk).

Rentgenstarojuma avoti, kuros, iespējams, atrodas melnie caurumi, ir divējādi - masīvas rentgenstarojuma dubultzvaigznes (MRD) un uzliesmojošie mīkstā rentgenstarojuma avoti (UMRA). MRD sistēmā ietilpst "normālā", redzama zvaigzne, kuras masa ir lielāka nekā Saulei, bet UMRA dubultsistēmas redzamā zvaigzne ir punduris. MRD sistēmas nepastāv ilgu laiku. Pēc kādiem 10 līdz 100 tūkstošiem

gadu gāzes plūsma no redzamā komponenta kļūst tik spēcīga, ka ap dubultsistēmu izveidojas gāzu apvalks un rentgenstaru emisija tiek pārtraukta.

Atšķirībā no MRD, UMRA rentgenstarojums nav pastāvīgs. Šajās sistēmās notiek uzliesmojumi, kuru laikā rentgenstarojuma intensitāte pieaug pat miljonus reizi. Tas nozīmē, ka šajā laikā posmā gāzes plūsma uz nere-

dzamo komponentu pastiprinās. Uzliesmojumu starplaikos ir iespējams izpētīt dubultsistēmas orbītu un noteikt melnā cauruma "kandidāta" masu. To dara tāpat kā parastām dubultzvaigznēm – izmantojot spektrālo līniju nobīdi Doplera efekta dēļ un trešo precizēto Keplera likumu, ar vienīgo atšķirību, ka akrecijas disks parasti nav saskatāms, tadēļ šādai sistēmai nevar noteikt abu komponentu masas, bet tikai novērtēt neredzamā komponenta masu noteiktās robežās. Ja tā masa pārsniedz 2 līdz 3 Saules masas, tad visi teorētiskie priekšstati liek domāt, ka mūsu acu priekšā ir melnais caurums, nevis, teiksim, mazākas masas objekts – neitronu zvaigzne.

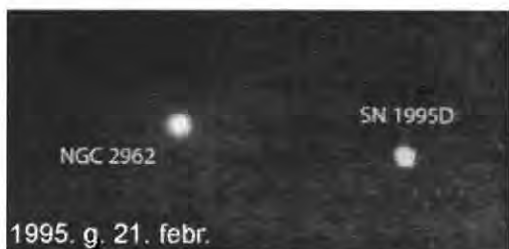
Līdzīgi kā citos zvaigžņu evolūcijas momentos, arī aplūkojot melno caurumu akrecijas diskus, ir jāpārvar viena teorētiska preturņa. Materiālam, kas riņķo akrecijas diskā, ir kaut kādā veidā jāzaudē impulsa moments, lai tas varētu tuvojies pa spirāli melnajam caurumam un iekrist tajā. Tād gāzes gravitācijas potenciālā enerģija tiek pārvērsta siltumā un akrecijas disks sakarst līdz miljoniem grādu augstai temperatūrai un izstaro rentgenstarojumu. Impulsa moments var tikt zaudēts, ja no akrecijas diska uz augšu un uz leju tiek izmestas gāzes strūkļas perpendikulāri tā rotācijas plaknei. Kā tas isti notiek, līdz galam nav skaidrs, iespējams, ka tas ir melnā cauruma magnētiskā lauka darbības rezultāts, taču nesen astronomiem izdevās atklāt dubultsistēmu, kurā šādas gāzes strūkļas tiešām ir novērojamas (*sk. krāsu ielikumā 3. lpp.*). Tas ir rentgenstarojuma avots *GRS 1915+105*, kas atrodas Ērgļa zvaigznajā 40 000 gaismas gadu attālumā. Novērojumi tika veikti rentgen diapazonā ar pavadoni *RXTE* un infrasarkanajā diapazonā ar Maunt-Palomaras observatorijas 5 m diametra teleskopu.

Citi kosmiskā zvērudārza "iemītnieki". Salīdzinot ar "parastajiem" pulsāriem, atšķirīga daba ir rentgenpulsāriem. Rentgenpulsāri ietilpst ciešās dubultsistēmās, kurās notiek gāzes parplūšana no normālas zvaigznes uz neitronu zvaigzni. Ap neitronu zvaigzni izveidojas

disks, no kura gāze krit uz zvaigzni. Rodas spēcīgs rentgenstarojums, kas koncentrēts neitronu zvaigznes magnētisko polu rajona. Tā kā parasti magnētiskā lauka ass nesakrīt ar zvaigznes rotācijas asi, tad, neitronu zvaigznei rotējot, starojošais apgabals pārvietojas. Kad tas pagriežas pret novērotāju, redzams rentgenstarojuma impulss. Rentgenpulsāru periods ir intervālā no 0,7 s līdz aptuveni 1 stundai. Rentgenpulsāru ir daudz mazāk nekā radiopulsāru.

Zilie "bēgļi". Lodveida kopas, kā labi zināms, sastāv no vecām zvaigznēm, un to spīdēšanu un krāsu gaivenokārt nosaka oranžie un sarkanie punduri. Taču lodveida kopās ir atklātas arī izteikti zilās zvaigznes, kas, liekas, ir pretrunā ar zvaigžņu evolūcijas teoriju. Taču te atkal jāatceras dubultsistēmu evolūcijas īpatnības. Ciešās dubultsistēmas, kas sastāv no baltajiem punduriem, izstaro gravitācijas viļņus un, zaudējot orbitālo enerģiju, tuvojas viena otrai. Kad tās saplūst, var izveidoties viens liels baltais punduris vai arī var izveidoties liela zvaigzne – zilais pārmilzis. Vēl viens veids, kā var rasties zilie "bēgļi", ir tieša divu zvaigžņu sadursme lodveida kopas centrālajā daļā, kur zvaigznes atrodas nelielos attālumos.

Pirmā tipa pārnovas. Turpinot sižetu par divu balto punduru saplūšanu, nonākam pie cita veida parādības – pirmā tipa pārnovas eksplozijas. Ja abu balto punduru kopējā masa pārsniedz Čandrasekara robežu (1,4 Saules masas), tad acīmredzot notiks pārnovas uzliesmojums ar visām no tā izrietošajām sekām (*sk. I. Vilks "Zvaigžņu dramatiskā bojā eja" – ZvD, 1998. g. rudens, 47–54. lpp.*). Uz to, ka šis mehānisms varētu būt pareizs, norāda tas, ka pirmā tipa pārnovu uzliesmojumi notiek arī eliptiskajās galaktikās, kas satāv no vecām nelielas masas zvaigznēm. Atšķirībā no otra tipa pārnovu uzliesmojumiem, pirmā tipa pārnovām ir ļoti līdzīgas spožuma maiņas liknes (*6. att.*) un aptuveni vienāda starjauka, kas ļauj tās izmantot par standarta kalibrēšanas avotiem starpgalaktiku attālumu noteikšanai.



6. att. Pirmā tipa pārnovas uzliesmojums galaktikā NGC 2962. Zvaigznes spožums mainās "saskaņā ar grafiku".

Milisekunžu pulsāri. Milisekunžu pulsāri, kas tika atklāti 1982. gadā, sūta kosmosā ļoti īsus, bet ātri atkārtošos radioimpulsus.

Vai varat iztēloties neitronu zvaigzni, kas veic simtiem un pat tūkstošiem apgriezīgu sekunde! "Normāli" pulsāri tā neuzvedas, tātad jābūt kādam mehānismam, kas paātrina zvaigznes rotāciju. Acimredzot tās atkal ir ciešas dubultsistēmas, kurās viela no normālas zvaigznes pārplūst uz neitronu zvaigzni. Neitronu zvaigzne iegūst papildu masu un impulsa momentu un tāpēc sāk griezties straujāk. Tā izstaro rentgenstarojumu, kas sakarsē pret to vērsto normālās zvaigznes sānu, radot spēcīgu zvaigznes vēju. Šis vējš ir tik spēcīgs, ka normālā zvaigzne strauji zaudē masu. Var teikt, ka šajā gadījumā "suns kož rokā savam barotājam". Neitronu zvaigzne, kas saņem vielu no donorzvaigznes, pakāpeniski iztvaicē tās ārējos slāņus. Šādas sistēmas piemērs ir t. s. Melnās Atraitnes pulsārs Bultas zvaigznājā (sk. *krāsu ielikuma 3. lpp.*).

Bet milisekunžu pulsāri ir interesanti arī citādā ziņā – tie ir izmantojami kā ļoti precīzi pulksteņi. Impulsu atkārtošanās periodiskums un stabilitāte ir salīdzināmi ar labākajiem Zemes atompulksteņiem.

Šie nebūt nav visi eksotiskie "kosmiskā zvērudārza iemītnieki", par kuriem raksta ierobežotajā apjomā izdevās pastāstīt. Taču zvaigžņu pasaules neticamā daudzveidība izraisa izbrīnu, bet ne tikai izbrīnu vien – arī vēlēšanos izpētīt un dziļāk izprast zvaigžņu pasaules iekārtojumu, pasaules, kuras daļa esam arī mēs – cilvēki. 🐱

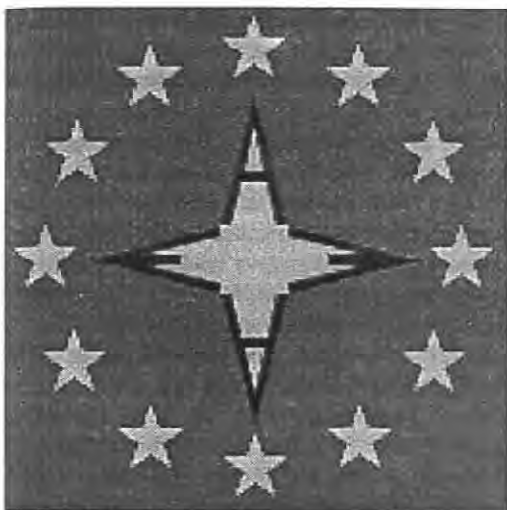
ILGONIS VILKS

EIROPAS DIMENSIJA ASTRONOMIJAS IZGLĪTĪBĀ

1995. gada novembrī Atēnās tika izveidota Eiropas Astronomijas izglītības asociācija (*European Association for Astronomy Education*, saīsināti *EAAE*, sk. 1. att.). Šobrīd tajā ir 342 biedri no 20 Eiropas valstīm, to skaitā arī no Latvijas. Saskaņā ar *EAAE* statūtiem, 1998. gadā bija pienācis laiks rīkot Ģenerālo asam-

bleju. Tā notika Stokholmā, 1998. gada 25.–28. septembrī, un tajā piedalījās aptuveni 60 dalībnieki gandrīz no visām asociācijas dalībvalstīm. Pateicoties Sorosa fonda–Latvija finansālajam atbalstam. Ģenerālās asamblejas darbā bija iespēja piedalīties arī šo rindu autoram.

Asambleju atklāja *EAAE* prezidents Dio-



1. att. Eiropas Astronomijas izglītības asociācijas emblēma. Apļa vidū burti "EAAE" veido asociācijas nosaukuma saīsinājumu un vienlaikus arī zvaigzni.

nīsijs Simopouloss no Grieķijas (sk. 2. att.). Viņš atgādināja klātesošajiem EAAE mērķus: "Eiropas Astronomijas izglītības asociācijas mērķis ir uzlabot un sekmēt astronomijas izglītību visās Eiropas izglītības institūcijās, visos līmeņos. Konkrētie asociācijas mērķi ir:

- sekmēt interesi par astronomiju un astronomiskās izglītības lomas apzināšanos;
- paaugstināt visu līmeņu astronomijas izglītības efektivitāti Eiropā, veicot pētījumus, informācijas un pieredzes apmaiņu;
- sniegt autoritatīvu informāciju un konsultācijas jautājumos, kas attiecas uz astronomijas izglītības koordināciju Eiropā;
- sekmēt asociācijas biedru darbu astronomijas mācību materiālu veidošanā.

Lai sasniegtu šos mērķus, asociācijai jādarbojas šādā veidā:

- jāveicina Eiropas pedagogu sadarbība, veidojot starptautisku astronomisko resursu, mācību materiālu un informācijas tīklu;
- jāveicina skolotāju tālākizglītība astronomijas pamatkonceptiju apguvei;
- jāorganizē speciāli projekti jauniešiem, kas

2. att. Eiropas Astronomijas izglītības asociācijas prezidents Deniss Simopouloss no Grieķijas

mācās astronomiju;

- jāveido astronomijas mācību kursus, kurus varētu izmantot skolēni, studenti un pieaugušie visu līmeņu Eiropas izglītības iestādēs."

Savu trīs darbības gadu laikā EAAE ir realizējusi divus lielus astronomijas izglītības projektus, kuros iesaistījās daudzu Eiropas valstu skolēni, studenti un skolotāji. Tie bija *Interneta* projekts "Astronomijas "tiešais vads"" (*Astronomy On-Line*) 1996. gadā un skolēnu darbu konkurss "Jūra un kosmos" 1998. gadā. Projektā *Astronomy On-Line* piedalījās arī Latvijas skolēnu un studentu grupas (sk. *ZvD*, 1998. g. *pavasaris*, 77–79. lpp.). Šiem diviem projektiem tika izlietota lauvās tiesa EAAE finansu līdzekļu. Te jāmin, ka EAAE galvenie finansētāji ir Eiropas Dienvidu observatorija un Eiropas kosmiskā aģentūra. Individuālās biedru maksas, kuru apmērs ir 10 eiro gadā, veido tikai nelielu daļu no EAAE budžeta.

Asociāciju vada Izpildu padome (*Executive Council*), kurā ietilpst dažādu valstu pārstāvji, bet galvenais darbs norisinās darba grupās. Ģenerālās asamblejas gaitā tās tika nedaudz reorganizētas un to skaits sasniedza septiņas.

Tās ir – astronomisko koncepciju grupa, didaktisko materiālu grupa, skolotāju tālākizglītības grupa, skolēnu projektu grupa, pieaugušo izglītošanas grupa, metodisko pētījumu grupa, attīstības stratēģijas grupa un grupa, kas organizē attiecības ar sabiedrību. Autors iesaistījās otrajā darba grupā, kas izstrādā didaktiskos materiālus.

Visaktīvākā ir trešā darba grupa, kuru vada *Zvaigžņotās Debess* lasītājiem pazīstamā Rosa Marija Rosa no Spānijas. Šī darba grupa jau ir noorganizējusi divas starptautiskas vasaras skolas astronomijas skolotājiem – 1997. gadā Spānijā un 1998. gadā Itālijā. Pirmajā vasaras skolā piedalījās arī pārstāve no Latvijas (*sk. ZvD, 1997. g. ziema, 60.–66. lpp.*). Trešā vasaras skola notiks Francijā, 1999. gada 9.–14. augustā Briē pilsētīnā. Norises laiks un vieta izvēlēti tā, lai vasaras skolas dalībnieki varētu novērot pilno Saules aptumsumu, kas notiks 1999. gada 11. augustā.

Asamblejas laikā notika arī 3. darba grupas sanāksme, kurā tika lemts par nākamajām vasaras skolām. Tajā tika panākta vienošanās, ka 2002. gadā *EAAE* vasaras skola notiks Latvijā. Mūsu astronomijas skolotājiem tas būs reāls solis tuvāk Eiropai, kas dos iespēju iekļauties starptautiskajā kultūras apritē un sekmes astronomijas mācību metodikas attīstību mūsu valstī.

Asamblejas pirmās divas darba dienas aizritēja Stokholmas Konferenču centrā (*sk. 3. att.*) – senatnīgā celtnē, kas iekšpusē ir modernizēta un aprīkota ar visu nepieciešamo šādu pasākumu norisei. Ievadsesijā ar priekšlasījumu par Eiropas Dienvidu observatorijas ieguldījumu astronomijas izglītībā uzstājās šīs observatorijas astronoms, *EAAE* Goda prezidents un aktīvs asociācijas pasākumu organizators Ričards Vests. Viņš uzdāvināja šo rindu autoram pavisam nesen uzņemtu galaktikas *NGC 1232* attēlu (*sk. vāku 1. lpp.*), kas iegūts ar nule kā darboties sākušo Eiropas Dienvidu observatorijas 8 m diametra teleskopu. Tajā pašā dienā tika nolāsītas darba grupu atskaites, uzklausti ziņojumi par augšminētajiem *EAAE* projektiem un aplū-

koti stendu referāti, kuros asamblejas dalībnieki, tostarp arī autors, iepazīstināja ar savā valstī gūtajiem panākumiem astronomijas izglītībā (*sk. 4. att.*).

Otrajā dienā notika darbs diskusiju grupās, kurās apsprieda un pēc tam rezumēja asociācijas uzdevumus nākamajam trīs gadu periodam. Pēc tam notika Izpildu padomes, darba grupu vadītāju un nacionālo pārstāvju vēlēšanas. Šo rindu autors tika oficiāli ievēlēts par Latvijas nacionālo pārstāvi *EAAE*.

Trešajā dienā asamblejas noslēguma sesijā notika izstāžu centrā *Cosmonova*, kur uz milzīga sfēriska ekrāna tiek demonstrētas platformāta filmas. Te tiek rādītas filmas gan par Everesta iekarošanu, gan par Amazones mūža mežiem (*sk. krāsu ielikuma 4. lpp.*), bet asamblejas dalībniekiem tika demonstrēts aizraujošs šovs par Visuma uzbūvi un evolūciju. Lielā ekrāna iespaids bija tik grandiozs, ka, skatoties izrādī, brīžiem reiba galva. Pēc oficiālajiem atvadu vārdiem asambleja tika slēgta, un tās dalībnieki šķīrās līdz nākamajai Ģenerālajai asamblejai, kas notiks 2001. gadā Francijā, Šveicē vai Lielbritānijā. Kur tieši – tas tiks izlemts vēlāk.

