

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2006
RUDENS



★ ASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAI – 60

2006/07/16 02:39

★ RIEKSTUKALNĀ ATKLĀTA 71 NOVA

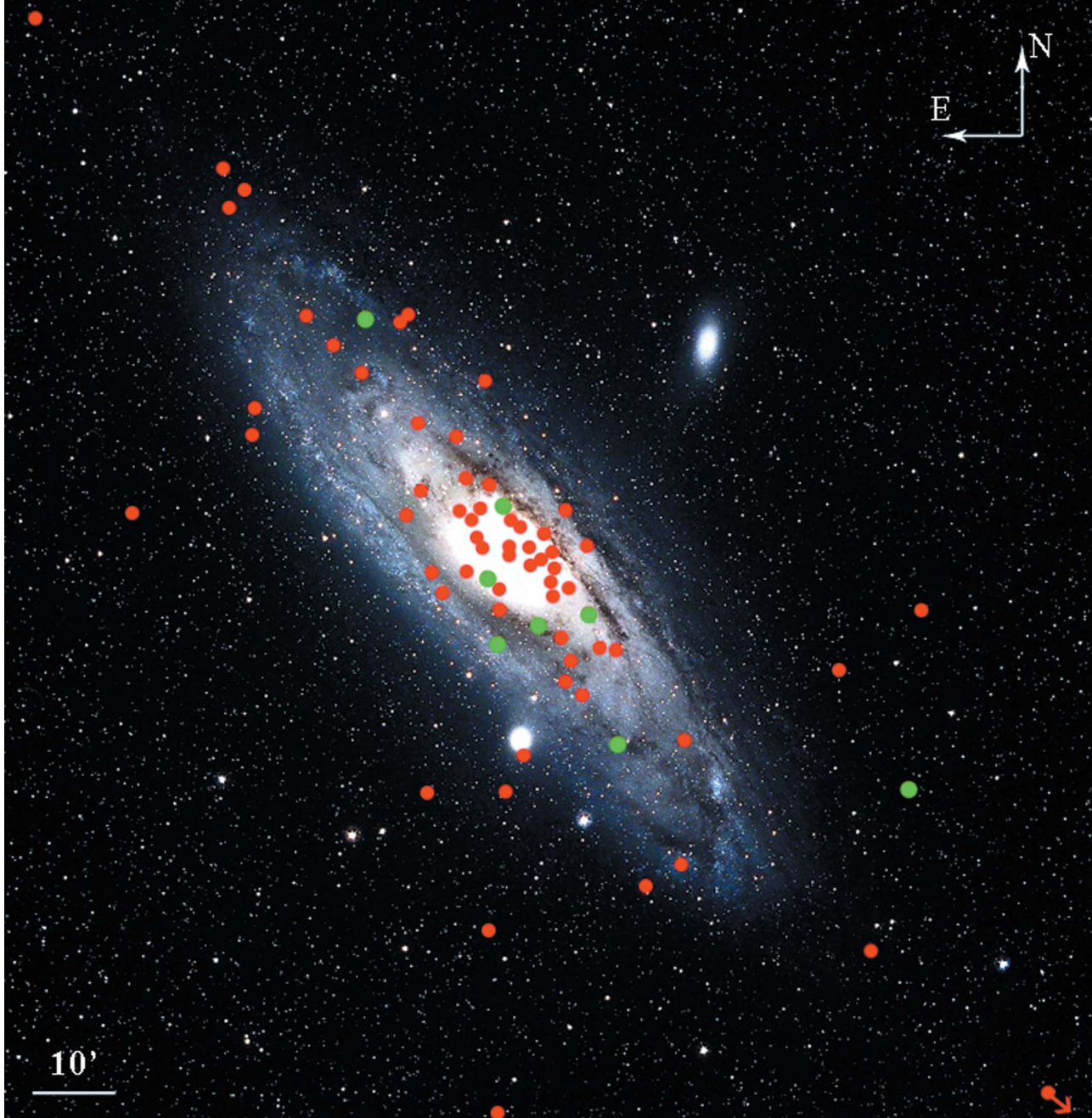
★ STRUVES ĢEODĒZISKIE PUNKTI – PASAULES MANTOJUMS

★ Vai ANTARKTIKA ir PIEMĒROTA ASTRONOMIJAI?

★ PAVADOŅI “REDZ” CO₂ SNIGŠANU uz MARSA

★ Kas NOTIEK MELNĀ CAURUMA IEKŠĀ?

Pielikumā:
ASTRONOMISKAIS KALENĀRS
2007



6. att. Ar Baldones Šmita teleskopu atklāto novu sadalījums Andromedas galaktikā: sarkanie aplīši – A. Alkšņa un A. Šarova atklātās, zaļie – raksta autore atklātās novas.

Sk. O. Smirnovas “Novas – uzliesmojošās zvaigznes”.

Vāku 1. lpp.:

Sudrabainie mākoņi Baldones Riekstukalnā 2^h39^m 2006. gada 16. jūlijā. Skats no kalna aiz “Baltās mājas”. Fotografējis Oskars Paupers ar digitālo kameru *Digimax L50*, ekspozīcija ~13 s.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2006. GADA RUDENS (193)



Redakcijas kolēģija:

Dr. hab. math. A. Andžans (atbild. red. vietn.),
Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš,
Dr. sc. comp. M. Gills, Ph. D. J. Jaunbergs,
Dr. phil. R. Kūlis, I. Pundure (atbild. sekr.),
Dr. phys. L. Roze, Dr. paed. I. Vilks

Tālrunis 7034581

E-pasts: astra@latnet.lv

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

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



Mācību grāmata

Rīga, 2006

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžnotajā Debessī"

Gredzenveida Saules aptumsums 1966.gada 20.maijā.

Planētu saimi var meklēt Herkulesa zvaigznājā2

Zinātnes ritums

Astronomija Antarktīkā. *Andrejs Alksnis*3

Jaunumi

Novas – uzliesmojošās zvaigznes. *Oļesja Smirnova*10

Brūnie punduri uzdod miklas.

Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....15

Sabrūkošās komētas *73P/Schwassmann-Wachmann 3*

dienasgrāmata. *Arturs Barzdis*19

Struves ģeodēziskie punkti – pasaules mantojums.

Jānis Klēmiēks23

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Planetārā superrotācija un Titāna paisuma vēji.

Jānis Jaunbergs32

Saules buras. *Viesturs Kalniņš*.....34

Galaktiskā kosmiskā starojuma

bioloģiskās iedarbības īpatnības. *Arnolds Millers*37

ALOS pirmais attēls - Fudži kalns. *Irena Pundure*.....39

Skolā

Latvijas 2005./2006.mācību gada matemātikas olimpiāžu

uzdevumu atrisinājumi. *Agnis Andžans*40

Marsa tuvplānā

Sausais ledus Marsa mākoņos. *Jānis Jaunbergs*50

Amatieriem

Saules sistēmas apgūšanas problēmas. *Viktors Ustimenko*55

Vēlreiz par 2006.gada 29.marta pilnā Saules

aptumsuma novērojumiem. *Mārtiņš Gills*.....59

Tautas garamantas

Tautasdziesmas – dzīvesziņas likumu krātuve.

Natālija Cimaboviča.....62

Atskatoties pagātnē

Latvijas Zinātņu akadēmijai jubileja: ZA Observatorija

(1946-1996) (*nobeig.*). [Arturs Balklavs-Grinbofs].....67

Galvenā ar ZA Observatorijas vēsturi saistītā

BIBLIOGRĀFIJA.....75

Hronika

Astrofizikas observatorijai 60 gadu.

Andrejs Alksnis, Irena Pundure77

Gribi notici, negribi – ne

Jaunumi Līgatnes meteorīta sakarā (*nobeig.*).

Imants Jurgītis85

Ierosina lasītājs

Planētu aprīņkošanas periodu harmoniskais sadalījums.

Evalds Hermanis, Dmitrijs Docenko91

Jautā lasītājs

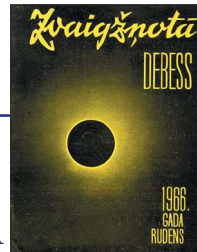
Kas notiek melnā cauruma iekšā? *Dmitrijs Docenko*94

Interesanta parādība. *Andrejs Alksnis*.....95

Zvaigžnotā debess 2006.gada rudenī. *Juris Kauliņš*97

Pielikumā: Astronomiskais kalendārs 2007

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"



GREDZENVEIDA SAULES APTUMSUMS 1966.GADA 20.MAIJĀ

Radioteleskopi novēro Saules aptumsumu. 1966. gada 20. maijā gredzenveida Saules aptumsums Latvijā bija novērojams kā daļējs. Radioastronomiem arī daļējie aptumsumi nav mazāk vērtīgi kā pilnie. Viņi izmanto Saules aptumsumus, lai mazinātu savu teleskopu galveno nepilnību – mazo izšķiršanas spēju. Radioteleskopu antenu diagrammas parasti ir krietni vien lielākas par visu Sauli, tāpēc instruments reģistrē visas Saules radiostarojuma plūsmu kopā. Iegūstot savā rīcībā Saules radioviļņu plūsmas pierakstu uz pašrakstītāja lentes, radioastronomi nekad nevar droši pateikt, kurš Saules apvidus devis attiecīgo līmeņa pieaugumu. Toties aptumsuma laikā, Mēnesim pakāpeniski pārklājot Saules apvidus citu pēc cita, radioteleskops reģistrē radioviļņu plūsmu tikai no atklātajām Saules diska daļām. Šādu uzdevumu bija sprauduši arī Riekstukalna Saules pētnieki. Tika nolemts aptumsumu novērot ar diviem radioteleskopiem – vienu, kas darbojas 1,26 m viļņu garumā, ar parabolisku antenu un otru, kas darbojas 1,37 m viļņu garumā, ar sinfāzu daudzdioplu antenu.

Saules aptumsuma novērojumi Baldonē. Tā kā aptumsuma maksimālā fāze iestājās ap pusdienas laiku ($12^{\text{h}}56^{\text{m}}$), Saule bija augstu un novērošanas apstākļi – izdevīgi. Zinātņu akadēmijas Observatorijā Riekstukalnā aptumsuma sākuma brīdī ($11^{\text{h}}46^{\text{m}}07^{\text{s}}$), t. i., pirmā kontakta laikā, Saulei pāri slidēja mākoņi, caur kuriem tomēr bija saskatāmas Saules plankumu trīs grupas. Vislielākās aptumsuma fāzes (0,56) momentā bija jūtama neliela apgaismojuma samazināšanās, termometrs saulainā vietā šajā laikā uzrādīja temperatūras samazināšanos par trim grādiem salīdzinājumā ar aptumsuma sākumu.

Amatieri novēro Saules aptumsumu. Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības (VAĢB) Latvijas nodaļas (LN) biedri 20. maijā novēroja Saules aptumsumu tā centrālajā joslā – Ziemeļkaukāzā pie Maikopas, Rīgā un Siguldā. Šoreiz redzamās Saules malas platums bija dažas loka sekundes daļas, tāpēc gredzenveida fāze Maikopā ilga tikai nedaudz vairāk par trim sekundēm. Pie Planetārija Rīgā tika organizēti Saules aptumsuma demonstrējumi, ar teleskopu projicējot Saules attēlu uz ekrāna. Aptumsumam varēja sekot simtiem Planetārija apmeklētāju un garāmgājēju. Daudzi no tiem Saules aptumsumu novēroja pirmoreiz. VAĢB LN observatorija Siguldā visā aptumsuma laikā bija atvērta apmeklētājiem, tā ka pavisam aptumsumu novēroja ap 200 cilvēku, tostarp daudz bērnu. Vienlaikus bija organizēti LVU Fizikas un matemātikas fakultātes IV kursa studentu pedagoģiskās grupas praktiskie darbi astronomijā.

(Saisināti pēc N. Cimabovičs, A. Alkšņa, M. Dīriņa raksta 1.–8. lpp.)

PLANĒTU SAIMI VAR MEKLĒT HERKULESA ZVAIGZNĀJĀ

Saskaņā ar debess mehānikas likumiem galvenā pazīme, pēc kuras spriežam par planētu klātūtni, ir zvaigznes rotācijas ātrums. Planētas meklējamas pie lēni rotējošām zvaigznēm, kuras daļu sava rotācijas momenta atdevušas planētām. Pie tādām zvaigznēm pieder arī mūsu Saule – dzeltenais punduris ar spektru 9d. Taču Saulei piemīt vēl viena svarīga īpatnība – uz tās laiku pa laikam notiek uzliesmojumi. Pastāv uzskats, ka tos izraisa planētu gravitācijas spēku ietekme uz Saules jonizēto vielu. Saulei uzliesmojumi vislabāk novērojami ierosinātā ūdeņraža sarkanās H α līnijas gaismā. Tomēr ir zināmi vēl trīs dzeltenie punduri, kuriem arī novēroti uzliesmojumi, taču kālija gaismā. Kālija uzliesmojumus zvaigznei *Herc 4* konstatēja tikai nesen.

(Saisināti pēc N. Cimabovičs raksta 20.–21. lpp.)

ANDREJS ALKSNIS

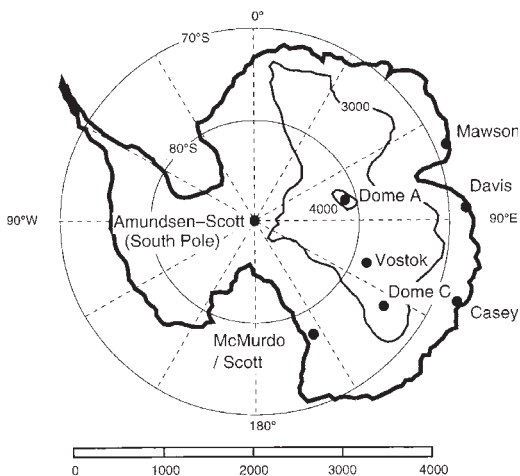
ASTRONOMIJA ANTARKTIKĀ

Astronomijas observatorija Antarktīkā? Kāpēc dzīties uz tik tālo un auksto pasaules daļu, lai pētītu debess spīdekļus? Tā droši vien jautās lasītājs, it īpaši, ja viņam ir kāds priekšstats par Antarktīkas pētnieka britu kapteiņa Roberta Skota (*Robert Falcon Scott*; 1868–1912) grupas traģisko atceļu no Dienvidpola 1912. gada janvārī–martā vai arī viņš zina nosaukumu “*Sniegavētru dzimtene*”, kādu cits Antarktīkas pētnieks Duglass Mosons (*Sir Douglas Mawson*; 1882–1958) devis grāmatai, kurā aprakstīta viņa vadītā Austrālāzijas 1911.–1914. gada Antarktīkas ekspedīcija.

Taču jau pirmās Dienvidpola ekspedīcijas rosināja astronomus cerēt, ka Antarktīdas le-

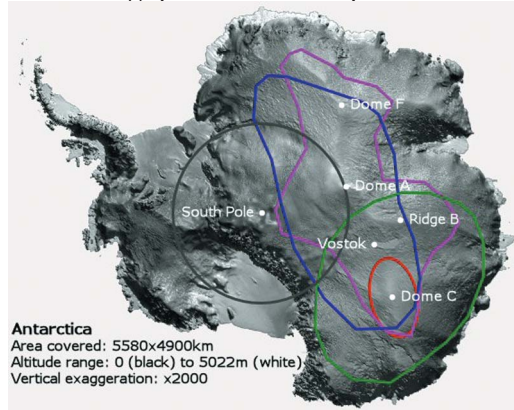
pus plato varētu būt izdevīga vieta astronomiskiem novērojumiem sausā un aukstā augstkalnu klimata dēļ. Vai te nav pretrunas? Nē, jo klimats Antarktīkas piekrastes apgabalos ir stipri atšķirīgs no klimata tās iekšienē.

Zvaigžņu un citu debess spīdekļu novērošanu kavē ne tikai mums pierastie mākoņi un migla, bet arī Zemes atmosfēras sīkie putekliši, molekulas (piem., ūdens tvaiki) un atomi, kas izkļiedē un absorbē uz teleskopu nākošo spīdekļa starojumu, pavājinot to, turklāt arī nevēlami padarot gaišāku debess fonu. Zemes atmosfēras blīvuma nevienādība un virmošana padara neasākus, neskaidrākus zvaigžņotās debess uzņēmumus. An-



1. att. Antarktīdas shēma. Iezīmēti ledus plato augstākie pacēlumi jeb kupoli *Dome A* un *Dome C*, 3000 m un 4000 m augstuma līnijas un dažu polārpētniecības staciju vietas.

Publ. Astron. Soc. Australia – PASA, vol. 13.



2. att. Antarktīkas reljefa karte. Rozā līnija ietver apgabalu, kur ledus plato augstums ir lielāks par 3000 m vjl., sarkanā – apgabalu, kur virsmas slīpums nepārsniedz 1/1000, zilā – apgabalu, kur sasnieg mazāk par 5 g/cm² gadā, zaļā – apgabalu, kur polārblāzmu ovāls ir zem horizonta, melnā – apgabalu, kur neredz ģeostacionāros pavadoņus.

www.gdargand.net/Antarctica

tropogēnie jeb cilvēku radītie traucējumi astronomiskai novērošanai gaismas diapazonā ir arī pilsētu ielu un ceļu apgaismojums, reklāmu un izklaides pasākumu ugunis un citi gaismas avoti. Tāpēc mūsdienu lielos teleskopus uzstāda augstkalnu observatorijās, kas atrodas virs atmosfēras zemākajiem – kaitējumu ziņā visnegantākajiem – slāņiem un tālu no blīvi apdzīvotām vietām.

Antarktīkas kontinentālajā daļā – Antarktīdā – atrodas milzīga (ap 10 miljoni km²; lielāka nekā Austrālija) ledus plakankalne (ledus plato), kuras augstums ir virs 3000 m (1. att.). To veido līdz 4 km biezs ledus slānis, kas pārklāj kontinenta zemāko daļu, kur cieto zemes iežu virsma ir pat zem jūras līmeņa. Antarktīdas ledus plato nav gluži plakans, uz tā pamanāmas augstākas vietas – ļoti neizteikti pacēlumi jeb ļoti plakanas “virsošnes” kā kupolu virsas. Šīs virsošnes tāpēc sauc par kupoliem, kam savā laikā ir doti apzīmējumi ar alfabēta lielajiem burtiem kupolu augstumu secībā. Kad vēlāk ledus plato kupolu augstumu datus precizēja, alfabēta secība izjuka. Tāpēc tagad zināms, ka visaugstāk ledus plato virsma paceļas A kupolā (*Dome A*, arī *Dome Argus*) – 4200 m virs jūras līmeņa, F kupolā – 3810 m un C kupolā – 3250 m vjl (2. att.).