Taču asamblejas galvenais ieguvums, pēc



3. att. Stokholmas konferenču centrs, kurā notika Eiropas Astronomijas izglītības asociācijas Ģenerālā asambleja.

autora domām, bija iespēja uzņemt kontaktus ar dažādu valstu pārstāvjiem. Tādējādi radās daudzsološas idejas, piemēram, organizēt Baltijas valstu skolēnu astronomijas olimpiādi, veikt kopīgus nakts debess spožuma un gaismas piesārņojuma mērījumus, mērit kosmisko radiācijas fonu Saules aptumsuma laikā. Autora līdzpaņemtais žurnāls *Zvaigžņotā Debess* un astronomijas mācību grāmatas aizceļoja uz Zviedriju, Somiju, Igauniju, Krieviju, Vāciju, Franciju, Spāniju un Grieķiju. Savukārt apmaiņas kārtā izdevās iegūt interesantus meto-diskos materiālus.

Asamblejas organizatori bija sarūpējuši spīdošu kultūras programmu, kuru nākamās Ģenerālās asamblejas rīkotājiem būs grūti pār-spēt. Pirmajā vakarā notika pieņemšana Stokholmas rātsnamā (*City Hall*; *sk. krāsu ieli-kuma 4. lpp.*), kur viesus uzņēma pats pilsētas mērs. Šajā namā notiek ikgadējai Nobela prēmijas pasniegšanai sekojošās svinīgās pusdienas. Ar dažādām delikatesēm – lāsi un ziemeļbrieža cepeti – tika cienāti arī asamblejas dalībnieki. Mērs pastāstīja, ka saskaņā ar tradīciju sestdienās rātsnamā tiek laulāti jaunie pāri. Tā kā gribētāju ir daudz, ceremonija ir ļoti īsa – tikai 3,5 minūtes. Arī publika, kas ierodas laulāties, ir ļoti atšķirīga – no džinsos tērptiem pāriem ar bērnu rokās

līdz svinīgi tērptiem jauniešiem ar kuplu draugu un radnieku pulku.

Otrajā vakarā kuģītis visus aizvizināja uz Vaksholmas salu, kur atrodas senlaicīgs cietoksnis un ieroču muzejs. Tur viesus sagaidīja imponzants cietokšņa komandants (*sk. 5. att.*), kurš izstāstīja cietokšņa vēsturi, savā stāstījumā iepinot jautrus jokus. Cietoksnim Stokholmas vēsturē bijusi liela nozīme, jo tas sargājis pilsētu no dāņu un krievu iebrukumiem. Pēc banketa tika sarīkota grandioza uguņošana par godu asamblejas dalībniekiem.

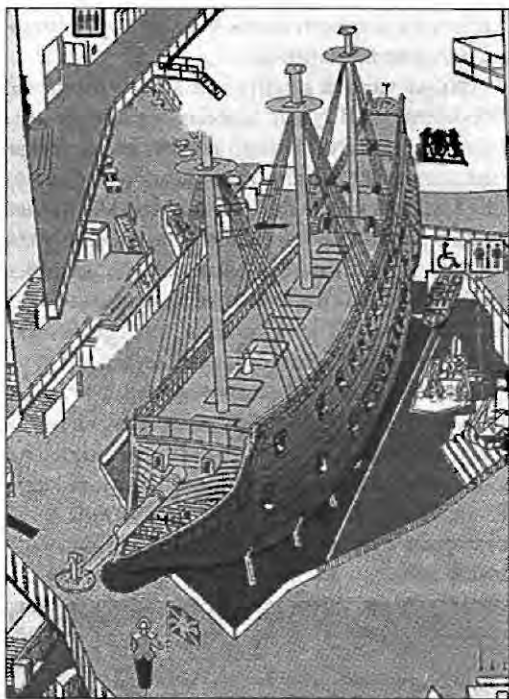
Īsajos starplaikos starp sēdēm izdevās arī nedaudz iepazīties ar pilsētu, kas visnotaļ atgādina Rīgu, sevišķi tās vecpilsētas daļa. Ar pārsteigumu jāteic, ka Zviedrijas karaļa rezidence izrādījās diezgan necila celtnē. Arhitektoniski iespaidīgāka likās parlamenta ēka un jau minētais rātsnams. Protams, pastāv arī



4. att. Somijas pārstāvji interesējas par astronomijas izglītību Latvijā.



5. att. Vaksholmas cietokšņa komandants



6. att. Vāsa – kādreiz lepnākais Zviedrijas kuģis, kurš nogrima 1628. gadā.

atšķirības, kas Stokholmu atšķir no Rīgas. Pirmkārt, tas ir ūdens, kas redzams visur, jo Stokholma atrodas uz atsevišķām salām, kuras savieno tilti. Piemērotās stāv daudz jahtu un kuģiņu, pilsētas centrā var sekmiģi maksķerēt.

Otra galvenā atšķirība vērojama sakoptībā, sakoptību saprotot ne tikai tiešā, bet arī pārnestā nozīmē. Tā izpaužas labi organizētā informācijā tūristiem, iedzīvotāju uzvedībā, gājēju un transporta līdzekļu vadītāju sav-

starpējās attiecībās, apkalpošanas kultūrā veikalos. Visi cilvēki, ar kuriem iznāca sarunāties uz ielas, labi prata angļu valodu. Vairums zviedru runā arī vāciski.

Izdevās apmeklēt arī Vāsas muzeju, kurā atrodas 17. gadsimtā nogrimušais un tikai mūsu gadsimtā izceltais buru kuģis ar diviem lielgabalu klājiem (sk. 6. att.). Tas ir labi saglabājies, un to grezno bagātīgi kokgriezumi. Muzeja ekspozīcija vēsta par kuģa tapšanas gaitu, jūrnieku dzīvi uz tā, kuģa nogrimšanu un izcelšanu. Patikami, ka muzejā pieejams prospekts latviešu valodā.

Kad asambleja jau bija beigusies, pēc kādas latviešu ģimenes ielūguma autoram bija izdevība apmeklēt zviedru pamatskolu *Bjornbodaskolan*, kas tulkojumā nozīmē "Lāču kotēdžas skola". Apmeklējuma mērķis bija vadīt mācību stundu 3. klasē par Saules sistēmu. Pēc stāstījuma un videofilmas demonstrējuma skolēni uzzīmēja un izgriezja krāsainus Saules, Mēness, planētu, mazo planētu un komētu modeļus (sk. krāsu ielikuma 4. lpp.). Pēc tam visi devās skolas pagalmā, kur izveidoja "dzīvo" Saules sistēmas modeli, izvietojot debess ķermeņus proporcionālos attālumos no Saules, kā arī attēlojot to kustību un rotāciju. Šī nodarbošanās skolēnus tā ieinteresēja, ka pēc tam radās vēl daudzi jautājumi par Visumu.

Un tad jau bija laiks doties atpakaļ uz Latviju. Ceļojums uz Stokholmu un atpakaļ notika ar visnotaļ komfortablu prāmi "*Rusj*". Atpakaļceļā uz Rīgu kuģis iekļuva nelielā vētrā, kurā, par laimi, necieta ne braucēju veselība, ne pats braucamriks. 🐾

ARTURS BALKLAVS

VAI PESTEĻOŠANA VAR SEKMĒT PEDAGOĢIJU?

Astrologa A. Rača publikācija "*Astroloģijas iespējamā loma pedagoģijā*" laikraksta "*Izglītība un Kultūra*" 1997. gada 13. novembra numurā nevarēja neizraisīt virkni izjūtu un

asociāciju. Pirmkārt, jau neizpratni par to, ka tāds, šķietami uz racionālu pasaules izpratni orientēts laikraksts varēja atvēlēt savas slejas ar šādu izpratni nesavienojamai publikācijai

un, otrkārt, ja jau tas tomēr bija noticis it kā demokrātiskā sabiedrībā atbalstīta (un principā atbalstāma) uzskatu dažādības neierobežošanas vārdā, tad dot iespēju izteikt par šo jautājumu arī atšķirīgu viedokli. Tā jau 1997.gada novembrī radās šis raksts, kuru diemžēl *"Izglītība un Kultūra"* neuzskatīja par iespējamu nopublicēt, tā uzskatāmi demonstreējot gan to, ar kādu apšaubāmu "izglītības" un "kultūras" sasniegumu popularizēšanu tas var reizēm aplaimot savus lasītājus, gan to, ka uzskatu dažādība un diskusijas nebūt nav tas, ko šis laikraksts atbalsta. Raksts visai "uzlabotā", resp., cenzētā veidā tomēr parādījās laikrakstā *"Jaunā Avīze"* (sk. publikāciju šī laikraksta 1998. gada 17. februāra numurā, 4. lpp.), bet nesakropļotā formā – laikrakstā *"Zinātnes Vēstnesis"* (1998. gada 25. maijs, nr.10(155), 2.–3. lpp.).

Taču ņemot vērā sabiedrībā vēl joprojām vērojamo ļoti lielo (var jau teikt – slimīgo, ja ne patoloģisko) aizraušanos ar astroloģiju un visādu citādu maģiju, kā arī dažādo *"Jaunās Avīzes"*, *"Zinātnes Vēstnesī"* un *"Zvaigžņotās Debess"* lasītāju kontingentu, *"Zvaigžņotās Debess"* redakcijas kolēģija uzskatīja par lietderīgu šim jautājumam vēlreiz pievērst arī savu lasītāju uzmanību, no kuriem liela daļa ir gan skolotāji, gan skolu audzēkņi, kas lasa arī *"Izglītību un Kultūru"*.

Augšminētajā A.Rača rakstā runa ir it kā par visai nozīmīgu jautājumu – par psihologu lietderību skolās, pret ko, protams, nekādu iebildumu nevarētu būt. Pat vairāk, vārdu **lietderība** droši var aizstāt ar – **nepieciešamība**, jo psiholoģiskais klimats daudzās skolās visdažādāko iemeslu, galvenokārt, stresu dēļ ir visai saspringts un bieži vien pat nelabvēlīgs, bet, piedodiet, kāds tam sakars ar astroloģiju. Vai tad mūsdienu psiholoģijai kā **zinātnei** nav nekādu sasniegumu vai arī tie ir tik niecīgi, tik neapmierinoši, tik nepietiekami, ka jau jāmeklē astrologu palīdzība?

Līdz ar to arī nonākam pie cēloņiem, kas ne tikai rosināja, bet lika rakstīt šo rakstu, lai arī varēja prognozēt, ka tam būs grūti ieraudzīt

dienasgaismu kādā no masu tirāžas laikrakstiem, ja vērsies pret astroloģiju, kas gandrīz visos šajos laikrakstos ir iekarojusi ļoti stabilas pozīcijas, kuras var salīdzināt ar to privilēģēto stāvokli, kādu, piemēram, Indijā ieņem svētās govīs. Gandrīz jebkurš no šiem laikrakstiem, šķiet, uzskata, ja ne par pienākumu, tad goda lietu (jo lasītāji to pieprasot!), atvēlēt sleju astroloģiskām prognozēm vai horoskopiem.

No demokrātijas formālas izpratnes viedokļa, protams, neapšaubāmi var rasties gandarījums par sasniegto vārda brīvību, par iespēju paust dažādus, bieži vien pat pilnīgi pretējus un arī aplamus uzskatus, taču nav noslēpējuma arī nožēla, ka šī brīvība bieži vien tiek izmantota ne sabiedrības interesēs un ka diemžēl ne katram ir iespējas šo brīvību izmantot oficiāli it kā likvidētas, bet tomēr katra masu izdevumā neoficiāli pastāvošas cenzūras dēļ, kuru nosaka īpašnieka vai sponsoru intereses un nostādnes.

Tas arī izraisīja interesantas asociācijas: vēl nesen ļoti aktuāls bija jēdziens – karojošais ateisms – un ar tā valstisku atbalstu saistījās vesela virkne iedarbīgu aktivitāšu, kas deformēja sabiedrības apziņu, kavējot un pat liedzot objektīvu realitātes uzveri un izpratni. Tagad tas, šķiet, transformējies (lai arī šķietami, bez valstiska atbalsta) par varētu teikt – lienošo tumsonību – (atvasinājums no kādreiz populārā – *"polzučaja kontrrevolūcija"*) ar astroloģiju kā vienu no šīs tumsonības paveidiem, jo masu informācijas līdzekļu pieprasījums ar dažādiem pēc savas būtības satricēoši trūliem horoskopiem, ko pilnīgi var uzskatīt par vienu no garīgās narkozes, resp., apziņas aptumšošanas līdzekļiem, ir pieņēmis tādus apmērus un tik ļoti iedarbojies uz lasītājiem, ka zinātnes atziņu popularizēšana laikrakstos un žurnālos jau ir kļuvusi gandrīz neiespējama. Tās, t.i., normalas, bez sensacionālas pieskaņas vai uz iespējamām katastrofām (un pēc iespējas globālākām!) ievirzītas zinātnes atziņas pēc daudzu redaktoru un žurnālistu uzskatiem esot neinteresantas, lasītāji tās, atšķirībā no horoskopiem, nepieprasot

un līdz ar to nelasot. Un tā nelietderīgi tiekot izšķiests preses izdevuma dārgais iespiedlaukums, ko labāk izmantot kaut vai reklāmai, kas laikrakstam vai žurnalam dod reāli aptaušamu labumu.

Es to saku arī no personīgās pieredzes, kad gan "*Latvijas Vēstnesim*", gan tā sauktajai "neatkarīgajai" "*Rīta Avīzei*" reiz piedāvāju rakstu par Eiropas kosmiskās pārvaldes izstrādātajām kosmisko lidaparātu palaišanas programmām un uzdevumiem, kurus ar šo kosmisko misiju palīdzību ir paredzēts atrisināt, jo biju iedomājies, ka mums, ar lielu centību tiecoties uz integrēšanos Eiropas Savienībā, būtu gan lietderīgi, gan interesanti zināt, kāda tad ir šī sabiedrība, kura savu eksistenci un attīstību balsta uz moderno **zinātņi** un no tās atziņām atvasinātām visaugstākajām tehnoloģijām, kādas problēmas tā risina zinātnes jomā un kuru risināšanā arī mums **ir** un **būs** jāiesaistās, ja gribam tur ietiet kā līdztiesīgi un pilnvērtīgi partneri, bet ne kā garīgi atpalikusi un uz zinātnisku un tehnoloģisku parazitismu noskaņojusies vai mērķtiecīgi noskaņota province.

Tātad no šī viedokļa varēja šo rakstu nerakstīt. Un ne tikai tā iemesla dēļ, ka astroloģija ir zinātniski izvērtēta un novērtēta jau sen. Te varam minēt kaut vai slavēto astronomu, vienu no debess mehānikas pamatlicējiem Johanu Keplera, kurš pats, savā laikā nodarbojoties ar astroloģiju un, labi pārzinādams visu ar šo tematu saistīto, nosaucis astroloģiju par astronomijas dumjo meitu. Kopš tā laika jau nekas nav mainījies, jo astroloģija, atšķirībā no zinātnes, neatustās. Viss jaunais, kas sevišķi pēdējā gadsimtā ir atklāts kosmosa, tostarp planētu pētniecībā, tai ir neizmantojams un nevajadzīgs. Astroloģija joprojām balstās uz ezoterisku, t.i., arpuspiederības (inspirācijas vai citādi) ceļa iegūtu **senu** zināšanu un māņu sajaukuma kopumu, kurā bez pamatīgas izpetes ir grūti nošķirt racionālo no nevajadzīga un pat kaitīga.

Varēja šo rakstu nerakstīt arī tādēļ, ka arī Latvijas zinātnieki jau ir uzskatījuši par savu pienākumu pievērsties šim tematam, kad pēc

Trešās atmodas uzbangotā brīvības eiforija diemžēl pavēra plašu ceļu arī astroloģijas un citas maģijas popularizēšanai, un viņos bija ilūzija, ka saprātīga lietu būtības izgaismošana varētu šo kolektīvo neaprātu aizkavēt vai vismaz ierobežot. Interesentiem var atgādināt tādus rakstus kā autora – "*Astroloģiju vērtējot*" (sk. "*Zvaigžņotā Debess*", 1991. gada vasara, 60.–66. lpp. un J. Birzvalka – "*Astroloģija sārskatā*", arī "*Zvaigžņotā Debess*", 1992. gada pavasaris, 62.–65. lpp.) u. c., kuri nav zaudējuši savu aktualitāti un nozīmi. Taču realitāte te izrādījās visai analogiska ideālistu cerībām mazināt dzeršanas nelaimi tikai ar pretalkohola propagandas palīdzību, jo cēloņi, kas izraisa kā vienas, tā otras parādības pastāvēšanu un dzīvelgumu taču būtībā ir vieni un tie paši – dziļais posts, kurā tika iegrūsta lielākā sabiedrības daļa, **zinātnes** un līdz ar to arī pilnvērtīgas **izglītības** izstumšana no sabiedrības pastāvēšanas un attīstības prioritātēm utt.

Nesaskaņu cēlonis starp astroloģiem un astronomiem, resp., maģiem un zinātniekiem galvenokārt ir saistīts ar to, ka astroloģija diemžēl pretendē uz zinātniskumu, uz zinātnes paveida vai pat zinātnes nozares statusu, cenšoties izmantot zinātnes nenoliedzami pelnīto un augsto autoritāti kā aizsegu savas pastāvēšanas un darbības attaisnošanai, lai gan tam nav nekāda pamata. Šīs pretenzijas var vertēt tikai kā citu nopelnu izmantošanu, un šādas darbības, protams, vienmer izraisa sajukumu, neizpratni un tādēļ arī nepatiku un protestus.

Lielā mērā šīs pretenzijas sakņojas astroloģijas maldinošajā nosaukumā, kas diemžēl vēsturiski iegājis un tādēļ grūti maināms. To veidojošie vārdi "astro" un "loģija", t.i., attiecīgi uz "zvaigznēm" un "zinātņi" norādoši, tātad, it kā norāda uz "zinātņi par zvaigznēm", lai gan, ka jau atzīmēts, tā sauktās astroloģiskās atziņas nav iegūtas zinātniskos pētījumos un šim atziņām nav nekāda sakara ar **zvaigznēm**. Pēc būtības astroloģiju vajadzētu saukt par **kosmomaģiju** un ar to arī daudz kas atrisinātos. Vismaz liela daļa cilvēku netiktu maldināti un saprastu, ka ar zinātņi, kuras

autoritāte, kā jau atzīmēts, vismaz kaut cik civilizētā sabiedrībā pilnīgi pamatoti un vēl, par laimi, ir pietiekami liela, astroloģijai nav nekāda sakara. Tātad, sava nosaukuma līdzības dēļ ar astronomiju, kuras atziņas un zināšanas tai faktiski nav vajadzīgas, tā mimikrē un parazitē uz šīs zinātnes nozares autoritātes. Tā sauktie astroloģiskie aprēķini ir vistīrākā blēņošānās un iemaņas horoskopu sastādīšanai var apgūt katrs, kam vien ir vēlēšanās un par astrologu var kļūt, pat neapgūstot visai elementāras astronomiskas zināšanas.

Tātad varēja šo rakstu nerakstīt. Bet gan plašā publikas aizraušanās ar astroloģiju, gan politiķu, dažu atklātā, citu kautrīgā atzišanās, ka arī viņi izmanto astrologu pakalpojumus (vai tāpēc būtu jābrīnās par šādu politiķu darbības jo daudziem ļabi izjūtamām sekām?), gan, visbeidzot, šis pārdomas izprovocējušais raksts laikrakstā *"Izglītība un Kultūra"*, kurā uzvedināts uz domām par iespēju skolu darbā iesaistīt astrologus(!), man pat ne kā zinātniekam, bet vienkārši kā pilsonim, jau vairs nelāva klusēt. Tā turpinot, drīz vien varam nonākt līdz tam, ka skolās mācīsim astroloģiju astronomijas vai ticības mācības vietā, maģiju – dabas zinātņu vietā utt. Un ne kā izveles, bet obligātu priekšmetu.

Turpinot šo rakstu, ko, paredzu, daudzi kritizēs un nosodīs, jo tas vērsās pret šobrīd visai iemīļoto un, kā jau atzīmēts, gandrīz vai svētas govs statusā iesvaidīto astroloģiju, pavisam īsi pievērsīšu uzmanību tikai dažiem jautājumiem.

Vai kāds var uzskaitīt vai, vienkārši minot dažus piemērus, pateikt, kādus labumus astroloģija ir devusi cilvēcei? Varbūt, ka tā ir kaut ko izgudrojusi, kas atvieglo ikdienu, uzlabo šīs ikdienas drošību vai palielina tās komfortu? Varbūt tā ir noversusi karus, sērgas, ārstējusi slimības, palīdzējusi cīnīties pret noziedzību, nepieļāvusi lielas vai mazāk lielas nelaimes, piemēram, bankas "Baltija" krahu utt., kuru cēloņi ir politiķi un noziedznieki (saiklis "un" te nav likts kā vienlīdzības zīmes aizvietotājs), tātad it kā astroloģiski prognozējami cilvēki?

Vai varbūt var minēt kaut ko citu, pietiekami nozīmīgu, bet maz zināmu? Tātad, KO ASTROLOĢIJA IR DEVUSI CILVĒCEI? Šis vienkāršais, bet kardinālais jautājums pēc būtības galvenos vilcienos atrisina visus ar šo problēmu saistītos mākslīgi radītos samezģlojumus un praktiski padara par nevajadzīgām jebkuras diskusijas šajā jomā. Visas tā sauktās astroloģiskās prognozes, ja objektīvi paanalizējam, nav nekas cits kā veikli, taču pietiekami miglaini sastādīts teksts, no kura faktiski izriet apmēram tāda satura "stingri" secinājumi, ka varbūt kaut kas notiks (var notikt), bet varbūt ka tas tomēr nenotiks (var arī nenotikt), jo zvaigznes vai planetas pat pēc pašu astrologu uzskatiem neko neizbēgamu nenosaka, bet tikai rada noslieci, ievirzi, kas var gan realizēties, gan nerealizēties. Šīs "prognozes" ir ļoti līdzīgas tādiem apgalvojumiem, kā, piemēram, ka rīt varbūt būs saulains laiks, bet var būt arī tā, ka Saule tomēr nespīdēs. Laikam jau tiešām jāsaucas par astrologu, lai producētu, manipulētu un pelnītu naudu ar kaut ko tik nesaistošu, t. i., ar tādiem nekadu personīgu atbildību neprasošiem apgalvojumiem.

Šķiet, ka šajā ziņā nav pārāk jāaizraujas ar zinātnes, tostarp astronomijas, devuma uzskaitījumu, jo, kam acis dotas redzēšanai, ausis dzirdēšanai un smadzenes saprašanai, ļabi zina, ka faktiski visa mūsu ikdiens, gan tās vitalo vajadzību, gan komforta apmierināšana, sākot kaut vai ar bumbiņrakstuli un beidzot ar sakaru pavadoniem, sabiedrības tālākās attīstības nodrošināšana utt. u.t.jpr. ir saistīta ar zinātniskiem, tostarp arī pedagoģiskiem un psiholoģiskiem pētījumiem, ar zinātniskās pētniecības rezultātiem un ne ar magu izdarībām un māžošanos. Lai, piemēram, pārvietotos, mēs taču izmantojam dažādu satiksmes līdzekļus, bet ne burvju paklājus. Arī saskaroties ar veselības problēmām, mēs meklējam un paļaujamies uz ārstiem, bet ne uz astroloģiem utt.

Šajā kontekstā negribētos vēl vairāk pieskarties ne mūsu politiķu destruktīvajai, lai neteiktu vairāk, attieksmei pret zinātni un līdz

ar to izglītību vispār, nedz arī masu mediju labvēlībai pret astroloģiju atsevišķi. Lai tas paliek katra sirdsapziņas un pārlicības lieta, ka jau tam demokrātiska sabiedrībā būtu jābūt, ja vien no tā neceļas kāds ļaunums un apdraudējums.

Vai kāds astrologs vai astrologi ir izdarījuši pētījumu par to, cik daudzi no, piemēram, dotajā dienā autoavārijās vai citos negadījumos cietušajiem ir mierīgi devušies ceļā vai darbā, iepriekšēja dienā izlasījuši nomierinošu astroloģisku prognozi, ka viņiem, teiksim, todien, nav ieteicams strīds ar ģimenes locekļiem (kurā dienā tad tas būtu ieteicams?), vai ka viņi var cerēt uz veiksmi biznesā, un cik daudzi šādos negadījumos ir iekļuvuši, šādas prognozes nelasot un no tām neiespajdoties? Lai pretendētu uz zinātnes nosaukumu, šādi vai līdzīgi kaut vai statistiski korekti pētījumi it kā būtu jāveic, jo varētu parādīt šādu prognožu vai nu labvēlīgo, vai, gluži otrādi, narkotizējoši-nomierinošo un līdz ar to kaitīgo lomu. Ņemot vērā astrologu, šķiet, ne sliktu finansiālo situāciju (ko nevar teikt par zinātniekiem), viņi varētu šādus pētījumus, ja ne izdarīt paši savas nepietiekamās zinātniskās kvalifikācijas dēļ, tad pasūtīt bez darba palikušiem vai mazāk noslogotiem zinātniekiem un tā patiešām pretendēt, ja ne uz zinātnes, tad vismaz uz zinātnes atbalstītāju lomu.

Ir vienkārši prātam neapņemt, ka situācijā, kad gan zinātne, gan kristīga reliģija, kuru ieguldījums mūsu civilizācijas kultūras ģenezē, sabiedrības materiālo un garīgo vajadzību apmierināšanā, tas eksistences un attīstības nodrošināšanā ir noteicošs un nepārvērtējami liels, un abas tās vienprātīgi, lai gan katra no sava viedokļa, noraida astroloģiju (un ne tikai to – arī citas maģijas) un brīdina par tās kaitīgumu, lai nedeģenerētu ļaunumu, ko var dot gan aizraušānās, gan nodarbošanās ar to, astroloģiju vēl joprojām turpina jaukt cilvēku prātus un ar masu informācijas līdzekļu neslēptu atbalstu cenšas arvien ciešāk iesakņoties mūsu ikdienā, mērķējot pat uz tās pamata pamatu – izglītības sistēmu.

Zinātne nekad nav noliegusi un arī šobrīd nenoliedz cilvēka saistību ar Kosmosu. Vēl vairāk – tā šo saistību vienmēr ir **uzsvērusi** un **pētījusi**, t.i., centusies noskaidrot, izzināt, apjēgt. Ta pētījusi un pēta dažādu kosmisko faktoru, piemēram, Saules aktivitātes daudzveidīgo izpausmju ietekmi uz cilvēka veselību, reakcijas speju utt., par ko jau ir daudz stāstīts un par ko varētu runāt vēl un vēl, jo zinātne nepārtraukti attīstās. Zinātne kategoriski nenoliedz arī iespējamu saistību un sakarību pasīvēšanu starp, pieņemsim, bērna ieņemšanas brīdi, resp., Saules stāvokli zodiakā kā kosmiska pulksteņa ciparnīcā vai drīzāk atkarībā no gada-laika un bērna psiholoģisko, mentālo u.c. orientāciju utt. Taču tas ir **jāzpēta, jāpārbauda** un **jāpamato**, pirms kaut kādas rekomendācijas sāk ieteikt vai lietot praktiski. Sevišķi bērniem un sevišķi skolās.

Zinātnieki nebūt nenoliedz, ka arī ezoterisko atziņu pārbaude varētu būt viens no zinātniskas izpētes jautājumiem, ja vien šobrīd zinātnes uzmanības lokā nebūtu daudz aktuālāku, vitali svarīgāku, kā jau teikts, sabiedrības sekmīgai funkcionēšanai un attīstībai nepieciešamu uzdevumu risināšana, kā, piemēram, kodoltermiskā sintēze un alternatīvas enerģijas avoti, augstas (istabas) temperatūras supravadāmība, jauni materiāli tehnikai, medicīnai u. c., ļaundabīgie audzēji, AIDS un citas vēl nērstējamas un apārstejamas slimības, vides saglabāšana un atveseļošana utt. u. t.ļpr., ko astroloģija diemžēl nerisina un arī nerisinās, jo tā to nav spējīga darīt, un atrastos pietiekami līdzekļi šādu pašaļik daudz mazāk aktuālu parbaudu un pētījumu izdarīšanai. Bet tas viss ir citu sarunu un varbūt arī rakstu temats.

Un pats beidzamais jautājums – vai uzskot diskusiju par astrologu iespējamo ieguldījumu pedagogijā, nevajadzētu to loģiski paplašināt un turpināt, apspriežot arī kāršu licēju, hieromantu, kalījas biezumu reģu, burvju, raganu un citu pesteļu, droši vien ne mazāk varbūtīgo un vērtīgo ieguldījumu mūsu skolu darba un līdz ar to izglītības sistēmas uzlabošanā? 🐦

JANIS SIMANOVIČS

IRIDIUM PAVADOŅI

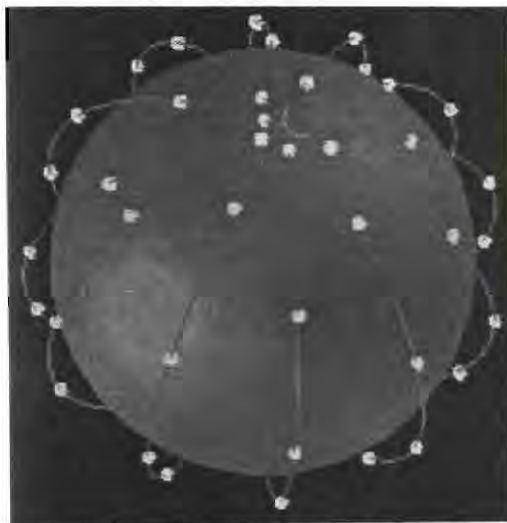
Kas ir IRIDIUM? IRIDIUM ir pirmā no vairākām paredzētajām "Big LEO" (LEO – low Earth orbit – zemas orbitas ap Zemi) pavadoņu plejādēm. Katrā no tām būs liels skaits zemā orbitā lidojošu pavadoņu. Daži, kā, piemēram, IRIDIUM, pārraidīs digitalizētas (ciparu formātā pārveidotas) mobilo telefonu sarunas un peidžeru ziņojumus. Citi, kā vēl projekta stadijā esošais TELEDESIC (sk. J. Jaunberga rakstu "Privātu organizāciju iespējas izplatījuma apgūšanā" – "Zvaigžņotā Debess", 1998. gada vasara, 25.–29. lpp.), savukārt tiek domāti, lai nodrošinātu bezvadu pieeju internetam jebkurā zemeslodes vietā neatkarīgi no lokālajiem apstākļiem. IRIDIUM

pavadoņu spožās galvenās misijas antenas (Main Mission Antennas) ir paredzētas, lai nodrošinātu digitalizētu mobilo telefonu sarunu un peidžeru ziņojumu pārraides frekvencēs no 1616 līdz 1626 MHz. Galvenās misijas antenas tika ražotas firmā "Raytheon", paši pavadoņi konstruēti Motorolas Satelītu komunikāciju korporācijā Čandlerā, Arizonā.

Piecus miljardus ASV dolāru vērtie 66 pavadoņi tika palaisti orbītā ap Zemi ar sešām nesējraķetēm, pa 11 pavadoņiem katrā. Sākotnēji gan tika plānots palaist 77 pavadoņus ar 7 nesējraķetēm (no tā arī ir radies projekta nosaukums – IRIDIUM, jo ķīmiskā elementa irīdija atomnumurs ir 77). Gatavo projektu (sk. 1. att.) varētu salīdzināt ar irīdija atomu – 77 elektroni – IRIDIUM pavadoņi – riņķo ap atoma kodolu – Zemi. Viegli saprotams, ka tad, kad pavadoņu skaits projektā tika samazināts līdz 66, grūti izrunājamības dēļ "Motorola" nevēlējās to pārdēvēt par disproziju (Dysprozium).

Pirmos piecus IRIDIUM pavadoņus palaida 1997. gada 5. maijā ar nesējraķeti DELTA II. Astronomijas amatieri – pavadoņu novērotāji – dedzīgi vēlējās aplūkot šo pavadoņu kvintetu tā orbītā ap Zemi neparastā izskata dēļ – tā ir spožu punktiņu rinda, kas ceļo šķērsām debess jumam. Astronomijas amatieru cerības netika pieviltas. Tā paša 5. maija vakarā kāds pavadoņu novērošanas fanātiķis ziņoja, ka ir novērojis visus 5 IRIDIUM pavadoņus (sk. 2. att.).

Kopš 1997. gada 5. maija, izmantojot amerikāņu DELTA, krievu PROTON un ķīniešu LONG MARCH nesējraķetes, orbītā ir palaisti nu jau visi 66 IRIDIUM pavadoņi (sk. 3. att.).



1.att. Gatavo projektu var salīdzināt ar disproziju atomu – 66 elektroni – IRIDIUM pavadoņi – riņķo ap atoma kodolu – Zemi



2.att. Tikko pēc palaišanas visi 5 pavadoņi lido grupā un tikai pēc aptuveni nedēļu ilgām pārbaudēm tos ar borta dzinējiem ielaiž tiem paredzētajās orbitās.



3.att. IRIDIUM starts ar DELTA II nesējraķeti.

Nesējraķetes no sākuma palaida pavadoņus 500 km augstā orbitā, kur tie parasti pavadīja pāris nedēļas, līdz kamēr no Zemes tika pārbaudīts to tehniskais stāvoklis. Pēc tam tos ar tajos iebūvētajiem reaktīvajiem dzinējiem pacēla darbam paredzētajās 792 km augstajās polārajās orbitās. Katrs pavadoņš Zemi apriņķo 14,34 reizes diennaktī.

Cik autoram zināms, deviņiem no visiem 66 IRIDIUM pavadoņiem ir radušās tehniskas problēmas, taču pilnīgi nelietojami ir tikai pieci no tiem.

Uzliesmojumu anatomija. Astronomijas amatieriem labi zināms, ka daudzi Zemes mākslīgie pavadoņi savos ceļos un neceļos pāri debess jumam dažreiz it kā uzliesmo, respektīvi, to spožums lēcieneveidīgi palielinās. Vispazīstamākais no šādiem mainīga spožuma pavadoņiem ir (līdz 1997. gada 5. maijam bija) Habla kosmiskais teleskops, jo tiklīdz tas maina savu orientāciju kosmiskajā telpā, lai pagrieztos pret citu debess objektu, Saule, atspoguļojoties tā saules bateriju paneļos var palielināt pavadoņa redzamo spožumu par pāris zvaigžņlielumiem. Tāda pati kaite piemīt arī IRIDIUM pavadoņiem, tikai, pirmkārt, tā ir daudz nopietnāka, un, otrkārt, IRIDIUM pavadoņu ir 66 reizes vairāk nekā Habla kosmisko teleskopu. Tipisks IRIDIUM pavadoņa uzliesmojums (sk. 4. att.) ilgst 5 līdz 15 sekundes, un tā spožums, atkarībā no leņķa "novērotājs-IRIDIUM pavadoņš-Saule" šajās sekun-



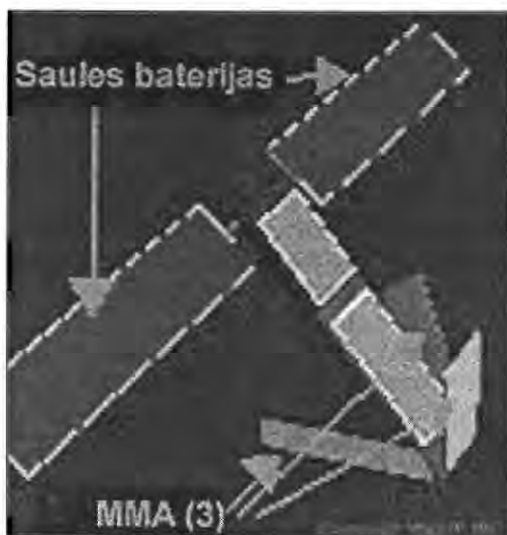
4.att. Spožākie IRIDIUM pavadoņu uzliesmojumi var sasniegt pat $-8^m,0$ spožumu!

dēs palielinās līdz "tikko redzamam" vai "neticami spožam". Spožuma maksimumā bieži vien *IRIDIUM* pavadoņu spožumu nav iespējams noteikt ar salīdzināšanas metodi, jo pie debess vienkārši nav nekā pietiekami spoža, ar ko to varētu salīdzināt. Uzliesmojuma laikā *IRIDIUM* pavadoņi pie debess veic aptuveni 5–10° garu ceļu.