Domājams, ka vislabākie astronomiskās novērošanas apstākļi vislielākā augstuma dēļ ir A kupolā, bet tas esot grūti pieejams. Tikai 2005. gada 9. janvārī pirmoreiz cilvēks sasniedza A kupolu. Tā bija Ķīnas 21. Antarktīkas ekspedīcijas 12 dalībnieku – glaciologu, ģeodēzistu, meteorologu un klimatologu – grupa, kas gandrīz mēnesi ilgu un ap 1200 km garu ceļu veica no Žingšonas pētnieciskās stacijas – vienas no divām Ķīnas bāzēm Antarktīkā. Turpretī C kupols ir vieglāk pieejams, tas atrodas ap 1200 km no piekrastes bāzēm – gan no Francijas bāzes *Dumont d'Urville*, gan no Itālijas bāzes *Terra Nova* līci. Tāpēc mēs turpmāk vairāk interesēsīmies par C kupolu. Atzīmējams, ka F jeb Fudži (*Dome Fuji*) kupolā darbojas Japānas polār-

pētnieki, par kuru veikumu paleoglacioloģijā jeb senā ledus pētišanā ieskatu varēja gūt tie Latvijas Dabas muzeja apmeklētāji, kuri 2005. gada beigās iepazinās ar izstādi “*Sarunas ar sniegu un ledu*”. Tur Širo Takatani videoinstalācijā varēja redzēt Fudži kupolā izurbto 2503 m garo ledus serdi.

Vēl viena nozīmīga Antarktīkas polārā apgabala priekšrocība ir iespēja polārās nakts laikā nepārtraukti sekot kādas zvaigznes īpašību mainīgumam stundām un dienām ilgi, kas nepieciešams, piemēram, asteroseismoloģijā (sk. O. Smirnova, A. Barzdis. “*Astronomijas vasaras skola “NORFA 2005: ieskatoties zvaigžņu dzīlēs”*”. – *ZvD*, 2006. g. *pa-vasaris*, 28.–31. lpp.), vai Saules starojuma maiņām polārās dienas laikā.

ANTARKTIKAS METEORĪTI

Taču ilgi pirms Antarktīkas astronomisko observatoriju ierīkošanas negaidīti izpaudās tikai daudz vēlāk atskārstā Antarktīkas nozīme astroģeoloģijas nozarē – meteoritikā. Gadījās tā, ka netālu no jau minētās D. Mosona vadītās ekspedīcijas bāzes vietas 1912. gada 5. decembrī 32 km no Denisona raga Adelijas Zemē (*Adelie Land*) sniegā atrada ap 1 kg smagu 13×7 cm lielu akmeni, kas bija klāts

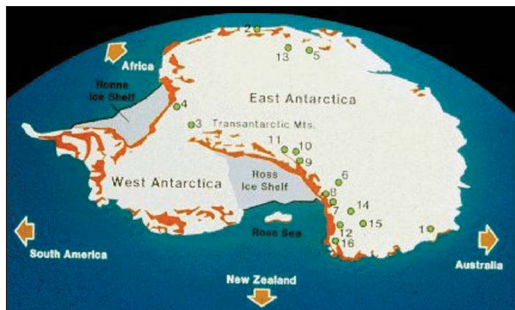


3. att. Austrālijas muzejā Sidnejā atrodas pirmā Antarktīkā atrastā meteorīta galvenā daļa.

M. Burtona foto, PASA

ar tumši brūnu kušanas garozu. Tas izrādījās pirmais Antarktīkā atrastais meteorīts – hondrītu klases L5 akmens meteorīts (3. att.). Lidz nākamam atradumam pagāja gandrīz pusgadsimts – 1961. gadā krievu ģeologi Humbolta kalnu dienvidu atradzē Novolazareva stacijas apkārtnē atrada dzelzs meteorītu. Tomēr istais Antarktīkas meteorītu bums sākās pēc 1969. gada, kad Japānas Nacionālā polārpētniecības institūta topogrāfu grupa zilā ledus laukos pie Jamato kalniem Austrumantarktīdā (ap 72S, 36E) atklāja deviņus meteorītus. 1973. gadā tos papildināja vēl 11, bet 1974. gadā jau vairāk nekā 600 eksemplāru. Lidz 1975. gadam šai pašā apvidū četru tādu ekspedīciju laikā bija izdevies savākt gandrīz tūkstoši meteorītu.

Kopš 1976. gada ar meteorītu meklēšanu Antarktīkā nodarbojas meteorītu mednieki ASV Nacionālā zinātnes fonda atbalstītās Antarktīkas meteorītu meklēšanas (*ANSMET* – *The Antarctic Search for Meteorites*) programmas ietvaros. Viņu atrasto meteorītu skaits sasniedz jau desmit tūkstošus. Te vēl būtu jāpieskaita Eiropas ekspedīciju atrastie “debess akmeņi”. Kāda pētnieku grupa no Ķīnas, kas ziņo par gandrīz 4500 meteorītu atrašanu 2002./2003. gada ekspedīcijas laikā, lēš, ka Antarktīkā atrasto meteorītu skaits jau pārsniedz 32 tūkstošus. Meteorītus atrod galvenokārt Austrumantarktīkas ledus plato nomalēs, visvairāk rietumos no Transarktīkas kalnu grēdas (4. att.).



4. att. Galvenās Antarktīkas meteorītu atrašanas vietas atzīmētas ar aplīšiem.

Atrasts arī izskaidrojums neparasti augstajai meteorītu koncentrācijai samērā nelielā platībā. Istenībā meteorīti krīt puslidz vienmērīgi uz visas zemeslodes virsmas, ieskaitot Antarktiku. Simtiem tūkstošu gadu laikā izveidojies vairāku kilometru biežais ledus plato slānis ir labi saglabājis visus šai laikā Antarktīdā nokritušos meteorītus. Ledum lēnām slidot, šie meteorīti tiek nesti noteiktā, parasti krasta joslas, virzienā. Ja tālāk priekšā ir kalnu grēda, tā aptur ledus slāņa pārvietošanos. Tā kā Antarktīkā valdošie ir kalnu brīzes tipa lejupplūstošie vēji, kas pūš pa nogāzi lejup, tie veicina ledus slāņa virsējās kārtas straujāku sublimēšanos un izplēnēšanu. Pagātnē iesaldētie meteorīti paliek ledus plato virspusē un ir labi ieraugāmi uz gaišā ledus un sniega fona.

KOSMISKIE STARI

1955. gadā Antarktīkā Mosona stacijā (Austrālijas pirmajā Antarktīkas stacijā) tika ierīkota pirmā ar astrofiziku saistīta observatorija, gan ne gaismas vai cita veida elektromagnētiskā starojuma, bet gan no pasaules telpas ienākošu augstas enerģijas daļiņu – kosmisko staru – novērošanai. Antarktīka ir sevišķi piemērota vieta kosmisko staru pētīšanai, jo magnētiskā pola rajonā Zemes magnētiskā lauka līnijas šķērso zemeslodes virsmu gandrīz perpendikulāri, ļaujot elektriski lādētām daļiņām vieglāk nokļūt līdz Zemes virsmai.

DIENVIDPOLA STACIJA

1964. gadā pie paša Dienvidpola tika uzstādīts kosmisko staru uztvērējs. Lidztekus kosmisko staru pētīšanai turpat, izmantojot mazu 9 cm diametra teleskopu, sāka tuvāk praktiski pārbaudīt pola apvidus piemērotību Saules un zvaigžņu optiskiem novērojumiem. Secinājums bija tāds, ka ūdens tvaiku niecīgā daudzuma dēļ šī vieta tiešām ir izcili laba novērošanai infrasarkanajā un milimet-

ru viļņu diapazonā un atmosfēras mierīguma dēļ piemērota optiskai astronomijai.

Pirmo astronomiskās novērošanas programmu optikas diapazonā, kas prasīja ilgstošus nepārtrauktus novērojumus, veica Francijas un ASV pētnieki 1979. gadā pie Dienvidpola, nepārtraukti 120 stundas novērodami Saules starojumu, lai izpētītu Saules svārstības. To uzskata par jaunas zinātnes – helioseismoloģijas – sākumu.

Kopš 1956. gada ģeogrāfiskajā Dienvidpolā pakāpeniski izveidojās Amundsena–Skota Dienvidpola stacija, kas pakļauta ASV Nacionālajam zinātnes fondam. Tagad, pēc 50 gadiem, šai stacijā vasaras periodā darbojas ap 130 personu – pētnieki un palīgpersonāls, bet ziemas sezonā paliek ap 30. Šie pārzīmotāji ir izoloāti no pārējās pasaules, sākot no februāra vidus līdz oktobra beigām. Mēneša vidējā temperatūra Dienvidpolā ir -28° decembrī, bet -60° jūlijā. Gada vidējais vēja ātrums ir 5,5 m/s, gadā sasnīgušais sniegs atbilst 6–8 cm ūdens slānim.

Blakus citām polārās pētniecības iekārtām 1 km attālumā no pola īpaši izraudzītā “tumsajā sektorā”, kur polārās stacijas darbības radītie traucējumi, piemēram, apgaismojums, ir ierobežoti līdz minimumam, ir bijuši uzstādīti un zināmu laiku izmantoti dažāda veida



5. att. Amundsena–Skota Dienvidpola stacijas tumšais sektors; centrā 1,7 m submilimetru viļņu teleskops *AST/RO*. *Hārvarda univ. Astrofizikas centra foto*

teleskopi astronomijas un astrofizikas vajadzībām. Pašlaik top jauni (5. att.). No 1990. gada līdz 2001. gadam Čikāgas universitātes pārzīnā te darbojās ASV universitāšu apvienības dibinātā Astrofizikas pētniecības centra Antarktīkā (*CARA – Center for Astrophysical Research in Antarctica*) izveidotā astrofizikas observatorija tādiem Visuma struktūru veidošanās pētījumiem, kas vislabāk veicami šajā zemeslodes vietā. Tie ir pētījumi, kam nepieciešami novērojumi elektromagnētisko viļņu diapazonā no viena mikrona līdz vienam milimetram. Savukārt 1994. gadā Jaundienvidvelsas universitāte Sidnejā un Austrālijas Nacionālā universitāte Kanberā nodibināja Kopīgo Austrālijas Astrofizikas pētniecības centru Antarktīdā (*JACARA*), lai kooperētos ar radniecīgo centru ASV. Jau 1995. gadā ar Stromlo kalna un Saidingspringsas observatoriju atbalstu notika šā centra organizētā pirmā starptautiskā sanāksme par Antarktīkas astronomiju, lai apspriestu nākotnes plānus.

Observatorijā darbojās 1,7 metru teleskops submilimetru viļņiem (*AST/RO – Antarctic Sub-millimetre Telescope and Remote Observatory*), kas redzams 5. attēla centrā. No 1993. līdz 1999. gadam novērojumiem 1–5 mikronu infrasarkanajā diapazonā tika izmantots 0,6 metru Dienvidpola infrasarkanais teleskops (*SPIREX – South Pole Infrared Explorer*) (6. att.), teleskopi kosmiskā mikroviļņu fona jeb kosmiskā reliktā starojuma (sk. A. Balklavs. “Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa”. – *ZvD*, 1999./2000. g. ziema, 3.–13. lpp.) pētīšanai, piemēram, grāda leņķiskā mēroga interferometrs (*DASI – Degree Angular Scale Interferometer*), kā arī automatizēta astrofizikāla astroklimata pētīšanas observatorija (*AASSTO – Automated Astrophysical Site-Testing Observatory*).

Šā pētniecības centra izcilā aktivitāte rosināja būvēt 10 metru Dienvidpola teleskopu (*South Pole Telescope – SPT*) kosmiskā mikroviļņu fona

starojuma turpmākiem novērojumiem ASV Nacionālā zinātnes fonda Dienvidpola pētniecības stacijā. 10 m teleskops tika projektēts vāja, mazkontrastaina starojuma liela lauka apskatiem milimetru un submilimetru viļņos. Teleskopa pamata būvdarbi uzsākti 2004. gada 15. novembrī (7. att.). Otrs jaunais instruments Dienvidpola stacijā ir ar bolometru aprīkots teleskops *BICEP* (*Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization*), kas paredzēts kosmiskā mikroviļņu fona starojuma polarizācijas mērīšanai ar ārkārtīgi augstu precizitāti.

Cits piemērs Antarktīkas unikālo apstākļu izmantošanai astrofizikā ir Antarktīkas mionu



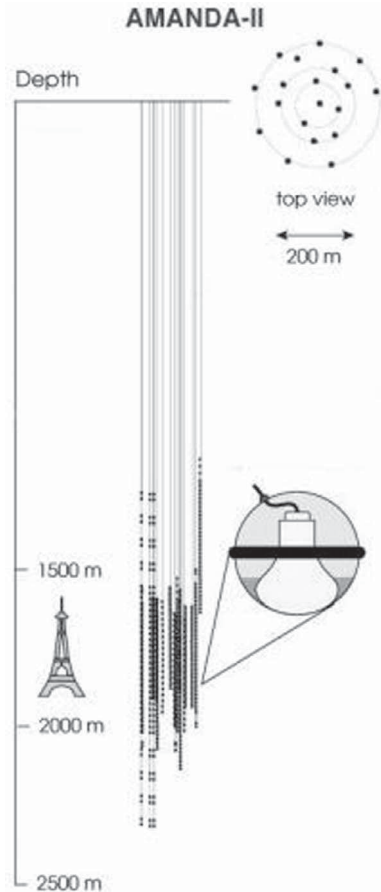
6. att. Dienvidpola infrasarkanais teleskops SPIREX.

CARA foto



7. att. Dienvidpola 10 metru teleskopa SPT pamats 2004. gada 28. decembrī.

K. Vokera (C. Walker) foto



8. att. Neitrino teleskopa AMANDA II skice vienā mērogā ar Parīzes Eifeļa torni. *Pa kreisi* atzīmēts dziļums zem ledus virsmas, *vidū* – ledus urbumu novietojums ar iezīmētām gaismas uztvērēju virtenēm, *augšā pa labi* – skats no augšas uz urbumu izvietojumu.

Foto no <http://amanda.wisc.edu>

un neitrino (par neitrīno sk. A. Balklavs. “Neitrīno un Visums”. – *ZvD*, 1984. g. rudens, 8.–23. lpp.) detektoru komplekss (AMANDA – Antarctic Muon and Neutrino Detector Array), kas arī atrodas pie Dienvidpola. Neitrīno teleskops ir iekārta augstas enerģijas kosmisko elementārdaļiņu – neitrīno – reģistrēšanai un pētīšanai, lai noteiktu to izcelsmes

objektus – supernovas, gamma staru eksplozijas, aktīvos galaktiku kodolus, kuros notiek grandiozas eksplozijas. Neitrīno teleskopam vajadzīga milzīga, caurspīdīga, tumša telpa pēc iespējas dziļi zemē, kur nepieklūst kosmiskie stari. Teleskopa jaunāko versiju *AMANDA II* veido 680 speciāli gaismas uztvērēji, kas 19 virtenēs iekārti ledus urbumos 1300 līdz 2350 m dziļumā zem Dienvidpola esošajā 3 km biežajā ledus slānī. Urbumi aizņem cilindrisku telpu ar apmēram 100 m rādiusu (8. att.).

AMANDA II īstenībā ir prototips lielākam un jutīgākam neitrīno teleskopam “*Ledus kubs*” (*Ice Cube*), kurš tiek veidots, *AMANDA II* paplašinot: palielinot gaismas uztvērēju skaitu līdz 5000 un aizpildot ar tiem ledus telpu līdz vienam kubikilometram. “*Ledus kuba*” teleskopa veidošana sākās 2005. gada janvārī. *AMANDA* pētnieciskajā darbā piedalās daudzas ASV, Vācijas, Zviedrijas, Beļģijas, Japānas, Jaunzēlandes un Nīderlandes universitātes. 2005./2006. gada vasaras sezonā, kas jau ir otrā, “*Ledus kuba*” neitrīno observatorijas veidošanā strādājuši ap 100 zinātnieki un inženieri no visas pasaules, ar karstu ūdeni urbjot līdz pat 2,5 km dziļus ledus urbumus, pārbaudot gaismas uztvērējus un iekārnot urbumos gaismas uztvērēju virtenes. Kad “*Ledus kuba*” teleskops būs gatavs, tas reģistrēs no debess ziemeļpuslodes kosmiskajiem objektiem nākošos neitrīno, izmantojot zemeslodi kā filtru, kas aiztur citas izcelsmes neitrīno, piemēram, tādus, kuri nāk no Saules.

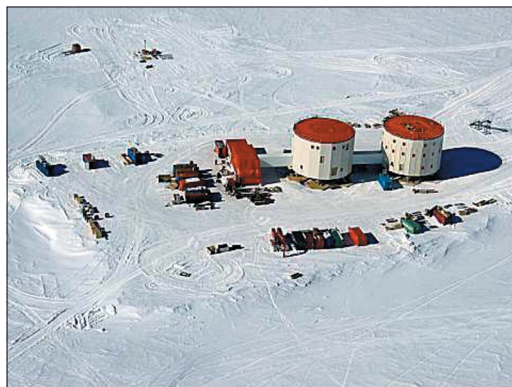
C KUPOLS

Tomēr vislabākās vietas debess ķermeņu elektromagnētiskā starojuma – gaismas, infrasarkanā, mikroviļņu un submilimetru viļņu – novērojumiem uz Zemes virsmas solās būt augstākie pacēlumi, jau sākumā minētie ledus kupoli uz Antarktīdas plato. Lai par to pārliecinātos, vispirms bija jāierīko jauna observatorija astroklimatisko apstākļu izpētišanai uz šāda ledus kupola. Austrālijas astro-

nomi piedāvāja izveidot automātisku astrofizikas observatoriju Antarktīkai un novietot to uz C kupola astronomiskiem novērojumiem svarīgo atmosfēras datu savākšanai viena gada laikā. Salīdzinot ar Dienvidpolu, C kupols ir par 400 m augstāka vieta un atrodas tālāk no piekrastes nelabvēlīgās ietekmes.

1995. gadā Francijas–Itālijas pētnieku grupa Ž. Vernēna (*J. Vernin*) vadībā pirmā uzsāka astronomiskā klimata izlūkošanu C kupolā, palaižot dažus meteoroloģiskos balonus, bet 2000. gadā tika uzsākta un līdz pat 2005. gadam turpināta sistemātiska šīs vietas pārbaudes programma “*Concordiaastro*”, mērot atmosfēras virmošanas parametrus vasaras sezonās, no kuriem varēja secināt, ka šī vieta ir izcila augstas izšķirtspējas Saules atēlu iegūšanai un Saules koronogrāfijai.

2005. gadā Francijas un Itālijas polārā stacijā “*Concordia*” jau bija uzbūvēti divi cilindriski trīsstāvu torņi (9. att.), kur apmeties 16 pētniekiem un tehniskajiem darbiniekiem, un varēja notikt pirmā pārziemošana, kurā piedalījās 13 dalībnieki A. Agabi vadībā. Līdz ar to 2005. gada 15. februārī sākās šīs vietas atmosfēras apstākļu īstenā pārbaude nakts debess, tātad zvaigžņu, galaktiku un citu tālo un vājo spidekļu, novērošanai. Tā turpinājās visu polāro nakti līdz 2005. gada



9. att. Francijas un Itālijas polārā stacija “*Concordia*” 2004. gada 16. janvārī.