Visu 1997. gada vasaru Zemes mākslīgo pavadoņu novērotāji pētīja *IRIDIUM* pavadoņu uzliesmojumus, un drīz vien viņi pamanīja, ka uzliesmojumi ir atkarīgi no Saules. *IRIDIUM* pavadoņa un novērotāja savstarpējās ģeometrijas, – tātad tie ir paredzami. Starp citu, sākumā visi bija pilnīgi pārliecināti, ka uzliesmojumus rada *IRIDIUM* pavadoņu Saules bateriju paneļi (sk. 5. att.), atstarojot Saules gaismu. Taču NASA/Džonsona Kosmisko lidobjumu centra Astronomijas biedrības biedrs Pols Meilijs (*Paul Maley*) pierādīja, ka īstie vaininieki ir galvenās misijas antenas. Šīs durvju izmēra antenas termoregulēšanas nolūkos ir pārklātas ar sudrabetu teflonu, kas tās padara par gandrīz ideāliem spoguļiem.

Ko *IRIDIUM* dod cilvēcei? Patiesībā *IRIDIUM* pavadoņu tīkls ir visai liels lēciens uz priekšu telekomunikāciju jomā. Lidz šā gada 23. septembrim mobilie sakari bija pieejami tikai tur, kur lokālais mobilo sakaru serviss bija uzstādījis antenas. Uztveršana bieži vien bija apgrūtināta arī laika apstākļu, nelidzēna reljefa un lielo attālumu dēļ. *IRIDIUM* globālais pavadoņu komunikāciju tīkls visas šīs problēmas atrisina. Viss, kas jums nepieciešams, lai kļūtu brīvs kā putns, ir vai nu speciāls *IRIDIUM* telefons vai peidžeris, vai tikai *IRIDIUM* adapters mazas kastītes izskatā, kas uztver un nosūta ziņas jums tuvākajam *IRIDIUM* pavadoņim.

Piemēra pēc pasekosim jūsu vārdu ceļojumam caur *IRIDIUM* pavadoņu antenām, kad jūs runājat ar savu vecmāmiņu, kas dzīvo, teiksim, Austrālijā. Tātad jūs paceļat klausuli, uzgriežat vecmāmiņas telefona numuru un sakāt – Sveika, vecmāmiņ! – No sākuma telefons pārvērš jūsu vārdus ciparu (digitālā) formātā, tad



5.att. Pretēji daudzu cilvēku uzskatam *IRIDIUM* pavadoņu uzliesmojumus rada nevis Saules bateriju paneļi, bet gan trīs durvju lieluma antenas (*MMA*).

šis ciparu virknes no *IRIDIUM* adaptera tiek nosūtītas uz šajā mirklī jums vistuvāk atrodošos *IRIDIUM* pavadoņi, tas savukārt tās nosūta tālāk – nākošajam *IRIDIUM* pavadoņim, kas atrodas jau par pāris simtiem kilometru tuvāk jūsu vecmāmiņai. Tā tas tiek turpināts, līdz jūsu vārds nonāk līdz tam *IRIDIUM* pavadoņim, kurš tobrīd atrodas vistuvāk vecmāmiņai. No tā "ciparotie" vārds nonāk tieši jūsu vecmāmiņas mobilā telefona *IRIDIUM* adapterā, kas tos atkal pārvērš normālā skaņas formātā, un vecmāmiņa izdzirdēs jūsu miļos vārdus. Faktiski tas pats notiek arī ar peidžera ziņojumiem, kurus jūs sūtāt savam vectētiņam Lieldienu salā.

"Lāča pakalpojums" radioastronomiem. Astronomijas amatieriem *IRIDIUM* uzliesmojumi ir ļoti interesanti un vizuāli iespaidīgi. Taču radioastronomi *IRIDIUM* pavadoņus uzskata par ļāstu. Lieta tāda, ka *IRIDIUM* pavadoņi pārraida sarunas frekvencēs no 1621,35 līdz 1626,5 MHz, kas ir ļoti tuvas tām frekvencēm, kuras emitē hidroksilgrupa (OH), kas atrodama protozvaigžņu mākoņos un vēso zvaigžņu apvalkos – 1612 MHz. Jāpiebilst, ka

ar starptautisku likumu astronomiskām vajadzībām ir aizsargātas frekvences no 1610,6 līdz 1613,8 MHz. Tas vēl varbūt nav tas jaunākais, taču astronomi uzzināja, ka korporācija "Motorola" nākotnē gatavojas raidīt arī aizsargātajās hidroksilgrupas frekvencēs. Savstarpēji strīdi ilga gandrīz veselu gadu, līdz beigu beigās, 1998. gada 1. martā, Amerikas Nacionālais Astronomijas un jonosfēras Centrs (*National Astronomy and Ionosphere Center*) parakstīja līgumu ar korporāciju "Motorola" par pārraidīšanas noteikumiem virs Aresibo radioteleskopa. Līgumā teikts, ka virs Aresibo radioteleskopa no 22.00 līdz 6.00 pēc vietējā laika (Aresibo teleskopa darba laikā), *IRIDIUM* satelītiem ir atļauts raidīt tikai zem līmeņa $1,6 \times 10^{-23} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$, pārējā laikā *IRIDIUM* satelīti var raidīt tik intensīvi, cik nepieciešams. Zinātnieki prognozē, ka dienas laikā *IRIDIUM* satelīti raidīs aptuveni 30 reišu intensīvāk.

Arī jūs vēlaties redzēt *IRIDIUM* uzliesmojumu? Protams, ka jūs to gribat. Liekas, ka ZMP novērot ir ļoti sarežģīti, jo ir precīzi jāzina, kur un kad tos meklēt. Novērot *IRIDIUM* pavadoņu uzliesmojumus, no šī viedokļa raugoties, ir daudz daudz grūtāk, jo ļoti precīzi ir jāzina laiks un vieta pie debess sfēras, kur pavadoņa galvenās misijas antenas nostāsies vajadzīgajā pozīcijā attiecībā pret novērotāju un Sauli, lai to raichtais "saules zaķītis" iekristu tieši jums acīs. Lai pats precīzi aprēķinātu uzliesmojuma laiku un vietu, ir jābūt labām zināšanām ģeometrijā un milzīgām aritmētiskām spējām. Taču cilvēks ir pamanījis melnā darba darišanai izmantot datoru vai, pareizāk sakot, datorprogrammas. Tagad apskatīsim, ko iesākt, ja ārā ir skaidrs laiks un jūs vēlaties izbaudīt *IRIDIUM* uzliesmojumu visā tā krāšņumā. Viss, kas jums nepieciešams, ir dators (ar pieslēgumu globālajam datortiklam *Internet*), kā arī jūsu atrašanās vietas ģeogrāfiskās koordinātas. *IRIDIUM* satelītu uzliesmojumu laika un vietas aprēķināšanai var izmantot divas metodes:

1) Jūs no interneta uz sava datora cietā diska varat pārņemt Roba Metsona (*Rob Mat-*

son) izveidoto datorprogrammu "*Iridflar*" vai "*SkyMap*" vai arī Rendija Džona (*Randy John*) izveidoto datorprogrammu "*SkySat*", kuras ir speciāli paredzētas *IRIDIUM* satelītu uzliesmojumu laika un vietas aprēķināšanai;

2) Jūs varat aprēķināt *IRIDIUM* satelītu uzliesmojumu laikus un horizontālās koordinātas, atrodoties internetā un neko nepārkopējot uz sava datora cietā diska.

Tagad sīkāk aplūkosim abus šos variantus. Visas trīs programmas (gan Roba Metsona izveidotās, gan Rendija Džona izveidotā) ir pieejamas interneta lappusē <http://www.satellite.eu.org/sat/usohp/iridium.html>. Tām visām ir *freeware* statuss, tātad – tas ir pieejams bez maksas. Lai varētu lietot šīs programmas, jums papildus būs nepieciešams fails (vai faili), kas satur *IRIDIUM* pavadoņu orbītas elementus – *iridium.tle* (*TLE* – saīsinājums no angļu valodas – *Two-line elements*). Augšminētajā interneta adresē ir dotas arī dažas saiknes ar vietām, kur šos failus var dabūt. Kāda gan ir atšķirība starp šīm programmām? Roba Metsona izveidotā programma *Iridflar* izvada rezultātus teksta veidā, bet viņa "*SkyMap*" un Rendija Džona "*SkySat*" programmas izveido zvaigžņu karti, kurā attēlots zvaigžņotās debess izskats uzliesmojuma brīdī, kā arī uzliesmojuma novietojums.

Otrā metode ir daudz vienkāršāka. Jums vienkārši jāapmekle Vācijas aerokosmiskā centra (*Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt*, īsāk DLR) interneta lappuse <http://www.gsoc.dlr.de/satvis/> un jāseko norādēm. Viss, kas jums jāizdara, ir jāievada attiecīgajos logos jūsu atrašanās vietas ģeogrāfiskās koordinātas, laika josla un vietas nosaukums. Pēc pāris sekundēm (tas, protams, ir atkarīgs no jūsu interneta pieslēguma ātruma) jūs uz sava datora ekrāna varēsiet skatīt visu to *IRIDIUM* pavadoņu uzliesmojumu, kuru spožums ir lielāks par 0^m,0. sarakstu nākamajās septiņās dienās. Jāpiebilst, ka šī interneta adrese piedāvā arī datus par kosmiskās stacijas "*Mir*" pārlidojumiem. Nu atliek tikai novēlēt veiksmi novērojumos! 🐱

ATSKATOTIES PAGĀTNĒ

ALEKSANDRS MIČULIS – ASTRONOMS, GASTRONOMS, DISIDENTS



50. gados.

1928. g. 28. decembrī – dzimis Ludzas apriņķa Ciblas pagasta Krievīņu ciemā.

1936. g. – sācis skolas gaitas Eversmuižas sešklasīgajā skolā.

1942. g. – iestājies Ludzas valsts ģimnāzijā.



Ar klases biedriem Ludzas latviešu vidusskolā (ap 1946. g.). A. Mičulis ceturtajā rindā pirmais no kreisās. Pēdējā rindā trešais no labās Jānis Platacis, vēlāk docents LVU Fizikas un matemātikas fakultātē.

1947. g. – ieskaitīts Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes studentu skaitā.

1951. g. – pārgājis uz Maskavas VU Mehānikas un matemātikas fakultātes astronomijas nodaļas 5. kursu.

ANDRIS VEJĀNS

LUDZAS ZĒNS AR ZVAIGŽŅU ACĪM

Ar Aleksandru Mičuli mēs mācījāmies kopā Ludzas ģimnāzijā, kad austrumu pamale nepārtraukti drebēja frontes lielgabalu dārdos. Pilsētas ielās dimdēja vācu zaldātu soļi, šad un tad parādījās vlasovieši. Soda bataljonu kareivji, atgriezušies no akcijām Baltkrievijā, Lietuvā vai Polijā, skolas pagalmā sakliedzās un tarkšķināja motociklus. Mūsu brīnišķīgā Gaismas pils bija aizņemta. Mēs mitinājāmies pagrabos. Pēdējā ziemā mūs plebānijā* uzņēma katoļu baznīcas dekāns Gabrāns. Pēc stundām uzkāpām pilskalnā, no kurienes pavēras gleznainas ainavas uz dārziem un māju jumtiem, kas nereti saulē vilņojās kā ezeri, un uz ezeriem, kuri apvāršņos saplūda ar debesīm.

Tur – ziemeļaustrumu pusē, aiz Odu kalna – bija Sašas mājas. Viņš no Ciblas nāca kājām, citreiz viņu veda kāds no tuviniekiem. Es no Nirzas bieži braucu ar kara vilcienu. Mēs, skolēni, tikām satupināti uz priekšējām platformām, kas piebērtas ar granti. Pirmie uzlidotu gaisā, ja zem sliedēm būtu palikta partizānu mīna. Vācieši sēdēja vagonos, smējās, spēlēja kārtis un mutes ermoņikas. kauju elle bija palikusi aiz muguras...

Nē, nē, tomēr tā dzinās mums pakaļ, uzbāzīgi un neatlaidīgi. Mēs klausījāmies skolotāju mācību vielu izklāstos. Marija Jumāre mācīja ne tikai gramatiku un latviešu literatūru, bet arī interesanti stāstīja par studiju kolēģēm - Veroniku Strēlerti un Zinaidu Lazdu. Pēteris

* Plebānija - draudzes māja, kurā dzīvo mācītājs.

1952. g. 20. augustā – pieņemts darbā LPSR Zinātņu Akadēmijas Fizikas institūta Astronomijas sektorā par vecāko laborantu.

1954. g. 1. janvārī – pārcelts turpat par jaunāko zinātnisko līdzstrādnieku.



50. gadu vidū

1957. g. 15. jūnijā – pieņemts darbā Rīgas pilsētas Kultūras nodaļā par planetārija direktoru.

1958. g. 19. novembrī – Rīgas pils Svētā Gara tornī atklāj planetāriju.



Brāļi Mičuļi – Dominiks, Vladislavs un Aleksandrs (*labajā pusē*) – pie Rīgas pils Svētā Gara torņa, kurā atradās planetārijs (ap 1960. gadu).

Mēs vēl neapjautām, ka atkāpjoties hitlerieši uzspīdzinās balto ģimnāziju, kurā tik ļoti bija gribējies dzirdēt stundu zvanu. Pa pilsdrupu lūkām mēs raudzījāmies debesis, kur mēnesnieks it kā mākoņu laivās aicināja kāpt zvaigznes. Varbūt tovarak tajās visilgāk bija lūkojies Aleksandrs Mičulis.

Toreiz to nepamanīju. Pēc kara biju pat pārsteigts, ka Saša studē astronomiju. Mēs šad tad saskrējāmies Raiņa bulvārī, piecdesmitajos gados piedalījāmies ludzāniešu kopējā sanāksmā Universitātē.

Krājumā “*Saklīdzas katijas*” tiku ievietojis veltījumu “*Draugam astronomam*”.

*Draugs, zilgmē raugoties, es atmiņlapu dedzu
Un agro jaunību pār gadu kalniem redzu
To sapņu brīnumā,
Kas zvaigžņu spožumā mums lielas ilgas svieda
Un bula mākoņos kā tvīksmais pērkonis brieda
Retz zibens pinumā.*

*Mēs dzērves apskaudām, kas nesa pavasari,
Pār mums daudz laimīgāks bij osis, kura zari
Ar vējiem čukstēja.
Par acīm jūsmojām, kur mēness gaisma līja,
Kaut garām gāja tās un laikam nemanīja,
Kā sirdis pukstēja.*

*Un mīlu alkās tad mums ceļi šķērās:
Bij katram sapnis savs, kas savās krācēs irās,
Pēc laimes ilgojot.
Es dzejas rakstīju, pēc zvaigžņu elpas slāpis,
Tu kāri pētīji, uz torņu smailēm kāpis,
Kā zvaigznes zilgojot.*

*Tā, gadiem aizbrāžot, man drusku svešāks kļuvi,
Bet, zvaigznēs veroties, mēs atkal esam tuvi
Šai rīta svīdumā.
Kas tālos nostātos vien acu priekšā stājies,
Kas teiksmu paklājos un seglos bija krājies, -
Gail dzīvā spīdumā.*

*Mēs mīlam zemi šo ar visām ziedu krāsām,
Ar mežu dūmaku, ar jūras viļņu lāsām,
Ar druvu plašumu.*

1961. g. 13. martā – atbrīvots no darba Planetārija direktora amatā pēc paša vēlēšanās.

1961. g. – iestājies Maskavas G. Plehanova Tautsaimniecības institūtā (neklātieņē).

1962. g. 16. novembrī – pieņemts darbā Rīgas pilsētas Proletāriešu rajona pārtikas tirdzniecības uzņēmuma 2. veikalā par strādnieku.

1962. g. 10. decembrī – pieņemts darbā Republikāniskajā tuberkulozes slimnīcā par II kategorijas pavāru.

1963. g. 20. novembrī – ieskaitīts darbā 51. cehnīcā (Rīgas elektromašīnu rūpnīcā) par III kategorijas pavāru.

1964. g. 6. augustā – pārcelts turpat par II kategorijas pavāru.

1966. g. jūnijā – ar izcilību beidzis Maskavas Tautsaimniecības institūtu sabiedriskās ēdināšanas tehnoloģijas un organizācijas specialitātē, ieguvis inženiera-tehnologa kvalifikāciju.

1966. g. 1. septembrī – pārcelts pedagoga darbā uz Rīgas kooperatīvo tehnikumu, kur vadīja uztura gatavošanas tehnoloģijas kursu un bija attiecīga kabineta pārzinis.



Lekcija Rīgas kooperatīvajā tehnikumā 1975. gadā

1984. g. 1. augustā – atbrīvots no darba sakarā ar aiziešanu pensijā invaliditātes

*Mēs milam zemi šo ar milas dziesmām maigām,
Ar sapņu ugunīm, kas staro katram vaigā,
Ar domas ašumu.*

*Cik lepmi margojot skrien jaunā ausmā zvaigzne,
Kas mūsu Dzimtenei un darbam slavu aiznes,*

Pār zemēm zūļojot.

*Draugs, droši piepildās mums sapņi visu skaistie,
Mēs paši spēsim drīz uz Mēness kalniem laisties,
Šo zemi mīļojot.*

Dzejolis uzrakstīts 1957. gadā. Mums bija ap trīsdesmit. Kara negaisu un pēckara pārveidību belzieni, dvēseļu ievainojumi bija apdzīvuši. Visuma meklētāju pirmie panākumi pacīlāja sirdis, citām acīm lika raudzīties tajos pašos vecajos Greizajos Ratos, poētiskā gaisma iespīdēja planetārija lūkotavās, romantiskās stīgas neviļus ietricējās dzejas rindās.

Vēlāk aptumsa šī gaisma. Ari šīs stīgas tika rautas pušu. Mūsu zvaigžņu pētnieku vairāk nesatiku. Taču viņu allaž pieminam, uz Preiļiem, Jasmuižu, Rēzekni vai Ludzu braucot kopā ar Gaidu Jablovsku, Aleksandra Mičuļa brāļa meitu, Raiņa muzeja direktora vietnieci. Kādus vārdus lai saku Tev šodien, Saša?

*Kara dārdū saplosītās ziemas,
Cīrulītis – sniegos stundu zvans:
Gaidu tevī, velti gaidu ciemos –
Kur tu esi, mierinātājs mans?*

*Kur tu esi, skolas biedru draudze?
Kur tu klisti, gaišmatainais draugs?
Mēs jau jutām: dzīve nepasaudzēs,
Ludzas vēji kopā nesasauks.*

*Patika reiz meitenes un zvaigznes –
Dzejoļus un cerņus tām sviest,
Lai no pierēm padebešus aiznes
Un bez sūpēm saulesrieti dziest.*

*Rīti, protams, atkal deva sukās –
To jau nevar dzejā izklāstīt,
Bet uz zemes vecu vecās fukas,
Kuras, redzams, nerimsies vēl rīt.*

dēļ (pārceista ļaundabīgā audzēja operācija).

1984. g. 16. augustā – miris Rīgā, apglabāts Ludzas rajona Zvirgzdenes pagasta Raženavas kapos.

No A. Mičuļa personīgā arhīva materiāliem
bronoloģisko tabulu sastādījis

Leonids Roze

ANDREJS ALKSNIS

DAŽAS ATMIŅAS PAR SAŠU (ALEKSANDRU MIČULI)

1951./52. mācību gadu nodzīvoju ar Sašu vienā istabiņā. Tas bija Maskavā, kad pēdējo studiju gadu mums bija iespēja pabeigt mācības astronomijā Maskavas Valsts universitātē. Lekcijas un dažādas citas nodarbības notika Šternberga Valsts astronomijas institūtā Presnā jeb kā toreiz oficiāli sauca – Sarkanajā (*Krasnaja*) Presnā. Tad vēl Universitātes tagadējā augstceltne Zvirbuļu Kalnos (Ļeņina Kalnos) tikai tapa (mums studentiem vienu brīvdienu bija jāstrādā talkā Universitātes jaunās ēkas būvgružu savākšanā). Dažas lekcijas vispārīgajos priekšmetos, piemēram, vēsturiskajā materiālismā notika Universitātes vecajā ēkā Maskavas centrā pie Manēžas laukuma.

Ar Presņas rajonu un Šternberga institūtu jeb GAIŠU (*Gosudarstvennij Astronomičeskij institut imeni P. K. Šternberga*) jau bijām pazīstami no ražošanas prakses 1951. gada rude-

*Vientuļš smeļu cerību no akām
Šeit, uz mūsu pasaulītes, bet
Zinu, kas tur staigā zvaigznēm blakām
Un pa staram atvasarai met.*

*Bērzam piespiežos: cik baltas tāsis!
Sniegi zaros, sniegi matos krit.
Mūži aizlido kā dzērviņu kāsis,
Tikai zvaigznes debess logos spīd.*

ni. Kādu brīdi prakses laikā bijām dzīvojuši arī Institūta novērošanas bāzē Kučinā. Tāpēc nebijām gluži svešinieki. Neatceros, kur pavadījām pirmās naktis, ieradusies otrreiz Maskavā jau uz pēdējā kursa mācībām, laikam jau Institūta telpās. Drīz ar kādas Institūta darbinieces palīdzību atradām mitekli pāris minūšu gājiena attālumā no GAIŠA kāda pensionāru pāra dzīvokli. Tā bija divstāvu koka māja Malaja Trjohgornaja ielā 4, tipiska vecajai, droši vien cariskajai Maskavai. Istabiņa kā dzelzceļa vagona kupeja: gulvietas gar sienu, starpā tikko vieta galdiņam. Saimniece – Lizes tante, bija istā mūsu mājas dzīves režīma noieciņa. Tomēr šaurajā, piesmakušajā, istabiņā uzturējāmie iespējami maz, no nodarbībām brīvajā laikā vairāk darbojāmie Institūta telpās, bibliotēkā un vai kaut kur citur.

Pirmais pusgads pagāja, klausoties lekcijas,



Arodprakses laikā 1951. gada septembrī Maskavas apgabalā Kučino.

No kreisās: Leonids Roze, Leonora Blanka (Roze), Ilga Kurzemniece (Daube), Aleksandrs Mičulis, Biruta Sala un Zenta Pētersone (Alksne).

A. Alksņa foto.



Maskavā Tautas saimniecības sasniegumu izstādē ap 1960. gadu (*no kreisās*): Andrejs Alksnis, Kārlis Šteins, Aleksandrs Mičulis un Natālija Činahoviča.

piedaloties semināros un citās nodarbībās. Mums – trim studentiem no Latvijas Universitātes (trešā bija Zenta Pētersone) bija jākārto arī parādi, t. i., jānoliek eksāmeni priekšmetos, kādus nebijām Rīgā kārtojuši. Viens tāds eksāmens bija pie prof. J. Šklovskā, vēlāk visā pasaulē pazīstamā un cienītā astrofizikā. Lai mēs visi vienlaicīgi varētu gatavoties eksāmenam, Tamma "Elektrodinamikas" sējumu sadalījām trīs daļās, kas rotācijas secībā pārgāja no viena pie otra. Eksāmenu visi nolikām pirmajā reizē, par ko grupas biedri – maskavieši mūs gandrīz vai apbrīnoja. Iespējams, ka profesors mūs kā pārnācējus, kuri ne visai labi pārvalda krievu valodu, laida vieglāk cauri.

LEONIDS ROZE

DIV' REIZ' DIVI UZ VIENU VIETU

No kopīgajiem studiju laikiem palicis prātā, ka Mičulis jau toreiz interesējās par runas kultūru un par oratora iemaņām. Tādēļ nejausā nebija viņa izvirzīšana par galveno pārstāvi mūsu septiņu astronomijas priekšpēdējā kursa studentu sarunās ar Universitātes vadību un sarakstē ar Maskavas Augstākās izglītības mi-

niestriju, kad 1951. gada pirmajās janvāra dienās pienāca negaidītā ziņa par astronomijas specialitātes slēgšanu Rīgas augstskolā. Viņš labāk par mums pārejiem prata formulēt mūsu vēlmi pabeigt studijas iesāktajā nozarē un labāk sagatavot mūsu vēstules Maskavai. Prātā palikusi visu septiņu studentu vizīte pie LVU

Ziemas brīvlaikā braucu uz mājām. Sašam bija jāpaliek Maskavā, jo viņam ceļa naudas nebija. Aiz vientulības Saša pat bija atsūtījis man vēstuli uz Valmieru. Rakstīja, ka esot klidis kājām pa Maskavu puteņa laikā un saaukstējies. Sūdzējās arī par grūtībām sadabūt diplomdarbam nepieciešamos meteoroloģiskos datus, jo tie skaitoties slepeni.

Otrajā pusgadā mums bija katram savi pienākumi, lai dabūtu gatavu diplomdarbu. Viņa darbs bija astrometrijas specialitātē, man – zvaigžņu astronomijā. Viņam bija spekkurss pie prof. K. Kuļikova, man – pie prof. P. Parenago. Maz kas palicis atmiņā no kopā pavadītā laika. Atceros, Saša pieminēja, ka skolā sēdējis vienā solā ar vēlāko dzejnieku Andri Vējānu, ka būtu gribējis studēt teoloģiju. Sašam šād tad bija vēlēšanās iet baznīcā, kas atradās ielas malā, pa kuru parasti gājām, kad no Institūta bija jādodas uz ēdnīcu pusdienās vai uz lekcijām Universitātes ēkā. Laikam tas bija Lieldienu svētkos, kad viņš baznīcā iegriezās.

Atmiņā iesēdies tāds priekšstats, ka Saša vēlējās strādāt "*kaut vai par sētnieku, bet observatorijā*". Varbūt, ka no Zinātņu akadēmijas Astronomijas sektora viņš aizgāja tāpēc, ka tā vadītājs viņu spieda darboties radioastronomijas nozarē. Turklāt planetārijā strādājot, bez labām astronomijas zināšanām viņš varēja likt lietā arī savas runas dāvēšanas, nevainojamo dikciju un prasmi uzstāties.

ju biedrs Aleksandrs Mičulis ir daudz vairak piemērots organizējamā planetārija direktora amatam, ka viņš jau studiju laikā ir interesējies par planetārija darbību, ka viņš izkopus savu runas manieri lektora darbam, un tādēļ planetārija vadītāja amats pienākas viņam.

Sejoja vēl dažādas sarunas un spriešanas,

par kuru saturu toreiz nemēdza atskaitīties. "Konkurence" noslēdzās tā, ka 1957. gada vasarā Aleksandrs Mičulis kļuva par Rīgas pilsētas Kultūras nodaļas pārraudzībā organizējamā planetārija vadītāju, bet es no Hidrometeoroloģisko aparātu rūpnīcas pārgāju darbā uz LVU laika dienestu.

LILIJA KONDRASEVA

RĪGAS MAZAJĀ PLANETĀRIJĀ

1958. gada novembrī toreizējās Pionieru pils (tagad Prezidenta pils) Svētā Gara tornī vēra durvis pirmais Rīgas planetārijs.

Tā organizētājs un vadītājs bija no Zinātņu akadēmijas parnakušais zinātniskais līdzstrādnieks – astronoms A. Mičulis. Viņa vadībā tika izremontētas telpas, sagādātas mēbeles, savākta bibliotēka un uzstādīta aparatūra, kas ietvēra galveno planetārija aparātu un papildu aparatūru. Visa aparatūra tika izgatavota Maskavas planetārija mehāniskajās darbnīcās un bija primitīva: galvenais aparāts sastāvēja no divām papes puslodeņiem, kurās izdurti dažāda diametra caurumiņi (zvaigznes). Papildu aparatūra ļāva ilustrēt lekcijas skolēniem, atveidot polārblāzmu, nītausmu, Saules lēktu u.c.

Darbu planetārijā sāka trīs cilvēki – direktors A. Mičulis (vienlaikus veicot mehāniķa pienākumus) un 2 lektores – Biruta Sala un es.

A. Mičulis mācīja mūs lasīt lekcijas, veidot planetārija seansus, pareizi izmantot uzskates līdzekļus, mūziku. Pirmos mēnešus visi kopīgi vai pēc kārtas veicām apkopējas un kasiēra pienākumus. Sākumā planetārijs bija kupli apmeklēts – te nāca skolēni gan no Rīgas, gan arī lauku rajoniem.

Planetārija telpās pulcējās arī astronomi uz kārtējām VAĢB* sēdēm, darbojās jauno astronomu pulciņš. LVU astronomijas specialitātes studenti prakūzējās lekciju lasīšanā, daži – D. Vainberga un G. Rozenfelds vēlāk strādāja

Zinību nama planetārijā.

Svētā Gara tornī astronomiskos novērojumus veica topošie zinātnieki – astronomi J. Francmans un E. Grasbergs. Ar pārnēsājamo teleskopu A. Mičulis interesentiem rādīja Saules plankumus un skaidrajās naktīs ļāva teleskopā vērot Mēnesi, planētas un zvaigznes.

A. Mičulis bija labs organizators un labs astronomijas popularizators. Viņš cerēja, ka kādreiz Rīgā būs īsts planetārijs. Viņa vadībā toreizējie Politehniskā institūta studenti izstrādāja diplomdarbus – planetārija projektus trijās dažādās Rīgas vietās.

Bet pienāca 1961. gads. Uz Rīgu atbrauca toreizējā PSRS Kultūras ministre E. Furceva. Viņai ļoti nepatika, ka preti Ministru Padomes ēkai atrodas pareizticīgo katedrāle. Lēmums bija galīgs: katedrāles vietā būs planetārijs.

A. Mičulim vajadzēja pārņemt ēku un vadīt parbūves darbus. Domāju, ka ētisku un reliģisku motīvu dēļ viņš atteicās to darīt.

Atrodās citi cilvēki, kuru vadībā tika izveidots Republikāniskais Zinību nams. Rīga uz 27 gadiem ieguva brīnišķīgu *K. Ceiss* firmas planetārija aparātu "*Lielais Ceiss*" un astronomijas popularizēšanas iestādi, bet astronomu saime zaudēja astronomu – entuziastu un lielisku cilvēku – Aleksandru Mičuli.

*Vissavienības Astronomijas un Ģeodēzijas biedrība

MŪSU SAŠA

Kursa biedru Aleksandru Mičuli isti atceros, sākot ar 2. kursu, t.i., 1948. gadu, kad bijām jau sadalījušies grupās pa izvēlētām specialitātēm. Manās atmiņās viņš ir vienmēr iērts zilā uzvalkā, arvien kārtīgs, laipns, koleģiāls un satīcīgs. Pēc viņa stāstījuma, bērnību pavadījis laukos Latgalē, kur pārtiku izaugusi pašiem, taču arvien trūcis naudas. Tādēļ viņš bija pieradis iztikt ar minimumu. Lekcijas pierakstīja uz papīra lapām glietā, izkoptā rokkrasta un vēlāk tās pats arī kvalitatīvi ieseja.

Pēc ceturtā kursa beigšanas mūs nosūtīja praksē uz Maskavas Valsts universitātes Šternberga astronomijas institūtu. Iegādājām pilsētas sabiedriskā transporta mēnešbiļetes, kas ļāva brīvāk pārvietoties pa lielo Maskavu. Braukājām apkārt, pilsētu iepazīdami, taču Saša aprobežojas tikai ar galīgi nepieciešamiem braucieniem, lai tadā kārtā ietaupītu nedaudz naudas. Ar to viņš it kā atšķēlas no grupas. Taču pēc kāda laika arī viņš izšķīrās par mēnešbiļeti un tad arī izmantoja to intensīvāk un prasmīgāk par mums, sistemātiski un plānveidīgi apbraukājot pilsētas ievērojamākās vietas. Jau toreiz viņa sapnis bija planetārijs, un par to ne vienu reizi vien viņš mums minēja. Maskavā viņam pavērsās plašas iespējas iepazīt lektora darbu īpatnības planetārijā.

Šajā prakses laikā viņš mums atzinās arī savā "vājībā" – kulinārijā. Kādu sveicienus pievakarī mēs pārējie, atgriezušies no pilsētas "majas" mums ierādītajā mitnē Piemaskavā, atradām uz galda vārtus kartupeļus ar šādu dzejoli:

*Ed kartupeli ledainu
Kā saldu rausi medainu,
Un slavē Saši pavāru,
Kas tādu mantu savā!*

Pēc studiju beigšanas mēs satikāmies Zinātņu Akadēmijas Astronomijas sektorā, kur abi dažus gadus strādājām kopā, līdz viņa sapnis piepildījās un viņš kļuva par planetārija

direktoru. Kad sakas runas par liela planetārija izveidošanu Rīgā, Mičulis bija rosmes pilns un daudz domāja par vietu, kur to celt, uzmanīgi analizēdams dažādus priekšlikumus. Viņš nonaca pie secinājuma, ka "*Lielākā daļa vēlas, lai planetāriju ceļ viņa dzīves vietas tuvumā*". Kad radās viedoklis par planetārija izvietojšanu pareizticīgo katedrāles ēkā, viņš gāja uz turieni un pētīja telpas, lai spriestu par to piemērotību. Saša man atzinās, ka uz viņu satricēošu iespaidu atstājis redzētais un dzirdētais. Dievkalpojuma laikā garīdznieki aizlūguši par to, lai ticīgajiem nebūtu jāzaude dievnamā.

Nevaru spriest par to, vai tā bija tikai godīga cilvēka attieksme pret jaunumu otram kaut ko atņemt, vai arī viņa lēmumam bija reliģiski motīvi, taču Saša atteicās strādāt planetārijā, kas ierīkots dievnamā. Varu iedomāties, cik šajā brīdī viņam bija smagi.

Pēc kāda laika J. Ikaunieks saviem padotajiem stāstīja kā anekdoti, ka iegājis piena restorānā pie paziņas – restorāna direktores – un redzējis Mičuli mizojam kartupeļus. Man šķita, ka Saša nebija pelnījis jebkādu nievajošu attieksmi, un kļuva skumji.

No astronomijas Saša atteicās pilnīgi un nekad neieradās uz jebkādu tikšanos ar bijušajiem kursa biedriem. Taču laikam smagi sāpēja!

Pēc ilgāka laika viņu satīku smaidošu un laimīgu. Viņš bija pabeidzis savas otrreizējās studijas, kā vienīgais no sava izlaiduma saņēmis diplomu ar izcilību. Viņš pats pēc ietekmīga amata netīkojot. Esot izšķīries par pedagoga darbu ar pieticīgu atalgojumu.