Foto no <http://concordiastation.org>

5. novembrim. Tā kā C kupols atrodas 15° no Dienvidpola, tur pārejas periods no polārās vasaras uz ziemu ilgst divarpus mēnešus, kad Saule ik dienas noriet un uzlec. 2005. gadā tas ildzis no 16. februāra līdz 4. maijam. Šajā laikā novērotas krasas ledus virsmas temperatūras svārstības. Izveidojies gandrīz pastāvīgs temperatūras inversijas slānis ar lielu temperatūras gradientu un stipru atmosfēras turbulenci (viļņošanos) ledus virsmas tuvumā. Turbulences mērīšanai izmantoti divi nelieli teleskopi divos dažādos augstumos (3,5 m un 8,5 m), vēlāk arī 20 m virs ledus virsmas. Provizoriskie rezultāti liecina, ka atmosfēra virs 36 m biežā piezemes slāņa ir ļoti mierīga – drebešana ap 0,35" (loka sekundes). Taču pie ledus virsmas attēlu kvalitāti ļoti samazina stipri virmojošais piezemes slānis, kas rada attēla drebešanu vidēji ap 1,9". C kupola priekšrocība, salīdzinot ar Dienvidpolu, ir tā, ka traucējošais piezemes slānis ir daudz plānāks nekā pie pola, kur tas ir 220 m biezs. Lai izvairītos no turbulētā slāņa, teleskops būtu jāpaceļ uz 30 m augsta pamata. Tas neesot īpaši sarežģīti, jo Eiropas Dienvidu observatorijas 3,6 m teleskops arī atrodas 30 m virs zemes.

Astroklimata pētījumi liecina, ka C kupolā ir tikpat daudz skaidra nakts laika kā Mauna Kea observatorijā Havaju salās – vietā ar izcilu astroklimatu. Taču C kupolā ir pieejama ievērojami mazāka debess daļa nekā Havaju salās. Gaismas izkliede Zemes atmosfērā pie C kupola ir vismazākā novērotā, tāpēc debess spožuma daļa, kas nāk no Saules un Mēness gaismas, kā arī no izkļiedes troposfērā, ir vismazākā, tāpat arī optiskā starojuma pavājināšanās atmosfērā ir visnīcīgākā. Polārblāzmu ietekme ir neievērojama, jo C kupols atrodas polārblāzmu aploces centrā. Tāpat zodiakālās gaismas ietekme zenīta tuvumā ir mazāka nekā mēreno ģeogrāfisko platumu grādu observatorijās. C kupolā nav

mākslīgās gaismas piesārņojuma un nav domājams, ka kādreiz tas būs.

Lai izmantotu izcilos astroklimatiskos apstākļus, zinātnieku grupa no Austrālijas, Jaunzēlandes, ASV, Zviedrijas un Francijas iesaka kā nākamo soli Antarktīkas astronomijā uzstādīt C kupolā divmetru diametra teleskopu optikas, infrasarkanā un submilimetru viļņu diapazonam, ar ko pārbaudītu, kādas tehnikas problēmas varētu rasties, Antarktīkas apstākļos nākotnē būvējot 8 metru optisko teleskopu. Tāpēc projektējama 2 metru teleskops nosaukts par *Starptautiska liela optiska teleskopa izlūku (Pathfinder for a International Large Optical Telescope – PILOT)*. Ar teleskopu *PILOT* ir jāparāda, ka Antarktīkas ekstremālajos apstākļos ir iespējams strādāt ar sarežģītu aparātūru, kāda paredzēta novērojumiem plašam pētījumu laukumam, sākot ar Zemei līdzīgu planētu atrašanu un pētišanu, beidzot ar zvaigžņu rašanās vēsturi Visumā kopš tā pirmsākumiem. Te ir runa par novērojumiem, kurus Zemes atmosfēras īpašību dēļ ir ekonomiski izdevīgāk veikt Antarktīkā, nevis zemesvirsmas observatorijās mērenākos ģeogrāfiskā platumu grādos vai orbitālās observatorijās.

Starptautiskās astronomijas savienības (*International Astronomical Union*) XXVI Ģenerālās asamblejas ietvaros Prāgā 2006. gada 22.–23. augustā notika speciāla sesija “*SPS7 – Astronomy in Antarctica*”, ko koordinēja *IAU IX* daļa “*Optiskās un infrasarkanās metodes*” (*Division IX: Optical and Infrared Techniques*) un tajā piedalījās X daļas “*Radioastronomija*” 40. komisija. Šajā sanāksmē apsprieda Antarktīkas astronomijas pašreizējo stāvokli un iegūtos rezultātus, it īpaši pēc ziemas sezonas atklāšanas C kupolā izveidotajā Konkordijas stacijā. Diskutēja arī par Starptautiskā polārā gada 2007 plāniem, piemēram, par iespējamo astroklimata pārbaudes ekspedīciju uz A kupolu. 🐾

OĻESJA SMIRNOVA

NOVAS – UZLIESMOJOŠĀS ZVAIGZNES

Nākamgad aprit 40 gadu, kopš sākās novu pētījumi Andromedas galaktikā ar Baldones observatorijas Šmita teleskopu. Pa šo laiku mūsu zināšanas par šiem neparastajiem debess objektiem ir daudzkārt padziļinājušās, pateicoties arī Latvijas astronomu darbībai. Šajā rakstā tiks pastāstīts par novu fizikālo dabu un īpašībām, kā arī par pašlaik aktuālākajiem pētījumu virzieniem un novu pētišanu Andromedas galaktikā.

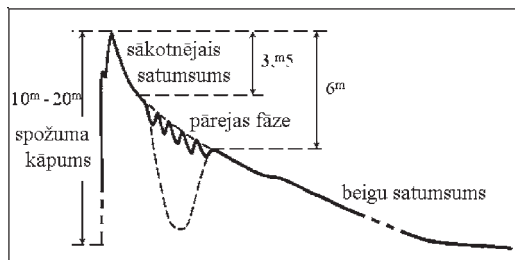
Nova (no latīņu “*nova stella*” – jaunā zvaigzne) ir zvaigzne, kas pēkšņi palielina spožumu desmitiem tūkstošu un pat simtiem miljonu reižu, dažas dienas vai mēnešus ir spoža un tad pakāpeniski satumst līdz sākotnējai starjau dai. Novu uzliesmojumus nevar paredzēt, un pēc sprādzienā izdalītās enerģijas novas atpaliek tikai no pārnovām un gamma staru uzliesmojumiem. Pirmos sistematiskos novu novērojumus vēl pirms 2000 gadiem veica Ķīnas imperatora astrologi, tieša, senās hronikās tās neatšķīra no komētām un pārnovām. Mūsdienās Galaktikas novas parasti atklāj astronomijas amatieri, aplūkojot debesis un meklējot jaunas zvaigznes. Neskatoties uz lielo starjau du, tikai maza daļa no Galaktikā uzliesmojošām novām tiek pamanītas. Iemesls tam ir stipra gaismas absorbcija Galaktikas diska plaknē, kā arī tas, ka novas pārsvarā tiek meklētas Galaktikas plaknes tuvumā un tās centra virzienā, kur uzliesmojumi ir visbiežākie. Katru gadu mūsu Galaktikā novēro vidēji četras novas, bet kopējais uzliesmojumu skaits gadā, pēc zinātnieku novērtējumiem, ir ap 40. Ar neapbruņotu aci novērojamas novas parādās reti, vidēji rei-

zi trijos gados, un visspožākā no pēdējo trīs gadsimtu novām bija 1918. gadā Ērgļa zvaigznājā uzliesmojusī nova, kuras redzamais spožums maksimumā sasniedza $-1,^{m1}$.

Novu spožuma maiņas liknes. Novas kā maiņzvaigznes ir pieņemts raksturot ar to spožuma maiņu – t. i., ar zvaigznes spožuma maiņas likni atkarībā no laika. Novu spožuma maiņas liknes izceļas ar lielu daudzveidību, tomēr katrai no tām var izdalīt kopīgas iezīmes, kas likumsakarīgi atkārtojas. Tipiskas novas spožuma maiņas likne sastāv no šādām daļām (*sk. 1. att.*):

- spožuma kāpums pirms maksimuma, kas ilgst no dažām stundām ātrām novām un ne vairāk kā divas diennaktis pašām lēnākajām;
- spožuma maksimums, kura ilgums arī varē no dažām stundām līdz 100 dienām un retos gadījumos līdz pat dažiem gadiem;
- sākotnējais spožuma kritums – satumšana aptuveni par $3,^{m5}$;
- pārejas stadija – pēkšņi izmainās spožuma maiņas liknes slīpums (gradients) vai parādās spožuma svārstības, vai arī iestājas dziļš minimums ar sekojošu spožuma pieaugšanu;
- pēdējais diezgan vienmērīgs un lēzens spožuma kritums.

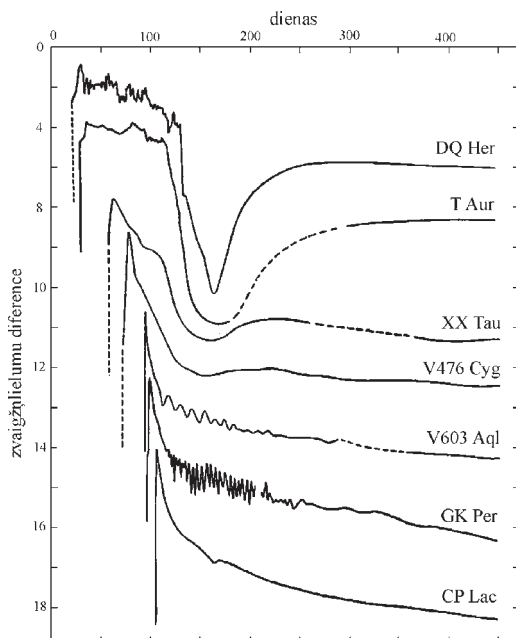
Atkarībā no tā, cik ātri kritas novu spožums, tās sadala piecās ātruma klasēs no ļoti ātrām līdz ļoti lēnām. *2. att.* ir parādītas dažādu ātruma klašu novu spožuma maiņas liknes. Ātrām un ļoti ātrām novām parasti ir gludas spožuma krišanas liknes, pārejas fāzē var



1. att. Shematiskā novas spožuma maiņas likne atkarībā no laika. Pēc D. B. McLaughlin, 1939

notikt spožuma svārstības. Lēnām novām bieži vien ir novērojami vairāki maksimumi, oscilācijas sākotnējā spožuma krišanas fāzē un svārstības vai dziļš minimums pārejas fāzē.

Novas izstaro enerģiju visos gaismas spektra diapazonos un pagaidām nav novērotas

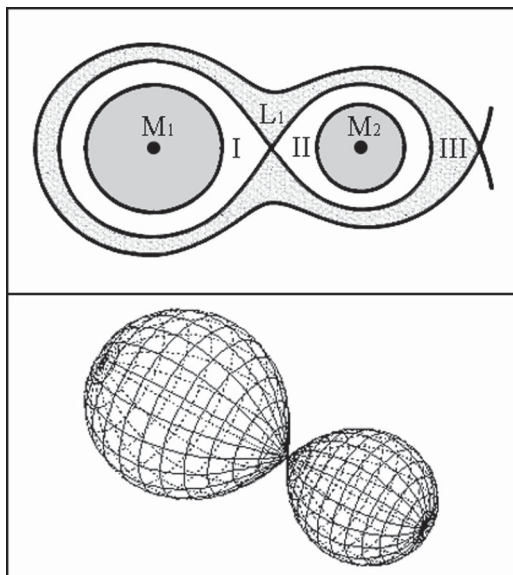


2. att. Spožuma maiņas liknes dažādu ātruma klašu novām, no ļoti lēnām (*augšā*) līdz ļoti ātrām (*apakšā*). Liknes ir patvaļīgi nobiditas gar asīm.

Pēc B. A. Voroncova-Veljaminova, 1948

tikai gamma staros, bet, kā rāda teorētiskie aprēķini, ar nākotnes instrumentiem arī tas būs iespējams. Dažādos viļņu diapazonos vienas un tās pašas novas spožuma maiņas likne izskatās ļoti atšķirīgi. Piemēram, novas spožumam samazinoties optiskajā diapazonā, ultravioletajos staros tas pieaug. Bet tieši tajā laikā, kad optiskajā diapazonā lēnām novām iestājas dziļš minimums, infrasarkanajos viļņos ir novērojams spožuma maksimums. Novu enerģijas spektra analīze rāda, ka pēc uzliesmojuma enerģijas maksimums pakāpeniski pārvietojas uz īsā viļņu pusi, zvaigzne it kā kļūst arvien karstāka. Pats interesantākais ir tas, ka summārais novas enerģijas daudzums infrasarkanajā, optiskajā un ultravioletajā diapazonā paliek konstants vismaz līdz pārejas fāzes beigām, bet, ja pievieno vēl rentģenstaru diapazonu, tad izrādās, ka zvaigznes starjauca paliek nemainīga gadiem ilgi. Lūk, cik maldinoši var būt novērojumi tikai vienā optiskajā diapazonā! Šis interesantais fakts ir viegli izskaidrojams modernās novu uzliesmojumu teorijas ietvaros.

Novu uzliesmojumu fizika. Pēc mūsdienu priekšstatiem, novas uzliesmo cietās dubultzvaigžņu sistēmās, kurās primārā, t. i., masīvākā, komponente ir baltais punduris, bet sekundārā – aukstā sarkanā pundurzvaigzne. Attālums starp zvaigznēm ir salīdzināms ar to izmēriem. Tās ātri riņķo ap kopējo masas centru, vienu apgriezieni veicot vidēji sešās stundās. Dubultzvaigznes tuvumā uz katru daļiņu darbojas divu zvaigžņu konkurējošie gravitācijas lauki. Telpas apgabalu ap zvaigzni, kurā dominē tās gravitācijas lauks, sauc par Roša tilpumu. Dubultzvaigznes komponentēm Roša tilpumam ir pilieni forma, abiem "pilieniem" ar asajiem galiem saskaroties tā saucamajā pirmajā Lagranža punktā (*sk. 3. att.*). Lai daļiņa tiktu prom no zvaigznes Roša tilpuma, tai jābūt ļoti enerģētiskai, toties caur Lagranža punktu tā, nepatērējot enerģiju, var pāriet otrās zvaigznes Roša tilpumā. Kad evolūcijas gaitā sarkanais punduris sāk izplesties un aizpilda savu Roša



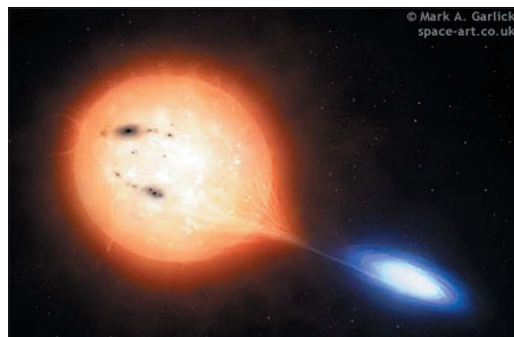
3. att. Dubultzvaigznes Roša tilpumu shematiskie attēlojumi. *Augšējā attēlā*: apgabali I un II attiecīgi ir zvaigžņu ar masām M_1 un M_2 Roša tilpumi ($M_1 > M_2$), L_1 – pirmais Lagranža punkts, apgabalā III var veidoties zvaigžņu kopējais apvalks. *Apakšējā attēlā*: Roša tilpumu trīsdimensionāls modelis.

tilpumu, tad viela no tā caur Lagranža punktu šauras strūkļas veidā sāk pārplūst uz baltā pundura Roša tilpumu. Tā kā vielai piemīt liels kustības moments, tā nekrit uzreiz uz baltā pundura, bet sākumā veido ap to akrēcijas disku, kurā viela zaudē enerģiju un pa spirāli tuvojas zvaigžnei (sk. 4. att.). Pakāpeniski uz baltā pundura virsmas veidojas ar ūdeņradi bagātināts gāzes slānis, kura temperatūra nemitīgi pieaug. Šajā slānī, tāpat kā visā baltā pundura iekšpusē, viela atrodas deģenerētajā stāvoklī un parastie termodinamikas likumi nav spēkā. Spiediens deģenerētajā vielā nav atkarīgs no temperatūras, kā tas ir ideālai gāzei, bet tikai no blīvuma. Tādēļ temperatūras pieaugumu nekas neierobežo, un beidzot tā kļūst tik augsta, ka uz baltā

pundura virsmas sākas kodoltermiskās reakcijas līdzīgi kā ūdeņraža bumbā. Izdalās milzīgs enerģijas daudzums, un, kad temperatūra sasniedz dažus simtus miljonu grādu, deģenerācija pēkšņi izzūd un akrēcētais slānis ar milzīgu spiedienu tiek nomests no baltā pundura – notiek novas uzliesmojums.

Kad apvalks izplešas līdz aptuveni simts Saules rādiusiem, tiek sasniegts novas spožuma maksimums optiskajā diapazonā. Pēc tam daļa no apvalka atgriežas uz baltā pundura, bet lielākā daļa turpina izplesties un atdzist. Apvalkam izplešoties, tā blīvums samazinās, un tas kļūst caurspīdīgāks, tādēļ kļūst redzami arvien dziļāki un baltam pundurim tuvāki apgabali, kas ir karstāki. Tas arī ir iemesls novas enerģijas maksimuma nobīdei uz ultravioleto, bet vēlāk uz mikro rentgenstaru diapazonu. Lēnām novām dažās nedēļās pēc uzliesmojuma veidojas optiskajiem viļņiem necaurspīdīgs putekļu apvalks, kas izraisa dziļo minimumu vizuālajos staros. Putekļu daļiņas stipri absorbē ultravioleto starojumu, uzkaršējas un izstaro infrasarkanos viļņus, kas izpaužas novas spožuma kāpumā infrasarkanajā diapazonā.

Par oscilāciju izcelsmi pārejas fāzē pagaidām skaidrības nav. Iespējams, ka tās ir saistītas ar akrēcijas diska atjaunošanos vai pat strūkļu jeb džetu veidošanos, vai, vēl pēc

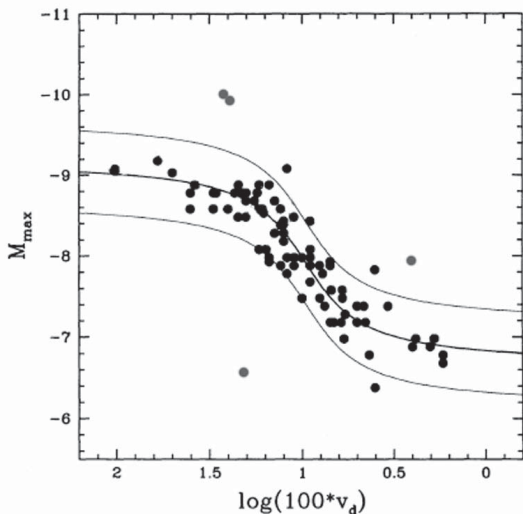


4. att. Mijiedarbojošās dubultzvaigznes mākslinieka skatījumā.

Autors Mark A. Garlick, www.space-art.co.uk

citās teorijas, tās varētu būt apvalka radiālas pulsācijas. Novas summārā jeb bolometriskā starjauca saglabājas konstanta diezgan ilgu laiku tādēļ, ka uz baltā pundura paliekošajā apvalkā turpinās līdzsvarotas kodoltermiskās reakcijas ar lielu enerģijas izdali. Kad gandrīz viss ūdeņradis tiek pārstrādāts hēlijā, kodoltermiskās reakcijas apstājas un baltais punduris gandrīz neietekmēts atgriežas pirmsuzliesmojuma stāvoklī. Sākas jauns novas cikls.

Novas kā attāluma indikatori. Novu uzliesmojumu spožuma amplitūdas ir 10–20 zvaigžņlielumi, un maksimumā to absolūtais zvaigžņlielums vidēji ir -8^m . Pastāv ļoti svarīga sakarība starp novu spožumu maksimumā un spožuma krišanas ātrumu: jo spožāka ir nova, jo ātrāk tā satumst. 5. att. parādīts, kā izskatās šī sakarība Andromedas galaktikas novām. Kopā ar lielu spožumu un relatīvi biežiem uzliesmojumiem šī sakarība ļauj izmantot novas attāluma noteikšanai līdz galaktikām. Ja kādā galaktikā ir novērota nova, tad pēc spožuma maiņas liknes nosaka tās satumšanas laiku, t. i., laiku, kurā novas spožums samazinājies par diviem zvaigžņlielumiem.



5. att. Sakarība starp absolūto spožumu maksimumā un spožuma krišanas ātrumu v_d M31 novām. M. Della Valle, M. Livio, 1995

Pēc šādas sakarības Andromedas galaktikas novām, līdz kurām attālums ir ļoti zināms, nosaka, kāds absolūtais zvaigžņlielums šim satumšanas laikam atbilst. Bet, zinot zvaigznes redzamo un absolūto zvaigžņlielumu, ir viegli noteikt attālumu līdz tai.

Teorētiskie modeļi rāda, ka ātrās un spožās novas uzliesmo uz masīviem baltiem punduriem, bet lēnas un vājas novas izraisa zemas masas zvaigznes. Tomēr pagaidām teorētiski nav izdevies iegūt novērojumiem atbilstošu sakarību starp novas maksimālo spožumu un satumšanas ātrumu. Tādēļ, lai efektīvi lietotu sakarību attālumu noteikšanai, ir nepieciešams vairāk kvalitatīva novērojumu materiāla tās precizēšanai.

Novu populācijas. Nesenie Galaktikas un ārpusgalaktisko novu pētījumi atklāja, ka novas rodas no divām zvaigžņu populācijām ar dažādām īpašībām. Lēnām un vājam novām ir tendence koncentrēties Galaktikas centra virzienā, tās mēdz uzliesmot arī augstos galaktiskajos platumos. Šāds telpiskais sadalījums ir raksturīgs vecākās paaudzes zvaigznēm, kas veidojušās pirms 3–10 miljardiem gadu un veido Galaktikas halo populāciju. Turpretī ātrās un spožās novas pārsvarā uzliesmo tuvu Galaktikas plaknei un ir vienmērīgi sadalītas diskā. Tas ir raksturīgi jaunākās paaudzes zvaigznēm, kas veido diska populāciju. Arī spektroskopiskās īpašības novām ar dažādu telpisko izvietojumu atšķiras. Vēl vienu argumentu sadalījumam divās populācijās dod citu galaktiku novu novērojumi. Lie-lajā Magelāna Mākonī, kas ir diska galaktika bez centrālā sablīvējuma, uzliesmo gandrīz vienīgi spožās un ātrās novas, bet eliptiskajās Jaunavas kopas galaktikās novas pārsvarā ir vājas un lēnas. Toties Andromedas galaktikā, kas ir diska galaktika ar izteiktu centrālo sablīvējumu, novu populācija satur abas šīs komponentes.

Lai izskaidrotu īpašību atšķirības dažādu populāciju novām, jāvēršas pie balto punduru teorijas. Tā paredz, ka baltajiem punduriem, kas pieder pie jaunākās zvaigžņu populāci-

jas, vidēji jābūt masīvākiem par vecākās populācijas baltajiem punduriem. Bet novas spožums, kā arī spektroskopiskā uzvedība ir tieši atkarīga no to izraisošā baltā pundura masas.

Novu pētījumi Andromedas galaktikā. Pēc Galaktikas novu novērojumiem ir grūti spriest par šo objektu statistiskajām īpašībām, tādām kā to uzliesmojumu biežums vai telpiskais sadalījums. Tādēļ aktīvi notiek novu pētījumi citās galaktikās. Tuvākajā no tām, Andromedas galaktikā jeb M31, novu novērojumi notiek jau gandrīz simts gadus. 1917. gadā G. Ričijs, apskatot kādas galaktikas negatīvus, atrada jaunu, agrāk nezināmu zvaigžņveida objektu (kurš, tiesa, izrādījās pārnova). Šis atklājums pamudināja viņu izskatīt jau uzkrātos citu galaktiku uzņēmumus. Uz viena no pirmajiem Vilsona kalna observatorijā iegūtajiem Andromedas galaktikas uzņēmumiem viņš atklāja uzreiz divas novas. Uz tās pašas plates E. Habls atrada arī vēl trešo novu. Atklājumi sekoja viens pēc otra, un 1929. gadā Habls publicēja pirmo M31 galaktikas novu katalogu, kas saturēja 86 objektus. Kopš tā laika novu novērojumi ir veikti vairākās pasaules observatorijās, starp kuriem kā nozīmīgākos varētu minēt H. Arpa pētījumus Vilsona kalna observatorijā un L. Rozino pētījumus Asjago observatorijā Itālijā. Jaunais pētījumu etaps sākās 60. gados, novērojumiem piesaistot platleņķa instrumentus. Kaut arī līdzšinējie pētījumi bija ļoti ražīgi, tomēr pēc to rezultātiem nevarēja spriest par M31 novu populāciju kopumā. Šiem pētījumiem tika izmantoti teleskopi ar nelielu redzeslauku, tādēļ tika izpētīta tikai Andromedas galaktikas centrālā daļa.

Novu pētījumi ar Šmita teleskopu. 1967. gadā tika uzsākti novu pētījumi M31 galaktikā, izmantojot Baldones observatorijā nesen uzstādīto Šmita teleskopu. Ar šo platleņķa instrumentu var uzņemt līdz pat 5×5 grādu lielu debess apgabalu, kas ļauj pētīt visu Andromedas galaktikas disku, kā arī tās apkārtni, sniedzot informāciju par diska un halo novām. Šis darbs tika veikts sadarbībā ar Maskavas

Šternberga institūtu, un, lai iegūtu pēc iespējas vairāk datu, novērojumus vienlaikus veica arī ar šā institūta Krimas observatorijas Maksutova teleskopu. Laika periodā no 1967. līdz 1998. gadam A. Alksnis un A. Šarovs atklāja 63 novas (*sk. 6. att. vāku 2. lpp.*), būtiski bagātinot zināšanas par novu populācijas īpašībām šajā galaktikā (*sk. piemēram, A. Alksnis. "Riekstkalna teleskops novu pētījumos Andromedas galaktikā". – ZvD, 1992. g. rudens, 57.–58. lpp.; A. Alksnis. "Baldones Šmita teleskopa nesenais devums". – ZvD, 1999. g. pavasaris, 20.–21. lpp.*). Atklāto novu skaita ziņā šī ir ceturta ražīgākā novērošanas programma, kā arī pati ilglaicīgākā. Andromedas galaktikas novērojumi uz fotoplatēm turpinājās līdz pat 2005. gadam, kad sākās jaunās lādiņsaītes matricas uzstādīšanas darbi.

Tomēr novu pētījumu darbs ar to neapstājas. 40 novērojumu gados ir uzkrāta bagāta uzņēmumu kolekcija, kas ietver ap 800 fotoplašu. Lietojot jaunās iespējas, ko sniedz dattortehnika, ir iecerēts veikt atkārtotus meklējumus uz arhīva fotoplatēm, jo ir iespējams, ka daļa novu iepriekšējos meklējumos palika nepamanītas.

Novu meklējumus pašlaik turpina šā raksta autore, un uz pēdējo gadu fotoplatēm ir izdevies atrast jau astoņas novas. Viena no atrastajām novām, kas uzliesmoja 2001. gada oktobrī, izrādījās īpaši interesanta. Tā ir ātrā nova, tādēļ tā bija redzama uz Šmita teleskopa uzņēmumiem apmēram mēnesi, līdz kļuva nenovērojama. Bet pēc 84 dienām saskaņā ar kosmiskās rentgenstaru observatorijas *XMM Newton* novērojumu datiem šīs novas uzliesmojuma vietā ir parādījies ļoti mikstā rentgenstarojuma avots. Novās rentgenviļņus izstaro karstais apvalks uz baltā pundura virsmas, kurā joprojām norisinās kodoltermiskās reakcijas. Tas saskatāms tad, kad uzliesmojumā izmestais apvalks kļūst pietiekami caurspīdīgs. Tieši pašlaik notiek aktīvi novu rentgenstarojuma pētījumi, un pagaidām novērojumu datu ir samērā maz: Andromedas galaktikā rentgenstarojums ir reģistrēts 20 no-

vām, bet mūsu Galaktikā – tikai sešām. Pēc teorētiskiem aprēķiniem, novām jābūt redzamām rentgenstaros desmitiem un simtiem gadu. Tomēr nevienai līdz šim novērotai novai rentgenstarojums netika reģistrēts vairāk par deviņiem gadiem pēc uzliesmojuma. Pareizo teorētisko modeļu izstrādei ir nepieciešams pēc iespējas vairāk novērojumu datu, tādēļ katrs jauns atklājums ir vērtīgs.

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

BRŪNIE PUNDURI UZDOD MĪKLAS

Mūsu dienās, kad daudzi astronomi veiksmīgi pievērsušies Visuma pētīšanai telpā gandrīz līdz tā varbūtējai robežai un laikā gandrīz līdz pat tā pirmsākumiem, zināšanas par Saulei tuvāko apkārtējo Galaktikas telpu nebūt nav pilnīgas. Iepriecina apstākļi, ka Saules apkārtnes pētījumi gluži novārtā nav pamesti. Izmantojot uz Zemes un kosmosā izvietotus laikmetīgus teleskopus, Saules tuvumā astronomiem izdodas vēl un vēl atrast mazas masas, aukstas, vāji starojošas zvaigznes. Atklāts, ka ap dažām no tām riņķo vēl mazākas masas ķermeņi, kam masa atbilst planētu masai. Pamazām izdodas arī atrast debess ķermeņus, kam masa ir mazāka nekā zvaigznēm jeb mazāka par 0,072 Saules masām, bet kas nepieder pie planētām, jo to masa ir lielāka nekā planētām nospriestā augšējā robeža (0,013 Saules masas jeb 13 Jupitera masas). Šajā masas intervālā no 0,013 līdz 0,072 Saules masām sastopami galēji auksti, ļoti blāvi debess ķermeņi, kas nespodrās krāsas un mazās masas dēļ nosaukti par brūnajiem punduriem. Brūno punduru masa ir tik maza, ka termiskās kodolreakcijas, kas nepieciešamas zvaigžņu enerģijas ražošanai, to dzīlēs nespēj iesākties. Tāpēc brūnie punduri nevar kļūt par īstenām zvaigznēm. Tie ir kā neizdevušās zvaigznes – vanckarzvaigznes, kas tik tikko staro, kamēr to viela turpina saraukties, lai

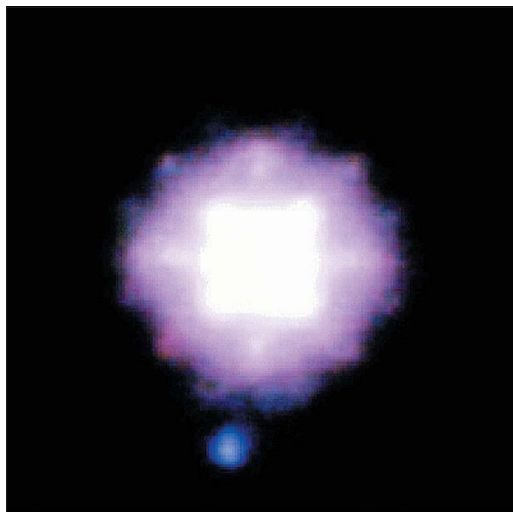
Pēdējos gados Andromedas galaktikā atklāj vidēji 17 novas gadā, bet kopumā ir reģistrētas vairāk nekā 600 novas, no kurām vairākums atrodas galaktikas centrālajā daļā. Pēc jaunākiem datiem, M31 galaktikā katru gadu uzliesmo ap 65 novām. Tomēr astronomiem joprojām trūkst novērojumu materiālu vairāku jautājumu risināšanai, un šis pētījumu virziens nav zaudējis aktualitāti. 🐦

beigās kļūtu par aukstiem, tumšiem, niecīgiem ķermeņiem. Brūno punduru spektri atbilst uz M, L un T klasēm. Par brūnajiem punduriem sīkāk sk. *Z. Alksne, A. Alksnis. "Galēji aukstie punduri". – ZvD, 2003./04. g. ziema, 14.–22. lpp.*

Tā kā vājās, mazmasīvās zvaigznes un it sevišķi brūnie punduri ir grūti atrodami, tad pagaidām nav zināms, cik liela skaitā un cik tuvu Saulei šie objekti ir sastopami. Astronomi meklē ceļus, kā sekmēt brūno punduru atklāšanu un kā pilnīgāk apzināt to fizikālos raksturlielumus, lai varētu pārbaudīt un uzlabot teorētiskos spriedumus par to dabu. Raksturlielumu apzināšanā daudz palīdz dubultsistēmās ietilpstošo brūno punduru novērošana, turklāt vērtīgi izrādās to brūno punduru novērojumi, kas atrodas vai nu pāri ar īstenām zvaigznēm, vai pāri ar citu brūno punduri (sk. *Z. Alksne, A. Alksnis. "Nosvērts galēji auksto punduru pāris". – ZvD, 2004./05. g. ziema, 11.–14. lpp.*). Jauniegūtie dati dažkārt atrisina pastāvošas teorētiskās neskaidrības, bet citkārt uzdod jaunas miklas, kas nepakļaujas ātram risinājumam.

Par savu veiksmi brūno punduru meklējumos 2006. gada pavasarī žurnālā *"The Astrophysical Journal"* ziņoja ASV astronomi B. Bilere, L. Klouzs un S. Kelners, kā arī Vācijas astronomi M. Kaspers un V. Brandners. Viņi

ir izstrādājuši un veiksmīgi izmantojuši metodi, kas palīdz atrast brūnos pundurus, citu zvaigžņu pavadoņus. Šī metode balstās uz ļoti aukstu brūno punduru spektrā esošās intensīvās metāna CH₄ molekulu joslas izmantošanu. Grupas dalībnieki Eiropas Dienvidu observatorijas Ļoti lielā teleskopa ceturtajai sastāvdaļai – ar adaptīvo optiku apbruņotajam 8 metru teleskopam “*Yepun*” – pievienojuši mērķtiecīgi būvētu palīgiekārtu, kas dod iespēju vienlaikus iegūt attēlus caur trim šaurjoslas filtriem, kas centrēti uz metāna joslas dažādas intensitātes daļām. Tā kā metāna josla pastāv tikai brūno punduru spektrā, kamēr zvaigznes spektrā tās nav, tad, caur šiem filtriem iegūtos attēlus atņemot vienu no otra, lielā mērā pavājinās vai pat dzēšas pašas zvaigznes attēls, atsedzot zvaigznei tuvā aukstā un blāvā objekta attēlu, kas citādi būtu paslēpts spožās zvaigznes attēlā. Bez tam,



1. att. Zvaigzne SCR 1845–6357A (*augšā*) un tās pavadoņi – brūnais punduris SCR 1845–6357B (*apakšā*). Attēls iegūts ar Eiropas Dienvidu observatorijas Čilē uzstādīto Ļoti lielo teleskopu un adaptīvo optiku, kā arī ierīci *Simultaneous Differential Imager*, kas dod vienlaicīgus attēlus šaurās spektra joslās.

ESO Science release Photo 11b/06

novērtējot intensitātes attiecību caur trim filtriem iegūtajos brūnā pundura attēlos, var noteikt arī brūnā pundura spektra klasi.

Izmantojot šo oriģinālo metodi, minētā astronomu grupa jau ir paguvusi atrast galēji aukstu T6 spektra klases brūno punduri 1,71” jeb 4,5 astronomisko vienību attālumā no mazmasīvās M8,5 spektra klases zvaigznes SCR 1845–6357 (1. att.). Tā atrodas tikai 12,6 gaismas gadu (g. g.) tālu no Saules un kopā ar brūno punduri ierindojas 24. vietā tuvāko zvaigžņu sarakstā. Izrādās, ka šis ir trešais Saulei tuvākais zināmais brūnais punduris pēc diviem brūnajiem punduriem pie 10,6 g. g. tālās Indiāna ε zvaigznes.

Vismaz divas īpašības visus trīs tuvos brūnos pundurus padara savstarpēji radniecīgus. Pirmkārt, tie visi pieder tie sevišķi aukstajiem T spektra klases objektiem. Otrkārt, tie visi ietilpst dubultās vai vairākkārtīgās sistēmās, un tas palīdz noteikt tik svarīgu raksturlielumu kā masu (tikai nosakot masu, var pārliecināties, vai objekts tiešām pieder pie brūnajiem punduriem). Brūnā pundura Indiāna ε Ba masa ir 47 Jupitera masas, bet Indiāna ε Bb – 28 Jupitera masas. Masas noteikšanas kļūda ir ap 10 Jupitera masām. Brūnā pundura SCR 1845–6357 B masa pagaidām ir novērtēta starp deviņām un 65 Jupitera masām, taču ir cerības to precizēt, nosakot orbītas parametrus tuvāko 15 gadu laikā.