Pirms daudziem gadiem pedējo reizi mēs satikāmies gluži nejauši autoostā. Bijām priecīgi viens otru ieraugot. Neatceros sarunas nianšes, taču aprunājāmies par to, ka nu mums klājas. Minoru toņu nebija. Saruna bija draudzīga un optimistiska. Tads viņš arī palicis manā atmiņā. 🐦

JANIS KAULIŅŠ

TIEKAS LATVIJAS NEVALSTISKĀS ORGANIZĀCIJAS

Šā gada 4. un 5. septembrī Rīgā, VEF Kultūras pilī notika Latvijas nevalstisko organizāciju (NVO) forums. Tajā piedalījās ap 200 organizāciju no visas Latvijas, to skaitā arī Latvijas Astronomijas biedrība, kuru pārstāvēja viceprezidents J.Kauliņš. Foruma programmas galvenā tēma bija nevalstisko organizāciju vieta un nozīme demokrātiskas sabiedrības veidošanā un to darbības veicināšanas iespējas. Sevišķi interesanta bija paneldiskusija par finansējuma piesaistīšanas iespējām NVO. To vadīja pazīstamais žurnālists Kārlis Streips. Piedalījās pārstāvji no "Aldara", "Price Waterhouse Cooper". Maza un vidējā biznesa apvienības un Latvijas Invalīdu biedrības. Izteikties varēja arī zālē esošie.

Tika uzsvērtas divas galvenās problēmas: biznesa vides attieksme kā sponsoru palīdzību neveicinošs faktors un projektu pieteicēju neprasmē sastādīt pieteikumus. Biznesa vide šobrīd nav tendēta uz palīdzības sniegšanu NVO. Pašreizēja uzņēmējdarbības "klimats" vairums mazo un vidējo uzņēmumu cīnās par savu izdzīvošanu. Vairums uzņēmumu, kas nodarbojas ar palīdzības sniegšanu NVO, ir ar ievērojamu daļu ārzemju kapitālu, kas netiešā veidā palīdz nodot rietumu pieredzi sabiedrisko attiecību un sociālas partnerības veidošanā. Daudzi uzņēmēji nenovērtē NVO lomu sava sabiedriskā tēla veidošanā un sabiedrībā vispār. Bieži vien viņu intelīgences līmenis vienkārši ir nepietiekams.

Projektu pieteikumi savukārt ir tieši pašu NVO problēma. Nerunājot par formas trūkumiem, pieteikumi bieži ir nekonkrēti, rodas iespāids, ka projektu pieteicēji paši nezina,

ko viņi grib sasniegt ar to īstenošanu. Projekta rezultātam jābūt tādā, ko var "izmērit", t.i., jābūt definētiem skaidriem kritērijiem, kad projekts ir uzskatāms par sekmīgi realizētu. Nekorekti vai nepareizi projektu budžetu aprēķini un nesakārtota naudas lietu uzskaitē, resp., grāmatvedība pašā organizācijā arī ir bieži iemesli finansējuma atteikumam.

Iesaistoties paneldiskusijā, autors atbildēja uz K.Streipa jautājumu, vai Astronomijas biedrība kā valāsprieka organizācija sociālās nozīmības ziņā ir līdzvērtīga invalīdu, AIDS slimnieku, riska grupu problēmu organizācijām. Mūsu pārstāvis paskaidroja, ka LAB nav tikai valāsprieka vai interešu biedrība, tā nes arī ļoti lielu izglītojošu slodzi. Bez tam tiem bērniem un jauniešiem, kuri iesaistījušies LAB darbībā, ir daudz mazāka iespēja nonākt kādā no riska grupām, kurām tik daudz laika un līdzekļu velti daudzās citas NVO.

Foruma ietvaros notika arī organizāciju stendu izstāde. LAB stendā bija īss atskats mūsu Biedrības 50 gadu vēsturē un sīkāk ilūstrētas pēdējo gadu aktivitātes – tādās, ka "Ērgļa" nometnes, astronomijas olimpiādes, Astronomijas skolotāju asociācijas darbs, publiskie debess spidekļu demonstrējumi, u.c. Stendā bija izlikts arī *Astronomiskais kalendārs* un "*Zvaigžņotā Debess*" – izdevumi, kuri top ar aktīvu mūsu biedru līdzdalību. Stends piesaistīja daudzu apmeklētāju uzmanību. Viņi interesējās par iespējām apmeklēt LAB sapulces, par to, kas notiek ar astronomijas zinātni Latvijā un bija pārsteigti par musu biedrības garo un aktīvo vēsturi.

Diemžēl, *nevalstisko organizāciju* vidū

tīkpat kā nav pārstāvētas izglītības un zinātnes biedrības, tāpēc IAB pārstāvis tematisko diskusiju grupu darbā piedalīties neuzskatīja par mērķtiecīgu. 🐼

ĀRPUSKLAŠES DARBA IESPĒJAS MĀCĪBU GADĀ

- Līdz maijam katra mēneša pirmajā un trešajā pirmdienā plkst. 16.30 LU Astronomijas institūtā Raiņa bulv. 19, 404. telpā, darbojas *Jauniešu astronomijas klubs*. Bez maksas. Pieteikties pa tālr. 7223149.
- Līdz martam LU Astronomiskajā tornī Raiņa bulv. 19 skaidros trešdienu vakaros no plkst. 20.00 līdz 21.00 notiek *zvaigžņotās debess demonstrējumi ar teleskopu*. Bez iepriekšējas pieteikšanās. Ieeja par ziedojumiem. Sapulcēšanās LU vestibilā.
- Visa mācību gada laikā notiks *astronomijas skolotāju semināri*. Ja vēlaties piedalīties tajos, dariet to zināmu Astronomijas skolotāju asociācijai Raiņa bulv. 19, Rīgā, LV-1586.
- Informāciju par *Astronomijas skolotāju asociācijas* darbību un par *astronomiju Latvijā* var atrast Interneta lappusē <http://www.astr.lu.lv>.
- Visa mācību gada laikā iespējams doties mācību *ekskursijās* uz *Astronomisko observatoriju Rīgā, Raiņa bulv. 19 (tālr. 7223149)*, *Astrofizikas observatoriju Baldones Riekstukalnā (tālr. 2932088)*, *F. Candera kosmonautikas muzeju Rīgā (tālr. 7614113)* un *radioteleskopu Irbenē, Ventspils rajonā (tālr. 3681540, 3694148)*. Visur iepriekš jāpiesakās. Ieeja par ziedojumiem.
- 1999. gada 16. un 17. aprīlī notiks Rīgas 27. atklāta *skolēnu astronomijas olimpiāde*. Dalībnieki no lauku rajoniem tiks apgādāti ar apmaksātu naktsmitni. Pieteikties var pa tālr. 7223149 **līdz 12. aprīlim**.
- 1999. gada 24. un 25. aprīlī Rīgā notiks Valsts *skolēnu zinātniskās konferences astronomijas sekcija*. Skolēnu darbi jāiesūta **līdz 1. aprīlim** Valsts jaunatnes iniciatīvu centram, Raņķa dambī 1, Rīgā, LV-1048. Darbiem jābūt iepriekš izskatītiem rajona skolēnu zinātniskajā konferencē.
- Mācību gada pasākumus vainagos vasaras *novērošanas nometne "Ērgļa jota"*, kas būs apvienota ar braucienu uz pilna Saules aptumsuma novērojumiem Ungārijā. Brauciens notiks 1999. gada 8.–13. augustā. Pieteikšanās braucienam sāksies 1999. gada janvārī. Tā cenu un maršrutu iespējams uzzināt Latvijas Universitātes Tūristu klubā, Rīgā, Raiņa bulv. 19, 122. telpā, tālr. 7227766.

Dr. paed. **Ilgonis Vilks**, Astronomijas skolotāju asociācijas vadītājs

IRENA PUNDIRE

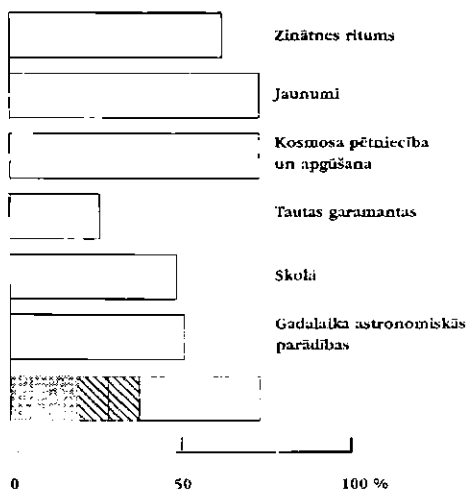
“VISI RAKSTI IR PILNĪBĀ IZLASĪTI ..”

LASĪTĀJU APTAUJAS'97 APKĀPOJUMS

“.. un visi bijuši ļoti interesanti.” - par 1997.gada “Zvaigžņotās Debess” laidieniem raksta gados cienjamākā mūsu lasītāja Lūcija Krūmiņa, pensionēta matemātikas skolotāja no Strenčiem. Arī LU Bioloģijas fakultātes students Normunds Bite vērtē šādi: “Šī gada “Zvaigžņotās Debess” numuros bija ļoti daudz interesantu rakstu (visus nebija iespējams uzskaitīt). Priecē, ka žurnālā parādās aizvien vairāk kvalitatīvu attēlu un ka žurnāls ir kļuvis biezāks.” “Lielākā daļa rakstu perfekti pasniedz informāciju, un izcelt kādu autoru nevaru un negribu arī meklēt speciālus kritērijus.” - ta neirologs Kārlis Skrastiņš no Cēsim. Tomēr vairākums lasītāju ir nosaukuši arī konkrētus rakstus - kopskaitā 52. Cienot tradīcijas, uzrādīsim pašus populārākos no tiem: **“Daudzveidīgā galaktīku pasaule”** (Zenta Alksne) - 47% atbilžu, **“Dzīvība uz Marsa - bija vai nebija?”** (Jānis Kauliņš) - 36%, **“Citu sauju planētas”** (Andrejs Alksnis) un **“Logs uz bezgalību”** (Laimons Začs) - 29%, **“Galileo pie Jupitera”** (Mārtiņš Gills) - 27%, **“Galaktīku kopas un superkopas Visuma tukšumos un supertukšumos”** (Z.Alksne) - 24%.

Daudzi lasītāji min tikai autorus, kuru sagatavotie materiāli viņus interesē visvairāk, kopumā nominēti 30 autori, pirmie četri šajā aptaujā ir: **Zenta Alksne, Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills** un **Andrejs Alksnis**.

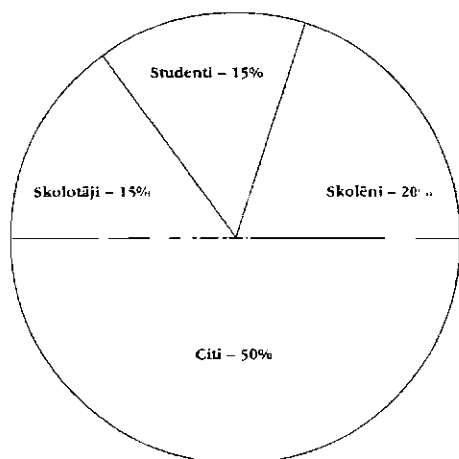
“Jaunumi” un “Kosmosa pētniecība un apgūšana” ir nodalījumi, kas pastāvīgi ir lasītāju intereses “topā” (sk. 1.att.), lai gan daudzi lasītāji atzinīgi vērtē arī visus pārējās nodaļas.



1.att. **Kādas tematikas nodaļas patikušas vislabāk** (% no aptaujas dalībnieku kopskaita). Lasītājs papildus nosaucis vēl 10 citas (apakšējais “klucītis”): visbiežāk nodaļas “Amatieriem” (*Iekrāsota daļa*), lielu interesi izraisījušas “Atskatoties pagātnē” un “Atziņu ceļi” (*Iesūtītājs*), kā arī “Hronika”, “Gribi notici, negribi ne”, “Zinātnieks un viņa darbs” u.c.

Lielu gandarījumu redakcijas kolēģijai šajā gadā sagādāja tas, ka aptaujas dalībnieku vidū atkal atgriežas skolēni, studenti un skolotāji (sk. 2.att.), - tie, no kuriem ir atkarīga Latvija nākotnē.

Esam saņēmuši daudz interesantu jautājumu par dažādām tēmām, no kurām dažas ir atspoguļotas iepriekšējo gadu “ZVD” laidīnos (piemēram, par Latvijas Astronomu biedrību, kalendara jautājumiem, Saules aktivitāti,



2.att. Aptaujā piedalījušos sastāvs pēc nodarbošanās. Citu vidū ārsts, bibliotekārs, celtnieks, datorspeciālists, dārzkopis, filologs, ģeodēzists, inženieris, kurinātājs, mūrnieks, operators, sakarnieks, šoferis, veterinārs, virpotājs, pensionēts skolotājs un daudzu citu amatu pratējs.

Visuma nākotni u.c., - starp citu daudzus iepriekšējo gadu numurus vēl ir iespējams pie mums iegadāties), pārējo ierosināto tēmu parādu centisimies iespēju robežās pamazām deldēt tuvākajā nākotnē.

Jūs bieži vēlaties arī mūsu komentāru par kādu publikāciju presē, taču tur mēs maz ko varam līdzēt, jo tikai paši žurnālisti var pateikt, ko viņi ar tādu vai citādu apgalvojumu ir gribējuši paust. Pašlaik informācija par Visumā noritošiem procesiem un kosmosa pētniecību ir plaši pieejama internetā, tiesa, - svež-

valodā, arī no nenosakāmas izcelsmes un līdz ar to nenosakāmas autoritātes avotiem, un žurnālisti, nepārziņot ne jautājumu, ne speciālo terminoloģiju, tulkojot šo to ne reti sajauc, un mums tagad valdošās zinātnes (un eksakto zinātņu ipaši) nolieguma politikas iespaidā praktiski ir neiespējami iekļūt preses slejās ar atbildīgiem, t.i., uz autoritatīviem zinātniskiem izdevumiem balstītiem tās vai citas problēmas izklāstiem un skaidrojumiem (mēģinājumi ir bijuši vairāki). Šeit varbūt varētu ko mainīt tikai Jūs - lasītāji, adresējot jautājumus uz viņu publikācijām pašiem preses izdevumiem.

Arī jautājumā par "Zvaigžņotās Debess" izplatīšanu caur novadu pilsētu grāmatniecām esam bezspēcīgi, jo veikali gadalaiku izdevumu izvairas ņemt. Te tāpat tikai lasītājs varbūt varētu ko mainīt.

25.martā "Zvaigžņotās Debess" redakcijas kolēģijas locekļi izlozēja laimestus aptaujas dalībniekiem. Populārzinātniskā gadalaiku izdevuma abonementus 1999.gadam laimēja: **Zigurds Grīnfelds** (no Skrīveriem), **Artis Ozoliņš** (no Valmieras), **Miervaldis Pavlovičs** (no Talsu raj.), **Kārlis Skrastiņš** (no Cēsim) un **Staņislavs Streļčs** (no Ludzas raj. Rundāniem). Apsveicam!

Sirsniņi pateicamies par Jūsu atsaucību un laba vēlējumiem. Ar lielu interesi gaidīsim Jūsu atbildes uz aptauju par šī gada "Zvaigžņotās Debess" laidieniem un ierosinājumiem vai piezīmes.

Sekmīgu Jauno gadu visiem visiem - lasītājiem, rakstītājiem, rediģētājiem, izdevejiem un sponsorētājiem! 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

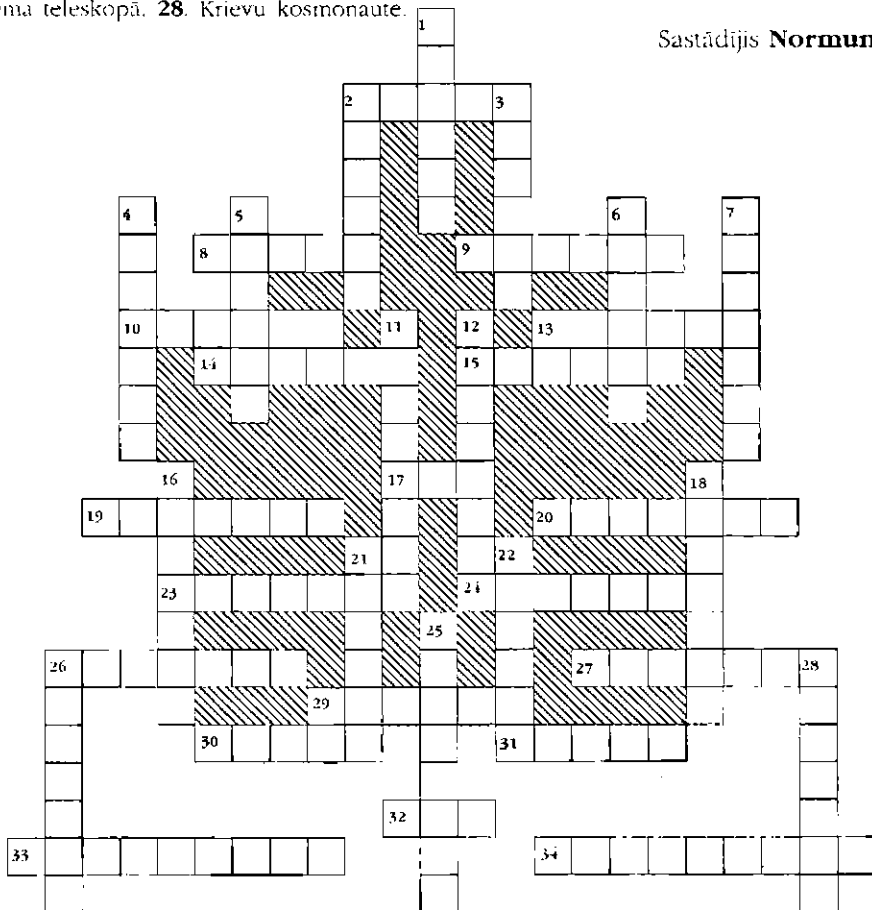
Zemi vēros Triana. Pavadoņi, kas sākot ar nākošā gadsimta sākumu nostāsies Lagranža Saules-Zemes punktā un 24 stundas novēros Saules apspīdēto Zemes daļu (skat. *ZvD 1998 gada vasara 22.lpp*), ir ieguvis vārdu *Triana* - par godu pirmajam Kolumba ekspedīcijas jūrnīkam, kurš ieraudzīja Jauno Pasauli. Tā pētījumu programmā ietilps vizuāli Zemes "pilna diska" novērojumi 24 stundu garumā, kā arī Zemes virsmas un atmosfēras atstarotās un absorbētās enerģijas apjomi. *Triana* ir paredzēts palaist ar *Space Shuttle* kosmoplānu 2000.gada decembrī.