Brūnā pundura SCR 1845–6357B atklājēji apkopojuši datus par T spektra klases brūno punduru skaitu telpā līdz 20 g. g. attālumam no Saules. Tādu pavisam ir septiņi, un pieci no tiem ietilpst dubultzvaigznēs vai vairākkārtīgās zvaigznēs. Tātad, pēc pašreizējiem datiem, Saules apkārtņē vientuļi klejojošo T klases brūno punduru ir zināms mazāk nekā ar zvaigzni vai citu brūno punduri saistīto. Ja šī pagaidām tikai nelielā pasaules telpā novērotā attiecība starp vientuļiem un sistēmās saistītiem brūniem punduriem ir attiecināma uz brūnajiem punduriem vispār, tad brūno punduru izcelsmi skaidrojošiem teorētiskiem nāksies pārvarēt papildu grūtības,

jo viņi līdz šim vairāk sliecās uz vientuļu brūno punduru būtības un izcelsmes skaidrošanu.

Vēl jo lielāku miklu brūno punduru teorētiķiem ir uzdevis pētījums, kuru izdarījuši trīs ASV astronomi K. Stasuns, R. Matieks un Dž. Volenti. Par savu darbu 2006. gada pavasarī viņi ziņoja žurnālā "Nature". K. Stasuns ar kolēģiem rūpīgi novērojis unikālu brūno punduru pāri 2MASS J0535–0546, kurā abas komponentes tik cieši apriņķo vienu otru, ka, skatoties no Zemes, izskatās pēc vienuļa objekta. Tomēr tās regulāri apliecina savu dubultīgumu, stingri periodiski aizsedzot vienu otru un radot kopējā spožuma satumsus jeb spožuma kritumus. Šādu parādību novērot no Zemes iespējams tikai tāpēc, ka laimīgas sakritības dēļ pāra kustības plaknes leņķis pret debess sfēru ir tuvs 90° un šo plakni redzam no šķautnes. Brūno punduru pāra aptumsumu novērošana pavēra lieliskas, vēl nebijušas iespējas noteikt ne tikai komponentu masu, bet arī diametru.

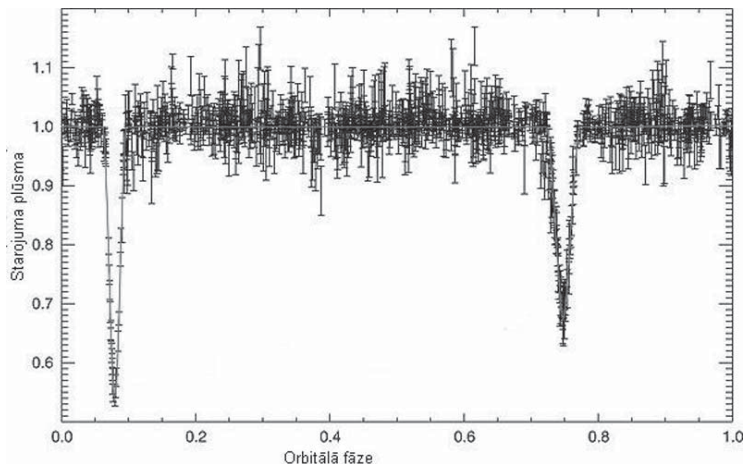
Izmantojot četrus nelielus (ap 1 metra diametra) teleskopus, kas atrodas Kitpikas Nacionālajā observatorijā (ASV) un Serrotololo Starpamerikas observatorijā Čīlē, grupas dalībnieki laikā no 1994. gada ziemas līdz 2005. gada pavasarim izdarījuši minētā spīdekļa 1590 spožuma mērījumus. Bagātīgais novērojumu materiāls viņiem deva iespēju ar precizitāti līdz dažām dienas simttūkstošām daļām noteikt brūno punduru kustības periodu 9,77962 dienas. Spožuma maiņas fāžu likne saskaņā ar šo periodu redzama 2. attēlā.

Taču abu brūno punduru masas noteikšanai bez fotometriskiem novērojumiem bija nepieciešami arī radiālo ātrumu mērījumi. To iegūšanai K. Stasuna grupa 2002./03. gada ziemā izmantoja Dviņu teleskopa astoņmetrīgo dienvidu brāli. Radiālo ātrumu novērojumi palīdzēja aplēst šo brūno punduru lielās orbītas pusasis, tā iegūstot visus nepieciešamos lielumus Keplera trešā likuma izmantošanai un masas noteikšanai. Viņi konstatēja, ka primārās komponentes masa ir 54 Jupite-

ra masas, bet sekundārai komponentei tā ir 34 Jupitera masas. Masu noteikšanas kļūda šoreiz ir tikai 3–5 Jupitera masas. Šie rezultāti apliecina, ka novērotie objekti ir īsteni brūnie punduri.

Fotometriskie novērojumi kalpoja arī abu brūno punduru izmēru noteikšanai. Tas ir izdarāms, analizējot spožuma kritumu ilgumu. Primārās komponentes diametrs izrādās vienlīdzīgs 6,5, bet sekundārās – 5,0 Jupitera diametriem. Diametru noteikšanas kļūda ir ap 0,3 Jupitera diametriem. Šī ir pirmā reize, kad izdevies uzzināt brūno punduru izmērus. Iegūtie dati liecina, ka abiem brūnajiem punduriem, salīdzinot ar to masām, piemīt ievērojamas cienīgi diametri. Patiešām, katra šīs dubultsistēmas pundura masa ir apmēram viena divdesmitā daļa Saules masas (Saules masa ir tūkstošreize lielāka par Jupitera masu), kamēr to diametri pārsniedz pusi Saules diametra (Saules diametrs desmitreize pārsniedz Jupitera diametru). Pēc izmēriem abi brūnie punduri atgādina sīkas zvaigznītes. Šim faktam atrodams labs skaidrojums, un tas balstās novēroto punduru niecīgajā vecumā. Par to liecina brūno punduru pāra 2MASS J0535–0546 atrašanās Oriona miglāja apgabalā, kas pazīstams kā jaunu zvaigžņu tapšanas vieta, kā to ligzda vai bērnu sile, kurā mīt pat ne 10 miljonus gadu vecas zvaigznes. Astronomi uzskata, ka brūnie punduri ir plaši izplatīts zvaigžņu tapšanas procesa papildu produkts. Tāpēc arī pāra 2MASS J0535–0546 brūnie punduri nevarētu būt vecāki par kopējā ligzdā tapušām zvaigznēm. Citiem vārdiem sakot, tie ir pavisam jauni. Tādā gadījumā to lielie diametri pilnībā apstiprina pašreizējos priekšstatus, ka brūnie punduri sākumā ir samērā lieli, pēc diametra zvaigznēm pielīdzināmi, bet dzīves gaitā tie sarūk, līdz kļūst pēc izmēriem planētām līdzīgi.

Brūno punduru 2MASS J0535–0546 spektru novērojumi ir snieguši vērtīgas ziņas arī par to fizikalām īpašībām. Vispirms kļuva redzama abu brūno punduru spektru lielā līdzība. Tie abi pieder pie M6,5 spektra klases



un tātad nav sevišķi auksti, nepavisam ne tik auksti kā T spektra klases punduri, par kuriem stāstījām raksta sākumā. Tas nav nekas pārsteidzošs, jo brūno punduru piederība pie dažādas temperatūras objektiem ir ļoti zināma. Tik tālu viss šķiet kārtībā.

Taču isti brīnumi sākās, kad minētās grupas locekļi noteica konkrēti katras komponentes temperatūru. Pašreizējie brūno punduru teorētiskie modeļi paredz, ka pāri masīvākajai komponentei piemīt augstāka temperatūra, bet mērījumu rezultāti rāda pretējo! Primārā, masīvākā brūnā pundura temperatūra ir 2650 K, bet sekundārā, mazāk masīvā – 2790 K. Tātad mazāk masīvais brūnais punduris izrādās par 140 K karstāks nekā masīvākais, kas ir pilnīgā pretrunā ar paredzēto. Teorētiķiem nu ir uzdots mikla, kuras atminējums viegli rokās nedodas. Risinājuma vietā virmo gūzma jautājumu. Vai mazāk masīvais pāra loceklis patiešām vienmēr rodas karstāks un teorētiskie spriedumi ir nepareizi tādēļ, ka pētnieku zināšanas par brūno punduru uzbūves kritiskiem lielumiem ir nepilnīgas? Vai novērotais brūno punduru pāris varbūt ir rets izņēmuma gadījums, kas tomēr arī prasa savu skaidrojumu? Vai abi brūnie punduri būtu tapuši pilnīgi neatkarīgi un tikai vēlāk “noķēruši” viens otru, dodot iespēju masīvākajam, vecākam pundurim vai-

2. att. Dubultpundura 2MASS J0535–0546 spožuma maiņas likne. Redzami divi spožuma kritumi, kuri rodas, komponentēm aizsedzot vienu otru.

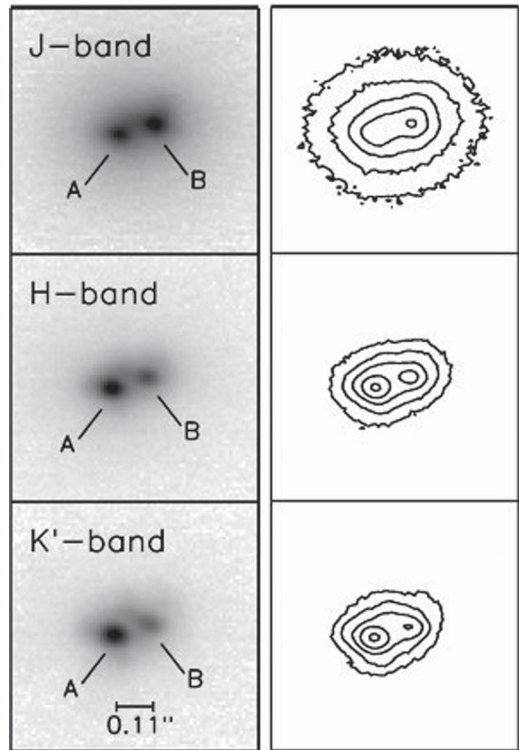
Nature V 440, N7082

rāk atdzist, bet teorētiķiem saglabāt savus līdzšinējos spriedumus? Tāda “noķeršanas” iespēja ir gaužām niecīga un neticama. Šis miklas atminēšanai nāk-

sies gūt brūno punduru pāru jaunus novērojumus.

Jāpiemin 2006. gada maijā žurnālā “*The Astrophysical Journal*” publicētais Havajas universitātes astronoma M. Liu un septiņu viņa kolēģu darbs, kurā viņi atrisinājumam tuvinājuši vienu no brūno punduru agrāk uzdotajām miklām. Runa ir par brūno punduru savādo īpatnību neparastā veidā mainīt savu krāsu gar L un T spektra klašu secību. Brūno punduru krāsai būtu vienmērīgi jāpaliek arvien sarkanākai līdz ar temperatūras krišanos, jo to izstarotās enerģijas spektrālā sadalījuma maksimums pārvietojas arvien tālāk un tālāk uz spektra garo viļņu galu. Taču pie T2–T5 apakšklasēm piederošo brūno punduru krāsa ir “zilāka” (krāsu indeksi J–K mazāki) nekā pie vēlām L apakšklasēm piederošo punduru krāsa. Krāsa kļūst zilāka tāpēc, ka T2–T5 klašu punduriem neparasti pieaug spožums J staros, kamēr garākos viļņu garumos H un K staros tas paliek normāls. Kāds varētu būt šis parādības cēlonis? Jau kopš 2002. gada, kad astronomi iepazinās ar šo parādību, vieni to saista ar punduru atmosfēras mākoņu daļēju izklišanu un zemāko, karstāko fotosfēras slāņu parādīšanos mākoņu segas plaisās, bet citi astronomi tam nepiekrīt. Te jāpiebilst, ka brūno punduru atmosfērās pastāv daudz molekulāru savienojumu un pat cietu daļiņu,

kuru telpiskā sadalījuma sabiezējumi rada parādību, ko var dēvēt par “laika apstākļiem” un kas līdzinās joslām un plankumiem uz Saules sistēmas lielajām planētām. Tagad atmosfēras procesu nozīmību ačģārnajā krāsu maiņā apstiprina M. Liu grupas pētījums, turklāt slēdzienu iegūšanu atkal veicina novērojamā pundura dubultīgums. Izmantojot 10 metru Keka II teleskopa izcilo adaptīvās optikas sistēmu, viņiem izdevās brūno punduri SDSS J1534+1615 sadalīt divās komponentēs A un B, kuras atbilstoši pieder pie T1,5 un T5,5 spektra apakšklasēm. Dažādos viļņu garumos iegūtie abu komponentešu attēli liecina, ka B komponente infrasarkanos J staros izskatās spožāka par A komponenti, kamēr citos staros tas nav novērojams (3. att.). Tātad šajā brūno punduru pāri aukstākā komponente B ir nevis sarkanāka par karstāko A komponenti, bet gan zilāka. Pētnieku grupa ir pārliecināta, ka krāsas ačģārnības var radīt vienīgi atšķirīgi apstākļi abu komponentešu galēji aukstajās atmosfērās, jo visi pārējie apstākļi ir vienādi: vienā dubultsistēmā saistītu punduru vecums ir vienāds, izejvielas metālisks kums vienāds, bet masas mēdz būt līdzīgas (apskatāmajā gadījumā masu attiecība ir 0,8). Acīmredzot šaurā temperatūras intervālā ap 200 K, kas atbilst spektra apakšklasēm T2 un T5, kaut kādu iemeslu dēļ mākoņu sega saplaisā, un objekta krāsa kļūst zilāka, nekā attiecīgajā temperatūrā var sagaidīt. Līdzšinējie T punduru novērojumi rāda visai atšķirīgu fo-



3. att. Ar Keka II teleskopu iegūtie SDSS 1534+1616 A un B komponentešu attēli J, H un K staros.
ArXiv:astro-ph/0605037

tosfēras atsegšanas pakāpi. M. Liu grupa to saista ar varbūtēju daudzu dubultpunduru klātbūtni vidējās T apakšklasēs. 🐦

ARTURS BARZDIS

SABRŪKOŠĀS KOMĒTAS

73P/SCHWASSMANN-WACHMANN 3 DIENASGRĀMATA

Pazīstamie vācu komētu un asteroīdu pētnieki A. Švasmans un A. Vahmans atklāja jaunu komētu uz 1930. gada 2. maijā eksponētas fotoplates. Tās spožums atklāšanas brīdī bija ap 9^m,5. Dažas dienas vēlāk vācu

astronoms H. Šnellers atrada jaunatklāto komētu arī uz 27. un 29. aprīļa fotoplatēm. Nakti uz 21. maiju japāņu astronoms K. Nakamura novēroja ar jaunatklāto komētu saistītu meteoru plūsmu, kuru nosauca par τ (tau) Her-

kulidām. Meteoru plūsmas aktivitāte bija vērojama līdz jūnija vidum.

1930. gada 31. maijā Švasmana un Vahmana atklātā komēta pietuvojās Zemei līdz 0,0616 a. v. attālumam (aptuveni 9 miljoni km). Pēc tam to novēroja līdz 24. augustam. Pēc pirmajiem aprēķiniem izrādījās, ka tā kustas periodiskā orbitā ar 5,43–5,46 gadu periodu (pēc neseniem novērtējumiem komētas kodola diametrs ir aptuveni 3 km).

Tā kā komēta ir ļoti vāja un aprīņošanas periods pirmajos novērojumos bija noteikts neprecīzi, komēta tika "pazaudēta". Vairāki mēģinājumi šo komētu atkal ieraudzīt prognozētajās nākamajās pietuvošanās reizēs beidzās neveiksmīgi. 1953. gadā Švasmana–Vahmana komētai bija jāpietuvojas līdz 0,9 a. v., bet 1965. gadā – tikai līdz 0,25 a. v. distancē no Jupitera, kas, protams, ļoti iespaidoja tās turpmāko kustību un vēl vairāk sarežģīja turpmākos komētas meklējumus.

1973. gadā Beļajevs un Šaporevs pārrēķināja pazaudētās komētas orbitas elementus un noteica, ka 1979. gadā tai jāpietuvojas samērā tuvu Zemei un to varētu atkal ieraudzīt. Tiešām, 1979. gada 13. augustā Austrālijas astronomi J. Džonstons un M. Buhagērs ziņoja, ka atklājuši jaunu komētu. 15. augustā atklājums tika apstiprināts un izrādījās, ka atklātās komētas kustības virziens un ātrums gandrīz atbilst pazaudētajai Švasmana–Vahmana 73P komētai prognozētajām vertībām. Vēlāk tiešām izrādījās, ka tā ir tā pati pazaudētā Švasmana–Vahmana 73P komēta, kura nu atklāta otro reizi. Perihēliju komēta šķērsoja 19. martā – 34 dienas vēlāk, nekā paredzēja aprēķini.

1985. gada pietuvošanās Zemei atkal netika novērota, bet 1990. gada aprīlī tā pietuvojās Zemei līdz 0,3661 a. v. attālumam un, sasniedzot 9^m spožumu, kļuva par populāru astronomu novērojumu objektu.

1995. gadā Švasmana–Vahmana 73P komētai atkal bija jāpietuvojas Zemei, taču šoreiz ne īpaši tuvu – tikai līdz 1,3114 a. v., tādējādi tai vajadzēja būt samērā vājai komē-

tai, un tās novērojumi īpaši netika plānoti. 19. augustā, pirms komēta vēl nebija pietuvojusies tuvu Saulei, japāņu astronoms K. Kinošita noteica, ka tās spožums ir tuvs 12^m,9, kas labi saskanēja ar teorētiskajām spožuma prognozēm. Septembrī, tūlīt pēc komētas attālināšanās no Saules, to sāka novērot ar Nenkejas radioteleskopu. 8. septembrī tika novērots spēcīgs OH emisijas kāpums, kas turpinājās līdz pat 13. septembrim. 17. septembrī komēta attālinājās no Saules pietiekami, lai varētu uzsākt pirmos optiskos novērojumus, un izrādījās, ka komēta ir kļuvusi neparasti spoža un jau sasniegusi 8^m,3 spožumu. Šādu spožumu tā saglabāja līdz pat oktobrim, kad daži novērotāji ziņoja par spožuma kāpumu līdz 6^m. Pēc otrā uzliesmojuma komēta kļuva nedaudz vājāka, bet jau 22. oktobrī atkal sasniedza 6^m,3 spožumu. Paaugstinātu spožumu Švasmana–Vahmana komēta, attālinoties no Zemes, saglabāja līdz pat decembrim, kad tā kļuva difūzāka un spožums sāka kristies straujāk. Jau nākamā gada februārī spožums bija samazinājies līdz 14^m.