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: 2. Ceturtā Saulei tuvākā planēta. 8. Angļu fiziķis un ķīmiķis, viens no Boila-Mariota likuma atklājējiem. 9. Asteroidu grupa. 10. Liels ziemas zvaigznājs. 13. Vērša dzinēja zvaigznāja latīniskais nosaukums. 14. Augstākais kalns Saules sistēmā. 15. Mēness krāteris, nosaukts amerikāņu astronoma vārdā. 17. Auna zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). 19. Saules fotosfēras "šūniņa". 20. Neliels tumšs un blīvs miglājs. 23. Nespidošs miglājs. 24. Planēta ar lielāko saplakumu. 26. Urāna pavadoņi, arī Šekspīra lugas varone. 27. Zvaigznājs, kam nosaukumu devis J. Hevelījs. 29. Mazā planēta, arī latviešu astronoms. 30. Vācu filozofs, Saules sistēmas veidošanās hipotēzes autors. 31. Zvaigzne latīniski. 32. Dienvidu Trijstūra latīniskais nosaukums (*saisināti*). 33. Maiņzvaigžņu grupa. 34. Elipsoidālas formas galaktika.

Stateniski: 1. Plutona pavadoņi. 2. Zemes pavadoņi. 3. Jupitera pavadoņi. 4. PSRS automātiskais lunomobilis. 5. Planētas centrālā daļa. 6. Pazīstama maiņzvaigzne Persejā. 7. Urāna pavadoņi. 11. Mēness krāteris, nosaukts baltvācu ķīmiķa, fizikālās ķīmijas pamatlicēja vārdā. 12. Difūzie miglāji. 16. Mazās planētas Idas pavadoņi. 18. Neitronu zvaigzne, kas izstaro šaurus kūlus. 21. Pirmā maiņzvaigžņu kataloga autors (1786). 22. Neptūna pavadoņi. 25. Aktīvo galaktiku tips. 26. Neliela lēcu sistēma teleskopā. 28. Krievu kosmonaute.

Sastādījis **Normunds Bite**



ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1998./99. GADA ZIEMĀ

Astronomiskā ziema 1998.gada sāksies 22. decembrī plkst. 3^h50^m. Šajā brīdī Saule ietēs Mežāža zodiaka zīmē (♄) un tai tad būs maksimālā negatīvā deklinācija. No šī brīža tā sāks pieaugt. Tāpēc šo notikumu sauc arī par ziemas saulgriežiem, kuriem jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudzu tautu dzīves ritmā.

1998./99.gadā astronomiskā ziema beigsies 21.martā plkst. 3^h46^m, kad Saule nonāks pavasara punktā un ietēs Auna zodiaka zīmē (♈). Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi gara. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju.

1999.gada 3.janvārī plkst. 15^h Zeme atradīsies vistuvāk Saulei (perihēlijā) – 0.98328 astronomiskās vienības.

Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir bagāti ar spožām zvaigznēm. Sevišķi šajā ziņā izceļas skaistākais debesu zvaigznājs Orions. Viegli atrodamas un izteiksmīgs ir arī Vērša, Vedēja, Perseja, Dviņu, Lielā Suņa un Maza Suņa zvaigznājs. T.s. ziemas trijstūri veido trīs pirmā lieluma zvaigznes – Sīriuss (Lielā Suņa α), Procioms (Maza Suņa α) un Betelgeize (Oriona α). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas valējās zvaigžņu kopas – Hiiādes un Plejādes (Sietiņš).

Ar optikas palīdzību var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: Oriona miglāju M 42–43 (Oriona zvaigznājā); valējo zvaigžņu kopu M 37 (Vedēja zvaigznājā); valējo zvaigžņu kopu M 35 (Dviņu zvaigznājā); Rozetes miglāju (Vienradža zvaigznājā); zvaigžņu kopu NGC 2244 (Vienradža zvaigznājā); valējo zvaigžņu kopu M 48 (Hīdras zvaigznājā); valējo zvaigžņu kopu M44 (Veža zvaigznājā).

Zvaigžnotās debess izskats šoziem kopā ar planētām parādīts 1., 2. un 3. attēlā.

PLANĒTAS

Ap Ziemassvētkiem **Merkuram** būs diezgan liela rietumu elongācija (21°) un spožums (-1^m,1). Tāpēc tad un līdz decembra beigām to varēs novērot īsu brīdi pirms Saules lektā ļoti zemu pie horizonta dienvidaustrumu puse.

4.februārī Merkurs nonāks augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tas). Tāpēc janvārī un gandrīz visu februārī tas nebūs novērojams.

3.martā Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (18°). Tas noteiks to, ka pašās februāra beigās un marta sākumā Merkurs būs novērojams vakaros, tūlīt pēc Saules rīta zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē (*sk. 1.att.*). Visai liels bus arī **planētas** spožums (1.marta – 4^m,6).

16.janvārī plkst. 19^h Mēness paies garām 4° uz augšu, 17.februārī plkst. 4^h mazāk nekā 0.5° uz leju un 17.martā plkst. 22^h 7° uz leju no Merkura.

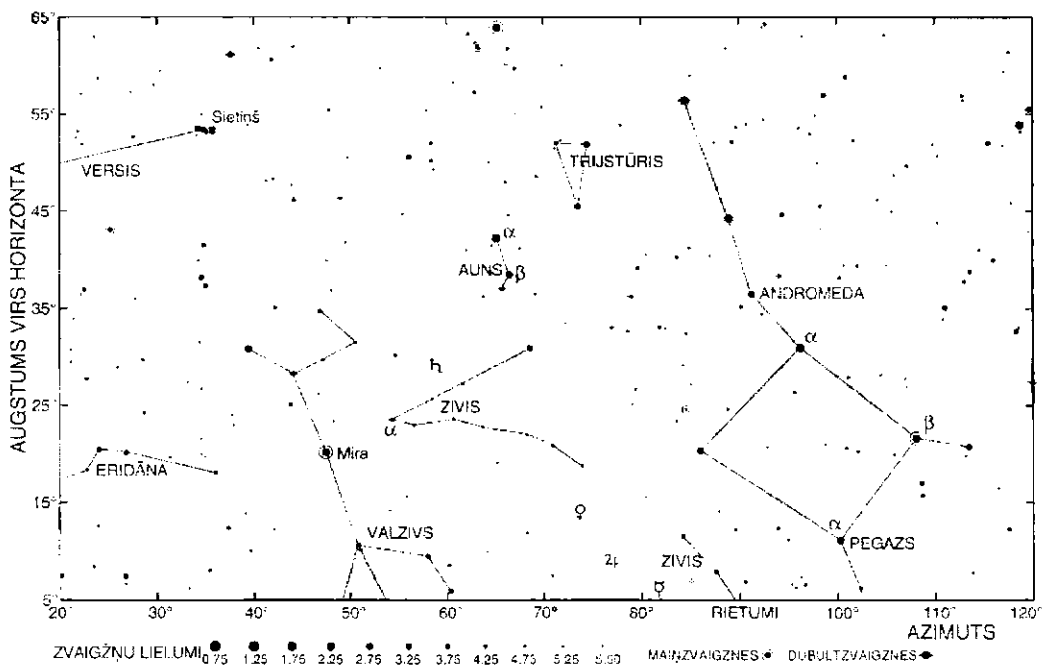
Pašā ziemas sākumā **Venērai** būs maza austrumu elongācija. Tāpēc gandrīz līdz janvāra vidum tā praktiski nebūs novērojama.

Venēras redzamības apstākļi visu ziemu uzlabosies. Tāpēc jau ap janvāra vidu to varēs mēģināt ieraudzīt tūlīt pēc Saules rīta ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tās spožums tad būs -3^m,9.

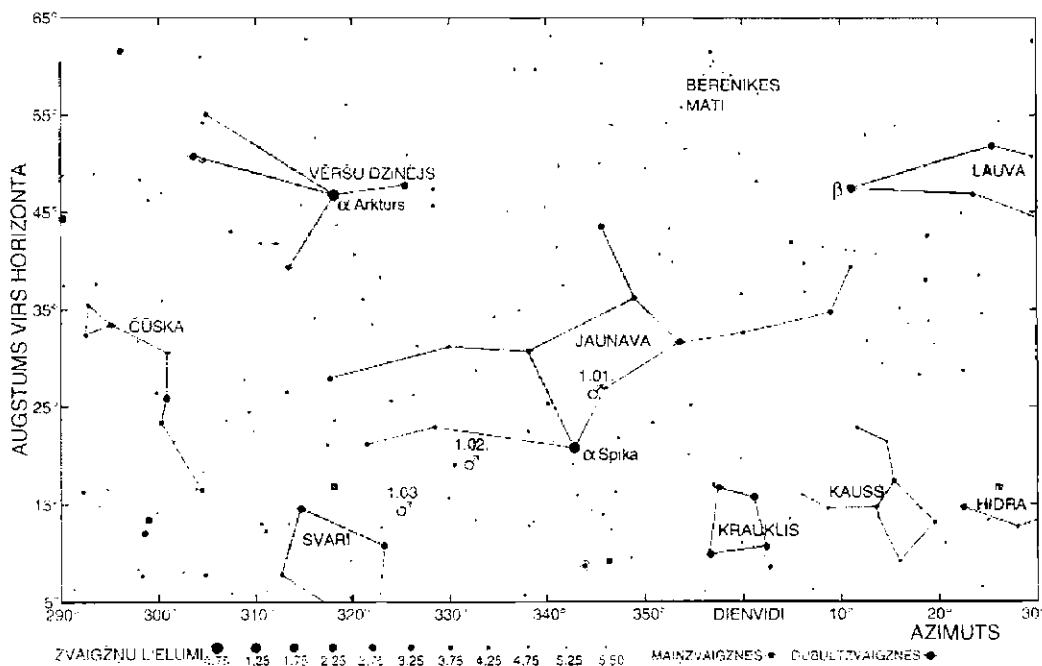
Pavisam labi novērojama Venēra kļūs februāra beigās, kad austrumu elongācija sasnies 29° un spožums būs -4^m,0 (*sk. 1.att.*).

Tā kā austrumu elongācija visu laiku pieaugs, tad pavasara beigās Venēra jau būs ļoti labi redzama ilgāku laiku pēc Saules rīta rietumu pusē.

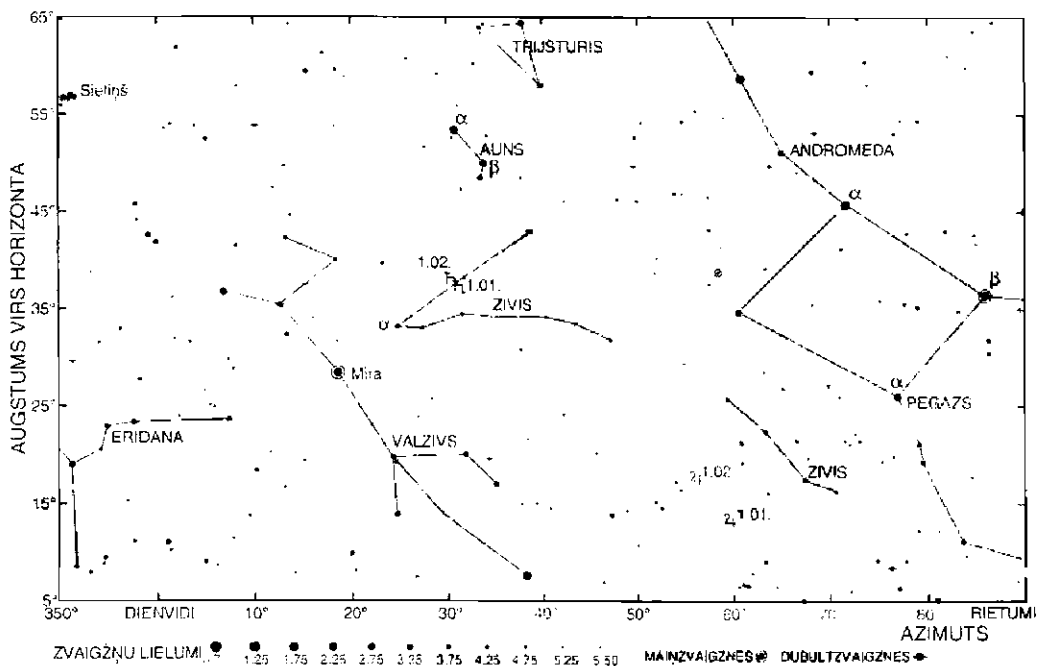
19.janvārī plkst. 10^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 18.februārī plkst. 8^h 2° uz leju un 20.martā plkst. 4^h 5° uz leju no Venēras.



1.att. Merkurs, Venēra, Jupiters un Saturns 1.martā plkst. 19^h00^m



2.att. Marss 1.janvārī plkst. 6^h00^m, 1.februārī plkst. 4^h00^m un 1.martā plkst. 2^h10^m



3.att. Jupiters un Saturns 1.janvārī plkst. 21^h00^m un 1.februārī plkst. 19^h00^m

Ziemas sākumā un līdz pat februāra vidum **Marss** atradīsies Jaunavas zvaigznājā. Šajā laikā tā spožums pieaugs no +1^m,2 līdz +0^m,2 un tas būs ļābi redzams nakts otrajā pusē.

Februāra vidū **Marss** pāries uz Svaru zvaigznāju, kur arī atradīsies līdz ziemas beigām (sk. 2.att.). Tā spožums un redzamības ilgums visu laiku palielināsies. Marta vidū tas būs novērojams lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas, un tā spožums šajā laikā jau būs -0^m,6.

9.janvārī plkst. 22^h Mēness pāies garām 3° uz augšu, 7.februārī plkst. 6^h 3° uz augšu un 7.martā plkst. 5^h 3° uz augšu no Marsa.

Ziemas sākumā un janvārī **Jupiters** būs ļābi redzams vairākas stundas pēc Saules rieta dienvidu, dienvidrietumu pusē kā -2^m,3 spožuma objekts (sk. 3.att.).

Februārī tā redzamības intervāls vakaros samazināsies un spožums būs -2^m,1. Marta sākumā **Jupiters** vēl būs novērojams īsu brīdi pēc Saules rieta zemu pie horizonta dienvidrietumu, rietumu pusē (sk. 1.att.). Sakot apmēram ar 10.martu, tas vairs nebūs novē-

rojams mazās austrumu elongācijas dēļ.

Ziemas sākumā **Jupiters** atradīsies tuvu pie Ūdensvīra un Zivju zvaigznāju robežas. Sakot apmēram ar janvāra vidu, un līdz pat ziemas beigām tas būs meklējams Zivju zvaigznājā tuvu pie robežas ar Valzivs zvaigznāju.

25.decembrī plkst. 12^h Mēness pāies garām 1° uz leju, 22.janvārī plkst. 1^h 2° uz leju, 18.februārī plkst. 18^h 2° uz leju un 18.martā plkst. 13^h 3° uz leju no Jupitera.

Ziemas sākumā un janvāra pirmajā pusē **Saturns** bus ļābi redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums šajā laikā bus +0^m,2 (sk. 3.att.).

Saturna novērošanas apstākļi visu laiku pasliktināsies. Janvāra otrajā pusē un februāra sākumā tas būs novērojams nakts pirmajā pusē. Februāra otrajā pusē un marta sākumā redzamības intervāls bus vairākas stundas pēc Saules rieta (sk. 1.att.).

Pašās ziemas beigās **Saturns** būs redzams vairs tikai neilgu laiku pēc satumšanas kā +0^m,3 spožuma spīdeklis.

Gandrīz visu ziemu Saturns atradīsies Zivju zvaigznājā tuvu pie robežas ar Auna zvaigznāju. Tikai pašās ziemas beigās tas pāries uz Auna zvaigznāju.

28.decembrī plkst. 1^h Mēness paies garām 2° uz leju, 24.janvārī plkst. 8^h 2° uz leju, 20.februārī 17^h 3° uz leju un 20.martā plkst. 5^h 3° uz leju no Saturna.

Pašā ziemas sākumā **Urāns** vēl būs novērojams īsu brīdi pēc Saules rieta, ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu puse. Ta spēžums šajā laikā būs +5^m,9.

2.februārī Urāns būs konjunkcijā ar Sauli.

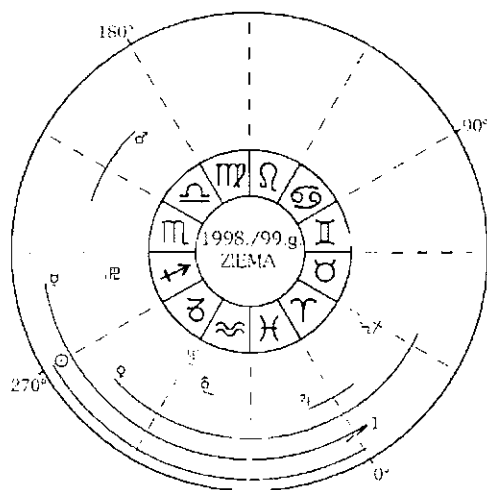
Tāpēc gandrīz visu janvāri un februāri tas nebūs redzams.