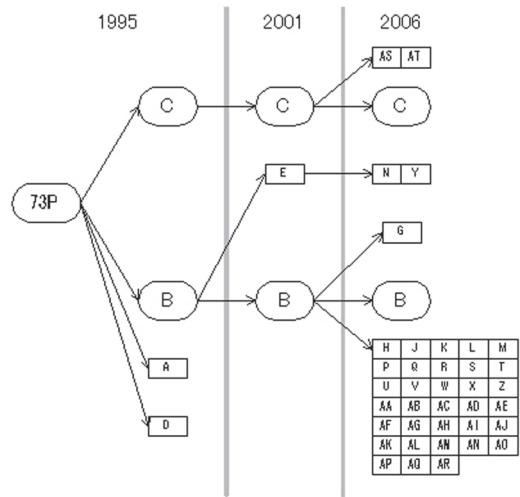
Interesantākās pārvērtības novērotāji sagaidīja 1995. gada decembrī, kad komētas komā parādījās vairāki kodoli (*sk. 1. att.*). Oficiāli tika reģistrēti četri kodoli – "A", "B", "C" un "D", no kuriem visilgāk tika novērots fragments "C", kas uzskatāms par galveno kodola daļu. Skaidrs, ka septembrī novēroto intensīvo OH starojumu izraisīja tieši komētas kodola sabrukšana.

2001. gadā komēta tika novērota atkal, un tā arī šoreiz izrādījās spožāka, nekā paredzēts. Tomēr komētas trajektorija pie debess nebija labvēlīga biežiem novērojumiem, tādēļ visvairāk datu tika uzkrāti tikai par spožākajiem fragmentiem "C" un "B", kā arī atklāto, agrāk nezināmo fragmentu "E".

Šā gada 13. maijā komētai bija jāpaiet garām Zemei tikai 0,0735 a. v. attālumā, t. i., tikai nedaudz tālāk nekā tās atklāšanas brīdī pirms vairāk nekā 70 gadiem. Jau 2005. gada 22. oktobrī tās galveno kodolu ieraudzīja K. Hergenroters ar Hopkina kalna 1,2 m te-

leskopu. Fragmentu “B” astronomi pirmo reizi ieraudzīja 2006. gada 6. janvārī, bet 20. februārī tika atklāts jauns fragments – “G” – un nedaudz vēlāk vēl viena kodola lauska – fragments “R”. Komētai tuvojoties Zemei, tika atklāti arvien vairāk un vairāk jaunu fragmentu, un pašlaik to skaits jau pārsniedz 70! 2. att. ir shematiski parādīta komētas fragmentēšanās secība, bet 3. att. dotas dažu fragmentu spožuma maiņas liknes 2006. gada pietuvošanās laikā.

2006. gada pietuvošanās reizē fragmenti “B”, “G” un “R” acimredzami sadalījās arvien mazākās drumslās, ko, pateicoties pašlaik plaši pieejamajām lādiņsaites (CCD) kamerām, nepacietīgi novēroja gan astronomijas amatieri, gan arī profesionālie astronomi ar lieliem teleskopiem. Visiespaidīgākā bija “B” fragmenta dalīšanās, jo tas izrādījās vispo-



2. att. Švasmana–Vahmana komētas kodola dalīšanās secība.



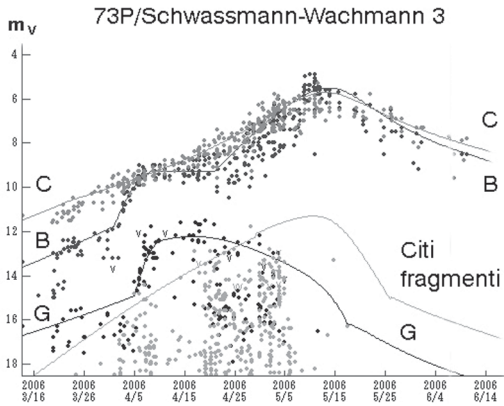
1. att. Komētas 73P/Schwassmann–Wachmann 3 uzņēmums 1995. gada 27. decembrī ar 91 cm teleskopu. Komā redzami vismaz divi kodoli.

V. Scotti

žākais no trijiem minētajiem aktīvajiem kodoliem.

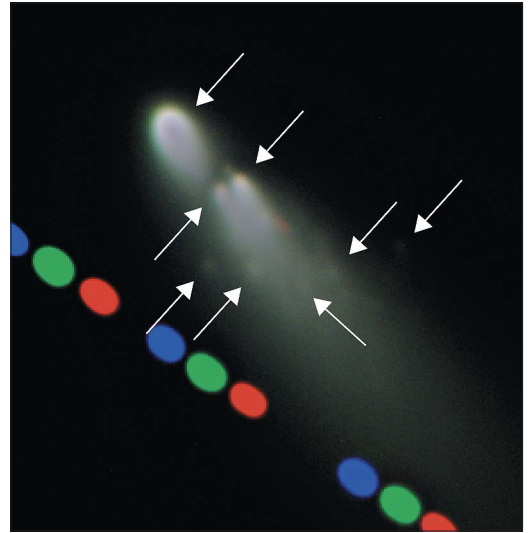
3. aprīli daži novērotāji ziņoja, ka “B” fragments ir kļuvis spožāks, nekā gaidīts. Jau 6. aprīli “B” un “C” fragmenti bija vienādi spoži, un 11. aprīli K. Hergenroters ziņoja, ka “B” fragmenta kodols ir kļuvis izstiepts. 24. aprīli tas sadalījās divos atsevišķos kodolos. 23./24. aprīli sabrūkošo fragmentu novēroja ar vienu no ESO VLT 8,2 m teleskopiem un, kā redzams 4. att., komētas komā patiesībā nav divi, bet gan vesels lērums mazu fragmentu. Astronomijas amatieru izmantotie nelieli teleskopi, kā arī Zemes atmosfēras izraisītie traucējumi neļāva izšķirt sikas detaļas komētas komā, tādēļ izmesto siko fragmentu kopa izskatījās kā viens vesels kodola fragments. Vēl iespaidīgāki ir “B” un “G” kodolu uzņēmumi ar Habla Kosmisko teleskopu, kas izdarīti 18. aprīli (sk. 5. att.).

3. maijā sākās fragmenta “B” fotogrāfiski novērojumi ar Riekstukalna Šmita teleskopu (sk. 6. att.). Ar nesen uzstādīto CCD kameru komētas sabrūkošā fragmenta novērojumus varēja veikt ļoti efektīvi. Ar CCD kameru



3. att. Komētas 73P fragmentu vizuālā spožuma maiņas līknes 2006. gada pietuvošanās reizē.

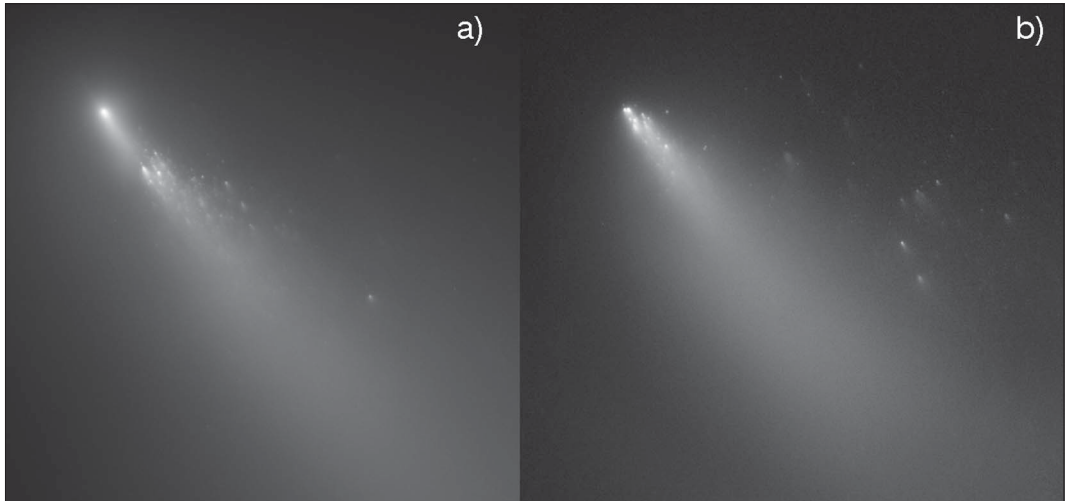
varēja iegūt vairāku desmitu attēlu sēriju, kurus pēc tam speciāli summējot un apstrādājot, varēja izdalīt vissīkākās struktūras komētas komā. Ar agrāk izmantotajām fotoplatēm šāda veida pētījumus nevarētu veikt. Ar Šmita teleskopu izdevās izsekot trešo spožuma kāpumu, kas sākās 8. maijā. Šā uzliesmojuma laikā komā parādījās strūklku struktūra, kā arī tika



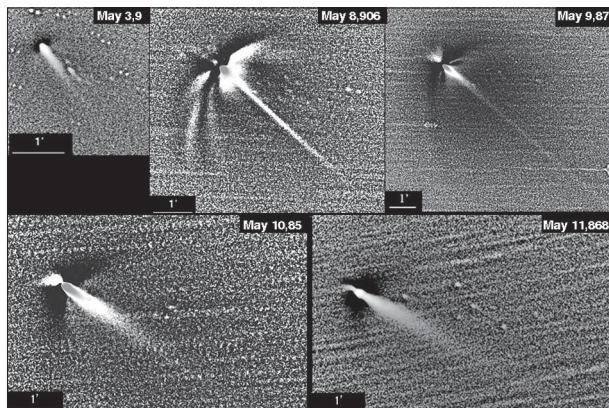
4. att. Komētas 73P/Schwassmann-Wachmann 3 uzņēmums 23./24. aprīļa naktī.

ESO VLT

izsviesta gara aste. Iegūtos datus kopā ar citu observatoriju novērojumiem varēs izmantot komētu sabrukšanas procesa pētījumiem,



5. att. Ar Habla Kosmisko teleskopu 18. aprīlī iegūti komētas 73P/Schwassmann-Wachmann 3 fragmenta "B" (sk. a)) un fragmenta "G" (sk. b)) attēli.



6. att. Komētas 73P/Schwassmann-Wachmann 3 fragmenta “B” novērojumi ar Riekstukalna Šmita teleskopu. Attēli ir speciāli apstrādāti, lai izdalītu sīkas struktūras komētas komā.

kā arī atsevišķu fragmentu orbītu precizēšanai, lai varētu spriest par to turpmāko kustību un, kaut arī ļoti maz varbūtīgo, bet tomēr iespējamo sadursmi ar Zemi nākotnē.

Komētu pētīšanas vēsturē šis nebūt nav pirmais komētas sabrukšanas novērojums. Piemēram, Šumeikera–Levi 9 komēta 1992. gadā sabruka 21 fragmentā un ietriecās Jupiterā tā spēcīgās gravitatīvās iedarbības dēļ. 1772. gadā atklātā īsperioda komēta 3D/Biela sadalījās fragmentos 1846. gadā un pēc 1852. gada vairs netika novērota. Tomēr tā

izraisīja spēcīgas meteoru plūsmas 1872., 1885., 1892. un 1899. gadā, kad novēroto meteoru skaits stundā sasniedza pat 15 000. Arī Švasmana–Vahmana komēta bieži pietuvojas Jupiteram un, pēc teorētiskiem aprēķiniem, tieši 1882. un 1894. gadā tā, pietuvojoties Jupiteram līdz 30 miljonu km attālumam, tika “iesviesta” tagadējā īsperioda orbītā. Jāatzīmē arī, ka 73P komētas orbīta ir ļoti līdzīga 7P/Ponsa–Vīnnekes komētas orbītai, un domājams, ka tās abas ir radušās no vienas komētas kodola.

Nobeigumā jāpiebilst, ka 2022. gadā tiek prognozēta paaugstināta τ Herkulīdu meteoru plūsma vai pat meteoru lietus, jo Zeme sadursies ar blīvu komētas izvīstā materiāla mākonī. Tomēr vairāki astronomi prognozē, ka meteoru skaits stundā nepārsniegs 20–40. 🌩️

JĀNIS KLĒTNIĒKS

STRUVES ĢEODĒZISKIE PUNKTI – PASAULES MANTOJUMS

Šā gada 17. jūnijā Jēkabpili Struves parkā un Madonas rajona Sausnējas pagasta Ziestkalnā atklāja Apvienoto Nāciju Izglītības, zinātnes un kultūras organizācijas (*UNESCO*) Pasaules mantojuma piemiņas plāksnes vēsturiskajiem V. Struves ģeodēziskajiem punktiem (*sk. 1. un 2. att.*). Abi punkti saistās ar Tērbatas (Tartu) meridiāna loku, ko 19. gadsimta pirmajā pusē uzmērīja toreizējā Tērbatas observatorijas profesora, vēlākā Pulkovas observatorijas direktora Vilhelma Vasilija Struves (1793–1864) vadībā. Uzmērītais meridiāna loks ietvēra 25°20' no zemeslodes apkārtmēra un

pletās no Norvēģijas Ledus okeāna piekrastes caur Tērbatu uz dienvidiem līdz Donavas grīvai pie Melnās jūras, 2822 kilometru kopgarumā (*3. att.*). Uz zemes virsmas tas atzīmēts ar ģeodēziskajiem punktiem, kas izvietojas desmit tagadējo valstu teritorijās – Norvēģijā, Zviedrijā, Somijā, Krievijā, Igaunijā, Latvijā, Lietuvā, Baltkrievijā, Ukrainā un Moldovā.

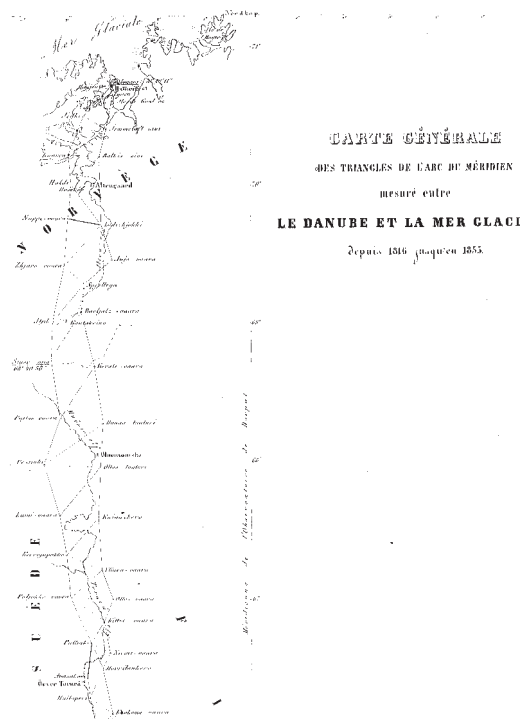
Grandiozajā V. Struves starptautiski organizētajā meridiāna loka uzmērīšanas darbā piedalījušies daudzi 19. gadsimta Krievijas, Norvēģijas, Prūsijas, Somijas, Zviedrijas astronomi un ģeodēzisti. Ievērojot uzmērītā Tartu



Apvienoto Nāciju Izglītības, zinātnes un kultūras organizācijas piemiņas zīmes atklāšana 2006. gada 17. jūnijā Jēkabpils astronomiskajam punktam Jēkabpils Struves parkā (1. att.) un Ziestkalna ģeodēziskajam punktam Madonas rajona Sausnējas pagastā (2. att.).

meridiāna loka lielo zinātnisko, vēsturisko un praktisko nozīmi, Starptautiskā mēriekļu federācija 2004. gadā ierosināja Apvienoto Nāciju Organizācijai to iekļaut pasaules aizsargājamo kultūrvēsturisko pieminekļu sarakstā. Šo priekšlikumu atbalstīja arī Starptautiskās astronomijas savienības Ģenerālā Asambleja Hāgā (2004). Pamatojoties uz 1972. gadā pieņemto starptautisko konvenciju par pasaules kultūras un dabas mantojuma aizsardzību, UNESCO Pasaules mantojuma komiteja 2005. gada 15. jūlijā apstiprināja Struves ģeodēziskā loka (*The Struve Geodetic Arc*) unikālo pasaules kultūrvēsturisko nozīmi un iekļāva to Pasaules mantojuma sarakstā.

No Struves ģeodēziskā loka Pasaules kultūrvēsturiskā mantojuma aizsardzību ieguva 34 raksturīgākie triangulācijas punkti. Divi no tiem atrodas Latvijas teritorijā: Jēkabpils pilsetas Struves parkā (astronomiskais punkts *Jēkabpils*) un Madonas rajona Sausnējas pagastā (ģeodēziskais punkts *Ziestkalns*; Struves aprakstā minēts kā *Sestukalns*; sk. 4. un 5. att.). Tie tagad bagātina cilvēces kopējo kultūras mantojumu, kurā iekļauti vairāk nekā 830 dabas un vēstures pieminekļu no gandrīz 140 pasaules valstīm. Līdz tam Pasaules man-



3. att. V. Struves uzmērītā meridiāna loka ziemeļdaļas triangulācijas tīkls.



4. att. Jēkabpils astronomiskā punkta virszemes akmens.



5. att. Ziestkalna ģeodēziskā punkta virszemes akmens.

tojuma sarakstā no Latvijas 1997. gadā bija iekļauta tikai Rīgas vēsturiskā centra apbūve.

ZEMESLODES LIELUMA IZPĒTE PIRMS STRUVES

Struves ģeodēziskā loka uzmērīšanas ideja saistīta ar vienu no mūsu planētas ģeogrāfiskās izpētes svarīgākajiem uzdevumiem par Zemes lieluma un tās matemātiskās figūras noteikšanu. Jau senatnē zemeslodes rādiusa lielumu centās aprēķināt Aleksandrijas astronoms Eratostēns (3. gs. p. m. ē.), nosakot meridiāna loka garumu starp Sienu un Aleksandriju Ēģiptē pēc Saules pusdienlaika augstuma mērījumiem. Pēc tam sekoja citi mēģinājumi, kuru vidū pazīstamākie ir arābu kalifa al Mamuna laikā (9. gs.) veiktie meridiāna loka mērījumi Sirijas stepēs uz dienvidiem no Mosulas. Aprēķinātās zemeslodes rādiusa vērtības bija samērā neprecīzas. Lielākās grūtības tolaik sagādāja loka garuma mērīšana starp astronomiski noteiktajiem ģeogrāfiskā platuma punktiem.

Pirmo reizi liela attāluma mērīšanas problēmu sekmīgi atrisināja 17. gadsimta sākumā, kad sāka lietot holandieša Villebrorda Snelliusa izgudroto triangulācijas metodi, kas bal-

stījās uz jau 15. gadsimtā izveidoto trigonometrisko leņķu mērīšanas paņēmieni. Franču astronoms Žans Pikārs ar šo metodi izmērija Parīzes meridiāna loka garumu un 17. gs. beigās jau aprēķināja samērā precīzu zemeslodes rādiusa vērtību.

Ž. Pikāra noteikto rādiusa garumu sekmīgi izmantoja klasiskās mehānikas pamatlicejs Īzaks Ņūtons zemeslodes masas aprēķināšanai un uz tā pamata atklāja vispasaules gravitācijas likumu. Ņūtons arī pirmais teorētiski pierādīja, ka zemeslodei centrālās spēku ietekmē starp poliem jābūt saplacinātai. Lai Ņūtona teoriju pārbaudītu, visu 18. gs. turpinājās meridiāna grādu loka mērījumi dažādos zemeslodes apgabalos, gan ziemeļos Lapzemē, gan pie ekvatora tagadējās Ekvadoras teritorijā. Tomēr šie mērījumi nebija pārliecinoši. Zinātnieki saskārās ar jaunu, tolaik vēl neatrisinātu problēmu – precīza un stabila garuma etalona trūkumu triangulācijas bāzes garuma mērīšanai, kas ietekmēja visa ģeodēziskā tīkla lineāros izmērus.