Marta vidū Urāna rietumu elongācija sasnies jau 40°. Tomēr arī šajā laikā tas praktiski nebūs novērojams, jo lēks gandrīz reizē ar Sauli.

Visu ziemu Urāns atradīsies Mežāža zvaigznājā.

22.decembrī plkst. 13^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 18.janvārī plkst. 22^h 2° uz augšu, 15.februārī plkst. 9^h 1° uz augšu un 14.martā plkst. 22^h 1° uz augšu no Urana.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 4. attēlā.



4. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 22. decembrī plkst. 0^h, beigu punkts 21. martā plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām: simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

- | | |
|-------------|--------------|
| ☿ – Merkurs | ♀ – Venēra |
| ♂ – Marss | ♃ – Jupiters |
| ♄ – Saturns | ♅ – Urans |
| ♆ – Neptūns | ♇ – Plutons |

1. – 10. marts 11^h.

KOMĒTAS

Komēta C/1998 M5 (LINEAR)

Ši šogad atklārā komēta ar visai īpatnējo orbītu 1999.gada 24.janvārī nonāks perihēlijā. Tāpēc šoziem to būs iespējams novērot ar labiem binokļiem vai nelieliem teleskopiem. Izdevīgi būs tas, ka tā būs redzama visu nakti, jo visas ziemas garumā būs nenorietošs objekts. Ziemas sākumā un līdz janvāra vidum tā atradīsies Liras zvaigznajā. Decembra beigās

komēta atradīsies visai tuvu Vegai (Liras α). Pēc tam līdz februāra sākumam tā atradīsies tuvu pie Gulbja un Pūķa zvaigznāju robežas, kad pāries uz Pūķa zvaigznāju, kur atradīsies līdz marta sākumam. Interesanti, ka ap marta vidū komēta atradīsies tikai dažu grādu attālumā no Polārzvaigznes. Pēc tam to vares meklet Žirafes zvaigznājā.

Komētas efemerida ir šāda (0^h U.T.):

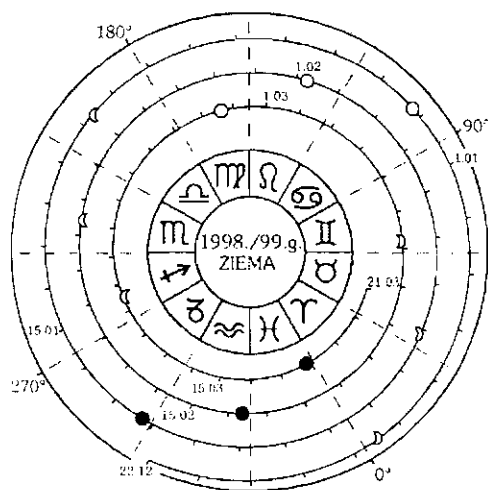
Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
28.12.	18 ^h 54 ^m	+40°17'	1.976	1.779	10.0
7.01.	19 00	+43 03	1.919	1.757	9.9
17.01.	19 06	+46 41	1.848	1.745	9.8
27.01.	19 13	+51 21	1.768	1.743	9.7
6.02.	19 21	+57 12	1.686	1.750	9.6
16.02.	19 29	+64 21	1.611	1.766	9.5
26.02.	19 38	+72 49	1.555	1.792	9.5
8.03.	19 49	+82 24	1.528	1.827	9.5
18.03.	07 39	+87 20	1.541	1.869	9.7

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 30.decembrī plkst. 20^h; 26.janvārī plkst. 23^h; 20.februārī plkst. 16^h; 20.martā plkst. 2^h.

Apogejā: 11.janvārī plkst. 14^h; 8.februārī plkst. 11^h; 8.martā plkst. 7^h.



5. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 17. janvārī plkst. 17^h46^m; 16. februārī plkst. 8^h39^m; 17. martā plkst. 20^h48^m.
- ☾ Pirmais ceturksnis: 26. decembrī plkst. 12^h46^m; 24. janvārī plkst. 21^h15^m; 23. februārī plkst. 4^h43^m.
- Pilns Mēness: 2. janvārī plkst. 4^h49^m; 31. janvārī plkst. 18^h06^m; 2. martā plkst. 8^h58^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 9. janvārī plkst. 16^h22^m; 8. februārī plkst. 13^h58^m; 10. martā plkst. 10^h40^m.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (sk. 5.att.)

23.decembrī	23 ^h 46 ^m	Zivis (♉)
26.decembrī	5 ^h 04 ^m	Aunā (♈)
28.decembrī	8 ^h 05 ^m	Vērsī (♈)
30.decembrī	9 ^h 23 ^m	Dvīņos (♊)

1.janvārī	10 ^h 16 ^m	Vēzi (♋)
3.janvārī	12 ^h 32 ^m	Lauvā (♌)
5.janvārī	17 ^h 50 ^m	Jaunavā (♍)
8.janvārī	2 ^h 53 ^m	Svaros (♎)

10.janvāri	14 ^h 49 ^m	Skorpionā (♏)	16.februāri	13 ^h 40 ^m	Zivis (♐)
13.janvāri	5 ^h 24 ^m	Strēlnieka (♐)	18.februāri	17 ^h 07 ^m	Aunā (♈)
15.janvāri	14 ^h 29 ^m	Mežazī (♉)	20.februāri	19 ^h 30 ^m	Vērsi (♈)
17.janvāri	23 ^h 12 ^m	Ūdensvira (♊)	22.februāri	21 ^h 54 ^m	Dvīņos (♊)
20.janvāri	5 ^h 41 ^m	Zivis (♐)	25.februāri	1 ^h 09 ^m	Veži (♎)
22.janvāri	10 ^h 26 ^m	Aunā (♈)	27.februāri	5 ^h 45 ^m	Lauvā (♌)
24.janvāri	13 ^h 53 ^m	Vērsi (♈)	1.martā	12 ^h 05 ^m	Jaunavā (♍)
26.janvār	16 ^h 30 ^m	Dvīņos (♊)	3.martā	20 ^h 35 ^m	Svaros (♏)
28.janvāri	18 ^h 58 ^m	Veži (♎)	6.martā	7 ^h 23 ^m	Skorpionā (♏)
30.janvāri	22 ^h 16 ^m	Lauva (♌)	8.martā	19 ^h 47 ^m	Strēlniekā (♐)
2.februāri	3 ^h 38 ^m	Jaunavā (♍)	11.martā	7 ^h 54 ^m	Mežazī (♉)
4.februāri	11 ^h 56 ^m	Svaros (♏)	13.martā	17 ^h 32 ^m	Ūdensvirā (♊)
6.februari	23 ^h 07 ^m	Skorpionā (♏)	15.martā	23 ^h 31 ^m	Zivis (♐)
9.februari	11 ^h 39 ^m	Strēlnieka (♐)	18.marta	2 ^h 14 ^m	Aunā (♈)
11.februāri	23 ^h 10 ^m	Mežazī (♉)	20.martā	3 ^h 09 ^m	Vērsi (♈)
14.februār	7 ^h 57 ^m	Ūdensvirā (♊)			

APTUMSUMI

Pusēnas Mēness aptumsums 31. janvāri.

Šī aptumsuma laikā Mēness pilnībā ieies Zemes pusēnā. Interesanti bus tas, ka maksimālās fāzes brīdī Mēness diska viena mala pieskaršies Zemes ēnai. Tieši tad arī būs labi samanāms šīs malas satumsums. Turpretī aptumsuma sākums un beigās praktiski nebūs pamanāmi.

Aptumsums būs redzams Āzijā, Austrālījā un Austrumeiropā. Latvijā būs redzams gandrīz viss aptumsums, izņemot tā sākumu. Ta norise būs šāda:

Aptumsuma sākums –	16 ^h 04 ^m ,
Mēness lēkts Rīgā –	16 ^h 45 ^m ,
Saules riets Rīgā –	16 ^h 49 ^m ,
Maksimālā fāze –	18 ^h 17 ^m ,
Aptumsuma beigās –	20 ^h 31 ^m .

Gredzenveida Saules aptumsums 16. februāri.

Šis aptumsums būs redzams Indijas okeāna dienvidu daļā un Austrālījā. Ka daļējs tas būs novērojams Indijas okeānā, Indonezijā un Austrālījā. Latvijā nebūs novērojams.

METEORI

Ziemā ir novērojama viena stipra meteoru plusma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laika no 1. līdz 5.janvārim. 1999. gada maksimums gaidāms 4. janvārī plkst. 1^h. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā. 🌠

Rudens numurā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 2. Neptūns. 4. Meteor. 6. Orbits. 8. Sūknis. 10. Edisons. 12. Nūtons. 14. Simfonie. 16. Plejona. 22. Saross. 23. Snella. 24. Altiacensijs. 27. Sojuz. 28. Pūķis. 33. Ķirzaka. 34. Miranda.

Stateniski: 1. Cetīdas. 2. Nor. 3. Sco. 5. Epsilons. 7. Tanners. 9. Kodols. 10. Enīfs. 11. Slodze. 13. Orbits. 14. Stokss. 15. Flokuļa. 17. Janskis. 18. Akmens. 19. Zauraks. 20. Pericentrs. 21. Doplers. 25. Aurora. 26. Scutum. 29. Hidalgo. 30. Oberons. 31. Arago. 32. Indus.

PIRMO REIZI "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

JĀNIS SIMANOVIČS – Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 10. klases skolnieks, Jauniešu Astronomijas kluba prezidents, Latvijas Astronomijas biedrības biedrs. Galvenās intereses: astronomija, bioloģija (sevišķi – mikrobioloģija), kā arī matemātika un vēsture. Pēc skolas beigšanas iecerējis studēt astronomiju Latvijas Universitātē.



ANDRIS VĒJĀNS – dzejnieks (*istajā vārdā – Donāts Kalnačs*), dzimis 20.IV.1927. Nirzas pagasta Vārslavā. Mācījies Dubuļu un Nirzas pamatskolā, Ludzas ģimnāzijā, beidzis Latvijas Valsts pedagoģiskā institūta Latviešu valodas un literatūras fakultāti. Pēc studijām 39 gadus (1950–1989) strādājis žurnāla "Karogs" redakcijā, 22 no tiem bijis Rakstnieku savienības izdevuma galvenais redaktors. Literārās gaitas sācis kara laikā Rēzeknes un Daugavpils laikrakstos, nekad nav aizmirsis dzimto pusi. Tās daba, vēsture, cilvēku likteņi atspoguļojas daudzajos dzejoļu un prozas krājumos – blakus pasaules ceļos gūtajiem iespaidiem. Jaunākās grāmatas – "*Latgales rakstu gaisma*"

(1996) esejās parāda novada preses un rakstniecības izaugsmi, "*Krustceļu vējos*" (1995) dzejoļi atbalso autora mūsdienu izjūtas, viņa 33 mūža atspulgi dzejā un dzīves ievadstāsts apkopoti apgāda "*Likteņstāsti*" publikācijā (1997). Latgaliskā proza un lirika apvienota izlasēs "*Latgolas mozaika*" (1992) un "*Rāzņas krūze*" (1997). A. Vējāns tulkots vairākās valodās, pats atdzejojis baltkrievu, čehu, krievu, lietuviešu, ukraiņu u. c. tautu dzejnieku darbus.

Pateicība

Latvijas Astronomijas biedrība pateicas **SIA "Projekts XXI"** un tās prezidentam **Jānim Kauliņam** par ieguldīto darbu "Zvaigžņotās Debess" publikāciju datu bāzes izveidē.

Lasītāju ievēribai

Internetā ir pieejami visu "Zvaigžņotās DEBESS" laidienu satura rādītāji un vāku attēli.

Adrese: <http://www.astr.lv/zvd/saturs.htm>

Ja vēlaties iegādāties iepriekšējo gadu numurus, dariet to zināmu pa tālruni 7 223149 vai uz adresēm: astra@latnet.lv

Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586.

Redakcijas kolēģija

CONTENTS

- “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** “Rotation of the Earth” by *L. and I. Roze (abridged)*
DEVELOPMENTS IN SCIENCE Magellanic Clouds in the Foreground (*concluded*). *Z. Alksne*. Why do the Stars Twinkle? *D. Draviņš*
NEWS Unusual Star Cluster in the Galactic Centre. *U. Dzērviņis*. Black Holes or Q-Stars? *A. Balklavs*
Once More on the Void-Full Building of the Universe. *Z. Alksne, A. Alksnis*
SPACE RESEARCH AND EXPLORATION Experimental Spacecraft DS1. *J. Jaunbergs*. Orbital Observatories of Tomorrow (*concluded*). *I. Vilks*
SCIENTISTS ARE DISCUSSING IAU Symposium 191 “Asymptotic Giant Branch Stars”. *L. Začs*
SCIENTIST AND HIS WORK Martin Schwarzschild: 31.V.1912.- 10.IV.1997. *U. Dzērviņis*
LATVIAN SCIENTISTS Life Dedicated to Science. *I. Šmelde*
AT SCHOOL The Cosmic Zoo. *I. Vilks*. European Dimension in Astronomy Education. *I. Vilks*. Can Witchcraft Promote Pedagogy? *A. Balklavs*
FOR AMATEURS IRIDIUM Satellites. *J. Šimanovičs*
FLASHBACK Aleksandrs Mičulis – Astronomer, Gastronom, Dissenter. *A. Veģāns, A. Alksnis, Leonīds Roze, L. Kondraševa, Leonora Roze*
CHRONICLE Non-Governmental Organizations of Latvia Meet. *Jānis Kauļiņš*
READERS’ SUGGESTIONS “All Articles Are Read Fully ...” (Summary of a Questionnaire on the Issues of 1997). *I. Pundure*
THE STARRY SKY in the WINTER of 1998/99. *Juris Kauļiņš*

СОДЕРЖАНИЕ

- В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** “Вращение Земли” (по статье Л. и И. Розе)
ПОСТУПЬ НАУКИ Магеллановы Облака на ближнем плане (*окончание*). З. Алксне. Почему мерцают звезды? Д. Дравиньш
НОВОСТИ Необычное скопление звезд в периферии Галактики. У. Дзервицис. Черные дыры или Q-звезды. А. Балклавс. Еще раз о пористом строении Вселенной. З. Алксне, А. Алкснис
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ КОСМОСА Экспериментальный космический аппарат DS 1. Я. Яунбергс. Орбитальные обсерватории завтрашнего дня (*окончание*). И. Вилкс
УЧЕНЫЕ СОВЕЩАЮТСЯ Симпозиум IAU No. 191. “Звезды асимптотической ветви гигантов”. Л. Зачс
УЧЕНЫЙ И ЕГО ТРУД Мартин Шварцшильд: 31.V. 1912. – 10.IV. 1997. У. Дзервицис
УЧЕНЫЕ ЛАТВИИ Жизнь, посвященная науке (памяти Ю. А. Францмана). И. Шмелде
В ШКОЛЕ Космический зверинец. И. Вилкс. Генеральная ассамблея Европейской ассоциации астрономического образования. И. Вилкс. Может ли колдовство способствовать педагогике? А. Балклавс
ЛЮБИТЕЛЯМ Спутники IRIDIUM Я. Шимановичс
ОГЛЯДЫВАЯСЬ НА ПРОШЛОЕ Александрс Мичулис - астроном, астроном, диссидент. А. Веģис, А. Алкснис, Леонидс Розе, Л. Кондрашева, Леонора Розе
ХРОНИКА Встреча негосударственных организаций Латвии. Я. Каульиņш
ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ “Все статьи прочитаны полностью...” (итоги опроса читателей за 1997 год). И. Пундуре
ЗВЕЗДНОЕ НЕБО зимой 1998/99 года. Ю. Каульиņш

THE STARRY SKY, WINTER 1998/99
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Riga, 1998
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1998./99. GADA ZIEMA
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Riga, 1998
Redaktori: *Gundega Saulīte, Ilmārs Birulis*
Datorsalikums: *Jānis Kuzmanis*

APTAUJA PAR "ZVAIGŽŅOTĀS DEBESS" 1998. GADA LAIDIENIEM

1. Jūsprāt interesantākie raksti (autori):

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. Kuras izdevuma nodaļas patika vislabāk?

- a) Amatieriem
- b) Gadalaika astronomiskās parādības
- c) Hronika
- d) Jaunumi
- e) Kosmosa pētniecība un apgūšana
- f) Latvijas zinātnieki
- g) Skolā
- h) Zinātnes ritums
- i) _____

3. Kādā veidā pie Jums nonāk "Zvaigžņotā Debess"?

- a) abonēju; b) pārku (kādā pilsetā?) _____
- c) _____
- d) vēlos iegādāties iepriekšējo gadu "ZvD" laidienus (kādus) _____

4. Vai "Zvaigžņotā Debess" ir atrodama Jūsu pagasta (pilsētas):

- a) bibliotēkā; b) grāmatu veikalā; c) skolā?

5. Vai Jūs vēlētos izplatīt savā apkārtnē (skolā, bibliotēkā, pastā, pagastmajā u.tml.) informācijas lapu par kārtējā "Zvaigžņotās Debess" numura saturu (*lūgums atbildēt arī tiem, kuri to jau dara?*)

Jā (eks. skaits)

LU Bibliotēka



990000069

Karis 1979



Reklāmas kampaņu izstrāde
un realizācija (TV, radio, prese).
Tematisko katalogu izdošana.

Balasta dambis 3

Tālr. 2465887, 2465883

Tālr./faks 7284669, 2465510, 2465318

Mob. tālr. 9512251, 9543775, 9512209

0.45

ISSN 0135-129X

2001

ZVAIGŽNOTĀ
DEBĒS