Tāpēc franču zinātnieki 18. gs. otrajā pusē izvirzīja jaunu mērķi – garuma mērvienības etalona sasaisti ar zemeslodes meridiāna patieso lielumu. 1792.–1797. gadā Parīzes Zinātņu akadēmijas locekļa Žana Batistas Delambra un Pjēra Fransuā Mešēna vadībā no jauna

tika izmērīts 12°22' garš Parīzes meridiāna loks, no kura aprēķināja tagad starptautiski lietoto garuma mērvienību – metru, ko no teica kā Parīzes meridiāna ¼ loka desmitmiljono daļu. Metra definējums bija ideāls, bet tā skaitliskā vērtība vēl nedeva patieso Parīzes meridiāna garumu, kā tas bija iecerēts. Augstāku precizitāti nevarēja sasniegt ar tolaik lietoto mērīšanas tehniku. Precizitātes paaugstināšanas centieni aizkavējās uz vairākiem gadu desmitiem. Eiropas valstis plosīja nemitīgie kari, un Parīzes meridiāna loka uzmērīšana ar augstāku noteiktību netika turpināta.

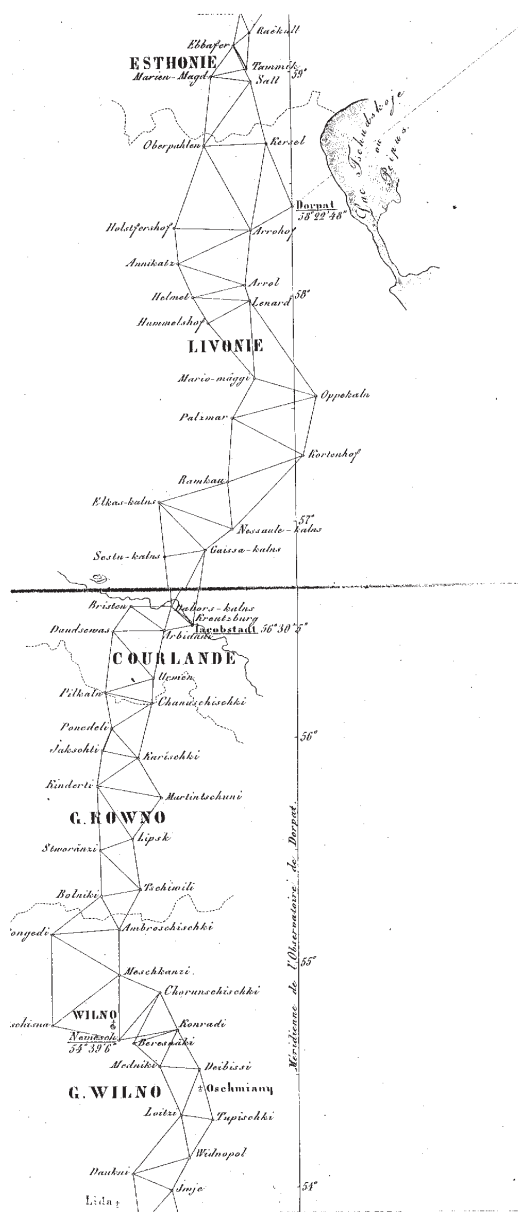
Zemeslodes meridiāna loka grādu mērījums 19. gadsimta 20. gados atsāka Krievija, kur tos daudz plašākā apjomā, ar augstāku precizitāti un uz stingrāka zinātniskā pamata uzsāka V. Struve kopā ar militāro ģeodēzistu Karlu Tenneru.

VĒSTURISKAIS STRUVES ĢEODĒZISKAIS LOKS

Tērbatas universitātes observatorija kļuva par sākuma punktu plašajiem meridiāna garuma mērīšanas darbiem Krievijā, kas V. Struve vadībā turpinājās gandrīz 40 gadus (1816–1855) un izvērsās par pirmo Eiropas valstu zinātniskās sadarbības projektu. Tāpat kā Parīzes observatorijai, tā arī Tērbatai bija astronomiski noteikts ģeogrāfiskais garums un platumš. Tas ļāva caur Tērbatas astronomisko pamatpunktu ejošam meridiānam ($\varphi = 26^{\circ}43'$) piekļaut loka garuma mērīšanai vajadzīgo ģeodēzisko punktu tīklu, ko veidoja ar triangulācijas metodi (6. att.).

Kopējā Tērbatas meridiāna loka ģeodēziskā un astronomiskā uzmērīšana norisa vairākos posmos. 1816.–1831. gadā V. Struve personīgi uzmērīja 398 km garo Tērbatas meridiāna loka daļu Vidzemē un Igaunijā starp Jēkabpili un Hohlandes (Hoglandes) salu Somu jūras līcī, izmērot Simonis bāzes līniju. Vidzemes triangulācijas tīkls Latvijas daļā ietvēra 12 trīsstūrus, kas stiepās pāri Centrāla-

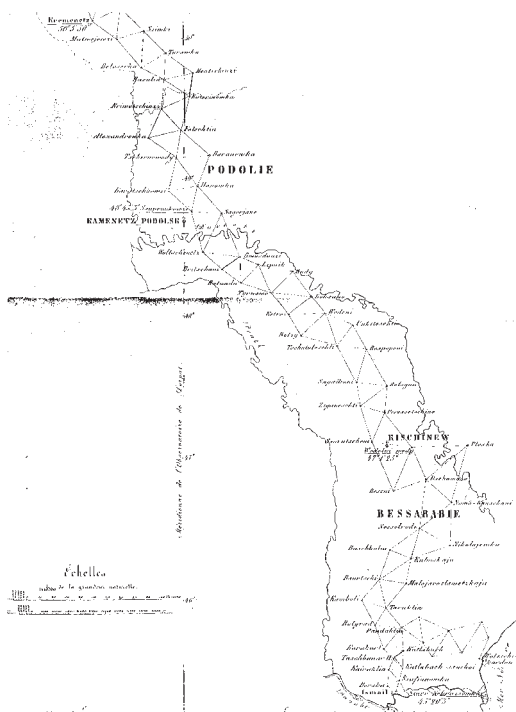
jai augstienei un noslēdzās ar astronomisko Jēkabpils punktu. Vienlaikus ar Struves darbiem Vidzemē K. Tenners veidoja triangulāci-



6. att. Meridiāna loka Baltijas daļas ģeodēziskais tīkls.

jas tiklu no Jēkabpils tālāk uz dienvidiem caur Kurzemi un Lietuvu. Izmēritais un savstarpēji saistītais triangulācijas tikls iedvesmoja abus zinātniekus turpināt meridiāna loka ģeodēzisko uzmērīšanu gan virzienā uz ziemeļiem, gan arī to turpināt dienvidu virzienā.

1830.–1851. gadā V. Struve kopā ar Helsinku observatorijas astronomu Valdštedtu Somijā izveidoja 641 km garo triangulācijas tikla posmu no Hohlandes salas līdz Torneo Zviedrijā. Tālāk uz ziemeļiem aiz Botnijas līča 318 km garo meridiāna loka daļu uzmērija zviedru astronomi Jons Svanbergs un Nils Selanders, bet Norvēģijas 221 km garo posmu līdz Fuglenas salai – Norvēģijas Ģeodēzijas institūta direktors Kristofers Hanstens. No Jēkabpils līdz Fuglenai ($\varphi = 70^{\circ}40'$) Ziemeļu ledus okeāna piekrastē kopumā uzmērija $14^{\circ}10'$ garu meridiāna loka posmu.



7. att. V. Struves ģeodēziskā loka dienvidu posms.

Meridiāna loka dienvidu posmu no Jēkabpils punkta cauri Kauņas, Viļņas, Grodņas, Minskas gubernām, pāri Volinijai un Podolijai līdz Staro Ņekrasovskas astronomiskajam punktam ($\varphi = 45^{\circ}20'$) Besarābijā uzmērija K. Tenners 1243 km kopgarumā ($11^{\circ}10'$; sk. 7. att.). Tādējādi ar triangulācijas tiklu uz zemesvirsmas tika pārklāts $25^{\circ}20'$ garš Tērbatas meridiāna posms 2822 km kopgarumā. Meridiāna lokam piegulošais triangulācijas tikls iedalījās 12 sekcijās, kas katra noslēdzās ar ģeogrāfisko koordinātu un saistošo virzienu azimuta mērījumiem. Pavisam tiklā izveidoja 258 triangulācijas trīsstūrus, nostiprināja 265 ģeodēziskos punktus un uzmērija 10 triangulācijas bāzes linijas. Ģeodēziskā tikla trigonometriskajai uzmērīšanai lietoja tālaika labākos leņķu mērāmos instrumentus. V. Struve personīgi veica pētījumus par instrumentu un trigonometrisko mērījumu kļūdām, uzlaboja bāzes mērīšanas aparāta konstrukciju un lietoja jaunu atkārtotu paņēmieni metodi horizontālo leņķu mērīšanai, ko vēlāk ģeodēzisti plaši izmantoja praksē. Meridiāna loka mērījumos iegūtie rezultāti pārliciecināši pierādīja izveidotā ģeodēziskā tikla augsto precizitāti. Tērbatas meridiāna 2822 km garo loku aprēķināja ar relatīvo kļūdu 1:232 390.

Meridiāna loka garuma mērījumu rezultātus V. Struve publicēja 1860. gadā Sanktpēterburgā izdotajā darbā “Arc du meridiem de $25^{\circ}20'$ entre le Danube et la Mer Glaciale mesure depuis 1816 jusqu'en 1855” (“1816.–1855. gadā izmēritais $25^{\circ}20'$ meridiāna loks no Donavas līdz Ledus jūrai”), ko iespieda divos sējumos ar grafiskās daļas pielikumu. Nelielā skaitā iespiestais V. Struves darbs tagad ir retums. LU Astronomijas institūta bibliotēkā V. Struves publicējumi saglabājušies no Rīgas Politehnikuma laikiem (8. att.).

V. Struves darbam savulaik bija liela nozīme ģeodēzijas zinātnē, jo tas veicināja praktiskās astronomijas uzplaukumu, topogrāfiskās uzmērīšanas metožu un instrumentu būvniecības attīstību.

ARC DU MÉRIDIEN

DE 25° 20'

ENTRE

LE DANUBE ET LA MER GLACIALE,

MESURE,
DEPUIS 1816 JUSQU'EN 1855,
SOUS LA DIRECTION

G. DE TENNER,
CHIEF OBSERVATEUR DE L'ARC DU MÉRIDIEN DE 1816
A 1820.

CHR. HANSTEEN,
DIRECTEUR DU PROJET DE L'ARC DU MÉRIDIEN DE 1820
A 1825.

N. H. SELANDER,
DIRECTEUR DE L'OPERATION DE 1825
A 1830.

F. G. W. STRUVE,
DIRECTEUR DE L'OPERATION GÉNÉRALE DE 1830
A 1855.

OUVRAGE COMPOSÉ SUR LES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX ET RÉDIGÉ
PAR

F. G. W. STRUVE.

Publié par l'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LE ROY. DE SUÈDE.



F. G. W. STRUVE.

Publié par l'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LE ROY. DE SUÈDE.

TOME PREMIER,

OPÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES ENTRE LE DANUBE ET LE GOLFE DE FINLANDE.

St. PÉTERSBOURG, 1860.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Petersbourg
MM. Eggers et C^o.

à Riga

M. Samuel Schmitt,

à Leipzig
M. Léopold Voss.

Preis des deux volumes avec atlas de 50 planches: 10 Thaler, ou 31 Thlr. 9 Sgr.

31597

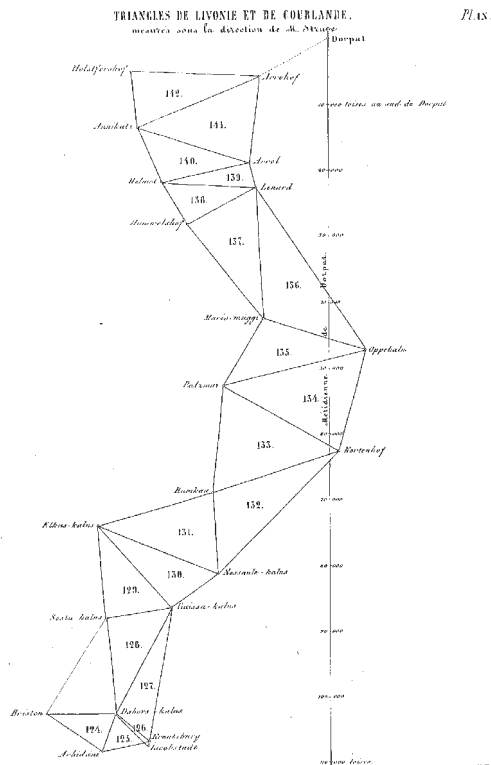
8. att. V. Struves izmērītā meridiāna loka unikālā darba publicējuma titullapa.

JĒKABPILS ASTRONOMISKAIS PUNKTS

Latvijas teritorijā atrodas 16 vēsturiskie Struves tikla punkti, no kuriem ievērojamākais ir Jekabpils astronomiskais punkts, kas noslēdza Tērbatas–Krustpils tikla daļu, ko Struve uzmērīja 1822.–1827. gadā (9. att.). No tā turpinājās sasaiste ar Kurzemes un Lietuvas triangulācijas tīkliem, kurus tālāk uz dienvidiem uzmērīja K. Tenners. Caur Jēkabpili arī īstenojās V. Struves nodoms par Vidzemes un Igaunijas daļas triangulācijas trīsstūru iekļaušanu kopējā meridiāna loka daļā.

Jēkabpils astronomisko punktu ierīkoja un uzmērīja 1826. gada maijā–jūnijā. Pirms tam

Struves palīgs kapteinleitnants P. Vrangels bija veicis sasaisti ar meridiāna loka dienvidu posmu, izmērot ar Reihenhaha 4" universālinstrumentu no Krustpils pils torņa noslēdzošā trīsstūra leņķus starp punktiem Gaiziņkalns–Daborkalns–Arbidāni. Galapunkta ģeogrāfisko koordinātu un azimuta noteikšanai Struve uz Krustpili atveda Tērbatas observatorijas astronomiskos instrumentus – Dollonda 8 pēdu pasāžinstrumentu, Ertela vertikālriņķi, Reihenhaha universālinstrumentu un divus Repsolda svārsta pulksteņus. Krustpils pils tornis izrādījās nepiemērots tik daudzu astronomisko instrumentu izvietojšanai, tāpēc Struve izvēlējās piemērotu vietu Daugavas pretējā pusē Jēkabpili, no kurienes bija pārredzami vajadzīgie triangulācijas punkti.



9. att. Triangulācijas tīkla Vidzemes posms.

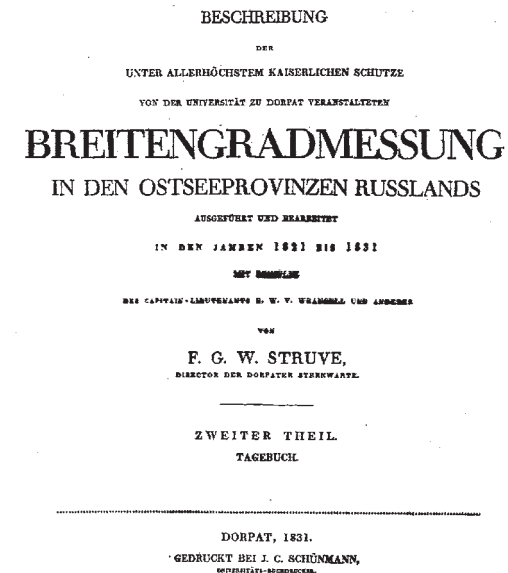
Ģeogrāfisko koordinātu noteikšana ekspedīcijas apstākļos 19. gadsimta sākumā bija sarežģīts pasākums. Astronomiskajiem novērojumiem vajadzēja izmantot nepiemērotos stacionāros observatoriju instrumentus un svārsta pulksteņus. Zvaigžņu novērošanai bija nepieciešama laba astronomiskā prasme un pieredze. V. Struve tāpēc par palīgu uzaicināja Jelgavas Akadēmiskās ģimnāzijas profesoru M. G. Paukeru, kurš uz Jēkabpili atveda jauno *Academia Petrina* observatorijai iegādāto Reihenhaha vertikālriņķi.

Trijās nedēļās labvēlīgos laika apstākļos ar četriem vienā meridiānā novietotiem instrumentiem tika izdarīti nepieciešamie astronomiskie novērojumi, pēc kuriem aprēķināja Jēkabpils astronomiskā punkta koordinātas. Galveno astronomisko punktu, no kura izdarīja leņķu mērījumus, nostiprināja ar ķieģeļu stabu, iemūrējot centrā dzelzs stieni (10. att.). Uzmērīto punktu apjoza ar sētiņu un atbilstoši tālaika kārtībai nodeva Jēkabpils virstiesnieša uzraudzībā.

Jēkabpils astronomiskais punkts tika iekļauts kopējā Krievijas impērijas Baltijas provincēs izveidotajā triangulācijas tīklā. Vidzemes un Igaunijas ģeodēziskā tīkla daļā aprēķinātās koordinātas V. Struve publicēja divsējumu darbā *“Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands ausgeführt und bearbeitet in den Jahren 1821 bis 1831”* (*“Platuma grādu mērījumi Krievijas Baltijas jūras provincēs 1821.–1831. gadā”*), ko 1831. gadā iespieda Tērbatā (11. att.).



10. att. Jēkabpils astronomiskā punkta apakšzemes centrs.



11. att. V. Struves grāmatas *“Platuma grādu mērījumi Krievijas Baltijas jūras provincēs”* 2. daļas titullapa.

tuma grādu mērījumi Krievijas Baltijas jūras provincēs 1821.–1831. gadā”), ko 1831. gadā iespieda Tērbatā (11. att.).

Laika gaitā Jēkabpils astronomiskais punkts saglabājās neizpostīts. 1931. gadā, izveidojot Latvijas I klases triangulācijas tīklu, veco Struves punktu no jauna nostiprināja un pārklāja ar piemiņas akmeni (12. att.), ko sa-



12. att. Jēkabpils astronomiskā punkta virszemes akmens (1931).

vai pilsētai uzdāvināja vietējās ģimnāzijas dabasmācības skolotājs Eduards Valters. Novērošanas vajadzībām virs Struves punkta uzbūvēja 42 metrus augstu triangulācijas koka signālu, bet tas vairs nav saglabājies.

Jēkabpili atrodošais Struves astronomiskais punkts no jauna iekļauts atjaunotajā Latvijas ģeodēziskajā tīklā, un ar satelītu globālās pozicionēšanas metodēm noteiktas augstākas precizitātes koordinātas. Tagad tas kļuvis par Pasaules kultūrvēsturiskā mantojuma sastāvdaļu, un pie tā uz granīta pilāra novietota piemiņas plāksne.

ZIESTKALNA ĢEODĒZISKAIS PUNKTS

Struves laikā ģeodēziskais punkts nosaukts par Sestukalna trigonometrisko punktu, un tas atrodas uz 216,5 metrus augstā Ziestkalna Madonas apriņķa Sausnējas pagastā Ērgļu–Kokneses ceļa malā. 1824. gada triangulācijas tīkla uzmērīšanas darbos to nostiprināja ar stabilu centru, kas neskarts saglabājās līdz 1904. gadam, kad krievu militārie ģeodēzisti to atjaunoja, veidojot jaunu I klases triangulācijas tīkla sasaisti ar agrāko Struves tīkla līniju Sestukalns–Gaisakalns (Gaiziņkalns). Atjaunotā punkta virspusē novietots liels granīta akmens ar raksturīgo mērniecības zīmi – iekalto krustu, kā arī ar atjaunošanas gadu (*sk. 5. att.*).

19. gadsimta sākumā no Ziestkalna uz ziemeļiem varēja redzēt 261 m augsto Elkas kalnu Skujenes pagastā (*9. att.*), bet dienvidos aiz Daugavas – Daborkalnu (158 m) Sēlpils pagastā un austrumos – Gaiziņkalnu (312 m). Attālums starp Gaiziņkalnu un Ziestkalnu ir nepilni 20 kilometri. Madonas rajonā netālu no Kārdzabas tolaik atradās vēl trešais Struves triangulācijas punkts – Nesaules kalns (284 m), kas ziemeļpusē saistījās ar trīsstūra virsotnēm Rankā un Beļavā (*Kortenbof*). Savukārt no Gaiziņkalna dienvidu virzienā bija saskatāms Krustpils pils tornis.

No V. Struves publicētajiem darbiem var uzzināt, ka Vidzemes un Igaunijas triangulācijas tīkla punkti nostiprināti tikai dažās vietās, tostarp arī Ziestkalnā, Gaiziņkalnā un Jēkabpili. Turpretim Tennera veidotajā triangulācijas tīklā punkti ar vienkāršiem apakšzemes centriem nostiprināti daudz lielākā skaitā. Raksturīgi, ka Tenners virs apakšzemes centriem neizvietoja virszemes zīmes, lai ar to novērstu vietējo iedzīvotāju ziņkāri, kuri parasti zem tām meklēja apslēpto mantu un punktus izpostīja. Domājams, ka arī Struven bija šāda negatīva pieredze.

Tāpat kā Jēkabpils astronomiskais punkts, tā arī Ziestkalna ģeodēziskais punkts tagad ieguvis Pasaules kultūrvēsturiskā mantojuma aizsardzības tiesisko stāvokli.

VĒSTURISKĀ NOZĪME

Struves ģeodēziskā loka mērījumi ļāva precizēt agrāko pētnieku aprēķinātos Zemes elipsoīda parametrus. Ž. B. Delambrs 1800. gadā aprēķināja elipsoīda lielās pusass garumu $a = 6\,375\,653$ m un polāro saplakumu $\alpha = 1:334,0$. Somu ģeodēzists Valbeks 1819. gadā ieguva $a = 6\,376\,896$ m, $\alpha = 1:302,8$.

Kēnigsbergas astronoms Vilhelms Besels, balstoties uz Struves ģeodēziskā loka un Prūsijas triangulācijas mērījumiem, 1841. gadā aprēķināja Zemes referencilipsoīdam $a = 6\,377\,397$ m, $\alpha = 1:299,2$, kas jau pilnībā pierādīja Ņūtona mehānikas teorijas atbilstību attiecībā uz mūsu planētu Zemi. V. Besela aprēķinātos Zemes elipsoīda lielumus lietoja triangulācijas tīklu aprēķināšanai līdz pat 20. gadsimta 40. gadiem, kad tos aizstāja ar F. Krasovska Zemes elipsoīda parametriem $a = 6\,378\,245$ m, $\alpha = 1:298,3$. Besela aprēķinātie Zemes elipsoīda parametri 19. gadsimta otrajā pusē lielā mērā veicināja zemes virsmas topogrāfisko izpēti un modernās kartogrāfijas attīstību.

Salīdzināšanai minēsim tagad spēkā esošos 1980. gada starptautiskās ģeodēziskās sistēmas Zemes elipsoīda parametrus:

$$a = 6\,378\,137 \text{ m}, \alpha = 1:298,257.$$

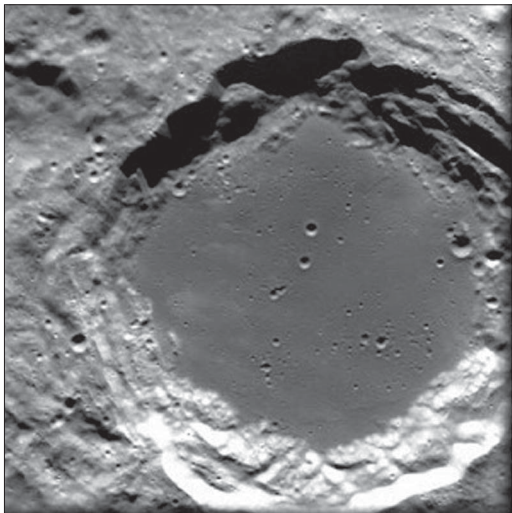
Struves ģeodēziskais loks ir izcils 19. gadsimta zinātnes piemineklis. V. Struves un V. Besela rezultātiem tagad ir vēsturiska nozīme, jo mūsdienu Zemes elipsoida matemātiskais modelis balstīts uz daudz stingrāku teoriju un precizākām mērīšanas metodēm, aptverot visu zemeslodi vienotā koordinātu sistēmā.

Taču paliekošu vērtību mūsu planētas dinamisko procesu izpētē joprojām saglabā dabā nostiprinātie Struves ģeodēziskā tīkla punkti, kas tagad iekļauti Pasaules mantojumā un ir Eiropas un Āfrikas kontinentālā ģeodēziskā tīkla sastāvdaļa. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Lomonosovs - liels, ar lavu pildīts Mēness krāteris. Ar miniatūro fotokameru *AMIE* (*Advanced Moon micro-Imager Experiment*) uz Eiropas Kosmosa aģentūras *ESA* automātiskās starpplanētu stacijas *SMART-1* borta (sk. V. Kalniņš. *SMART-1 - pirmā Eiropas Mēness zonde. - ZvD, 2005. g. rudens, Nr. 189, 23.-25. lpp.*) uzņemtā attēls rāda Lomonosova krāteri (sk. att.) Mēness neredzamajā pusē.

Lomonosova krāteris ir labs liela krātera piemērs (92 km diametrā), kas piepildījās ar lavu pēc meteorīta nokrišanas, tādā veidā iegūstot lidzenu dibenu. Terasveida sienas uzrāda nobrukumu, kas veidojies,



pēc sadursmes gravitācijas ietekmē noslidot klints iežiem. Mazie krāteriši Lomonosova lavas dibenā radušies no meteorītu triecieniem pēc Lomonosova izveidošanās.

Uzmanīgi pavērojot krātera kreiso pusi, var saskatīt izmaiņas krātera dibena atspulgā, kas atgādina horizontālus krāsas triepienus. Tos var bieži redzēt šajā Mēness apvidū, un tie ir triecienā izmestā gaišā viela no jaunāka - Džordano Bruno - krātera, kas atrodas apmēram 300 km attālu.

Krāteris nosaukts par godu Mihailam Vasiljevičam Lomonosovam - krievu fiziķim (1711–1765). Viņš bija fizikas profesors Sanktpēterburgas universitātē un savu dzīvi veltīja vielas un elektrības īpašību studijām, pētīja arī ziemeļblāzmas cēloņus. Viens no viņa svarīgākajiem sasniegumiem astronomijā ir Venēras atmosfēras atklāšana 1761. gada 26. maijā, novērojot Venēras pāriešanu Saules diskam.

AMIE ieguva Lomonosova krātera attēlu 2006. gada 30. janvārī apmēram 2100 km attālumā no virsmas ar izšķirtspēju 190 m uz pikseli. Attēlotā laukuma centra koordinātes: platumus 27,8 N un garums 98,6 E.

Krāteris savu nosaukumu ieguva, kad padomju automātiskā starpplanētu stacija "*Luna 3*" nofotografēja Mēness neredzamo pusi 1959. gada 7. oktobrī.

No www.asd-network.com

I. P.

JANIS JAUNBERGS

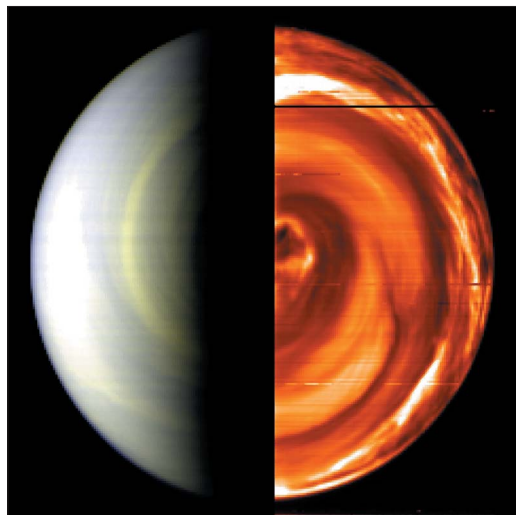
PLANETĀRĀ SUPERROTĀCIJA UN TITĀNA PAISUMA VĒJI

Ja karstumu mīloši roboti kādreiz apdzīvos Venēru, to galvenais enerģijas avots, šķiet, nebūs blāvā Saules gaisma, kas tik tikko atspīd cauri biežajiem sērskābes miglas mākoņiem. Daudz ticamāk, ka tie pratis izmantot Venēras atmosfēras superrotāciju – ātros, valdošos austrumu vējus, kurus 1985. gadā izdevās izsekot ar meteoroloģiskajiem baloniem “Vega 1” un “Vega 2” misiju ietvaros.

Venēras konstanto vēju par superrotāciju dēvē tādēļ, ka gaisa masas apceļo visu planētu četrās Zemes diennaktīs – 60 reižu ātrāk par pašas Venēras rotāciju, un šīs ekvatoriālās gaisa straumes ātrums sasniedz 300 kilomet-

rus stundā. Superrotācijas enerģija, protams, kaut kādā veidā nāk no Saules siltuma, taču šī meteoroloģiskā “siltuma dzinēja” darbības mehānisms nav pierādīts. Pastāv vairākas hipotēzes, kuru izvērtēšanai nepieciešams ievākt vairāk datu. Superrotācijas un arī citu jautājumu pētīšanai Eiropas Kosmiskā aģentūra 2006. gada 11. aprīlī Venēras orbitā ievadīja pavadoni “Venus Express”, kurš tagad ir uzsācis savu 2–3 gadus ilgo misiju. Kamēr “Venus Express” ievāc datus par Venēras atmosfēru, vēl nav istais laiks iedziļināties superrotācijas mehānismos, tāpēc pievērsīsimies citai, radikāli aukstākai pasaulei.

Saturna milzu pavadonim Titānam, kurš izmēros pārspēj pat Merkuru, ir masīva, tūkstoš kilometrus bieza atmosfēra, kas uz kvadrātmetru saņem 193 reizes mazāk Saules siltuma nekā Venēras atmosfēra. Zinot, cik maz enerģijas tas iegūst no Saules, nez vai Titāns varētu būt kandidāts uz spēcīgiem vējiem, drīzāk tam vajadzētu būt pilnīgi rāmam. Tomēr jau “Voyager 1” radiosignālu “virmošana” Titāna atmosfērā liecināja par nevienmabīgu un, iespējams, vējainu atmosfēru. Zvaigžņu novērojumi no Zemes brīžos, kad Titāns tās aizsedz, ļāva aprēķināt, ka Titāna atmosfēras forma ir pārāk saplacināta, tātad tika atzīts par iespējamu, ka arī Titānam raksturīga atmosfēras superrotācija, kas centrālās efekta dēļ atvelk gaisu no polārajiem rajoniem un sabiezina ekvatoriālo atmosfēru. Galīgi šo jautājumu atrisināja zonde “Huygens”, ko “Cassini” pavadoņi nogādāja Titāna atmosfērā. Ar izpletni trīs stundas dreifejot lejup Titāna atmosfērā, “Huygens” ļāva izmērīt vēju profilu atkarībā no augstuma un patiešām



Venēras infrasarkanā fotogrāfija parāda superrotāciju. Skats uz dienvidu puslodi, attēla centrā – dienvidpols.

Venus Express/ESA foto



Titāna tūkstoš kilometrus biezo atmosfēru no aizmugures izgaismo Saule.

Cassini/JPL/NASA foto

konstatēt superrotāciju austrumu virzienā ar 110 kilometru stundā maksimālo ātrumu 50–60 kilometru augstumā virs Titāna virsmas.

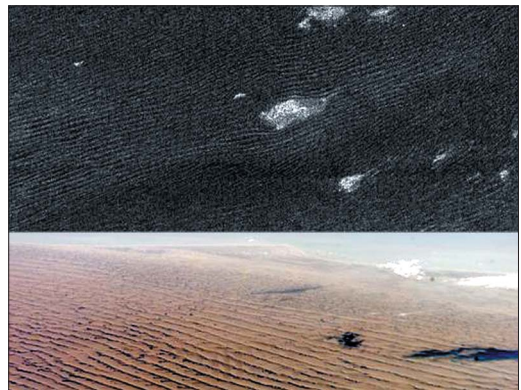
Līdzīgi kā Venērai, arī Titāna atmosfēras superrotācijas enerģija acimredzot nāk no Saules siltuma. Lai niecīgā Saules enerģija uzturētu ekvatoriālo gaisa straumi, valdošajiem vējiem nekas nedrīkst traucēt. Jau zināms, ka ar intensīvām meteoroloģiskajām norisēm Titāns neizceļas un arī augstu kalnu tur nav. Tomēr eksistē Titānam unikāla parādība, kam vajadzētu tik spēcīgi saviļņot atmosfēru, lai isā laikā pilnīgi izjauktu superrotāciju.

Aplūkojot Titānu kā savdabīgu planētu, var viegli aizmirst par tā masīvo pavēlnieku – gāzu milzi Saturnu, kuru Titāns 15,9 dienu laikā apriņķo nieka 1,2 miljonu kilometru attālumā. Precizitātes labad jāpiebilst, ka Titāna attālums līdz Saturnam apriņķojuma gaitā svārstās no 1 miljona un 187 tūkstošiem kilometru līdz 1 miljonom un 257 tūkstošiem kilometru, jo orbīta nav precīzi riņķveida. Spēks, ar ko Saturns pievelk Titāna atmosfēru, ir at-

karīgs no attāluma starp abiem partneriem – kad Titāns savā nedaudz eliptiskajā orbītā ir tuvāk Saturnam, Saturna gravitācija spēcīgāk deformē Titāna atmosfēru. Attālumam pieaugot, Saturna izraisītais Titāna atmosfēras paisums atslābst.

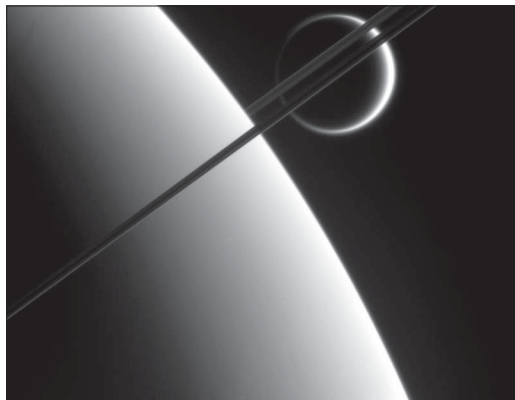
Gaisa masu pārvietošanās Saturna gravitācijas ietekmē ir galvenais vēja iemesls tuvu pie Titāna virsmas, kur mainīga virziena paisumu vējš no Titāna smiltīm veido līdz 100 metru augstas kāpas. Kādos erozijas procesos no Titāna ledus garozas ir radušās ledus graudiņu smiltis, pagaidām var tikai minēt, jo, pirms “*Cassini*” radara attēli parādīja kāpas, neviens teorētiķis neko tādu negaidīja. Tomēr kāpu orientācija un lielums liecina, ka paisuma vēji eksistē.

Paisuma vējiem ir nozīme arī augstāk Titāna atmosfērā, kur dominē superrotācija. Paisumi, līdzīgi kā Saules siltuma ierosinātās konvekcijas strāvas, pārnes gaisa masas no poliem uz ekvatoru un atpakaļ. Meridiānu virzienā paisumu vēja ātrums teorētiski sasniedz līdz 5 m/s, kaut gan “*Huygens*” zonde nolaidās tādā paisuma fāzē, kad gaisa kustība uz brīdi bija pierimusi. Mazkustīgajām polārajām gaisa masām ar 5 m/s ātrumu ielaužoties ekvatoriālajā superrotācijas zonā, pastāvīgā ekvatoriālā gaisa straume tiktu atšķaidīta,



Titāna kāpas: “*Cassini*” radara attēls (*augšā*) un mākslinieka interpretācija (*apakšā*).

JPL/NASA attēls



Titāns, Saturns un Saturna gredzeni pret gaismu.
Cassini/JPL/NASA foto

un rotācija zaudētu ātrumu. Līdzīgi, ja ekvatoriālais, superrotācijas kustībā esošais gaiss atplūst uz poliem, tam būtu jā saglabā kustības moments, un ap poliem veidotos isti orkāni! Ja paisumu vēji vēl nav izdzēsuši Titāna ekvatoriālo superrotāciju, tad acīmredzot par superrotāciju mēs vēl ne tuvu nezinām visu – ne Titāna, nedz arī Venēras gadījumā.

Vairākas jaunu Titāna misiju koncepcijas pašlaik sacenšas par atzišanu un cerībām uz finansējumu. Atmosfērā peldošs robotbalons jeb aerobots vislabāk parādītu gaisa kustību, tajā skaitā superrotāciju, paisuma vējus un

Saules siltuma radīto konvekciju. Tomēr aerobots ir tehniski riskants un dotu tikai punktveida mērījumus. Vienkāršu barometru tīkls, ko gadiem ilgi darbinātu radioizotopu baterijas, sniegtu plašāku informāciju un būtu daudz robustāks.

No otras puses, ne tikai fundamentālā meteoroloģija rosina pētīt Titānu. Eksobiologiem ir citi priekšlikumi, kas vērsti uz Titāna ķīmisko iepazīšanu, nevis atmosfēras fiziku. Iespējams, ka tik tiešām Titāna istā vērtība ir tā unikālajā ķīmijā, bet arī uz molekulu analizēm orientēti Titāna izpētes roboti nevarēs nepamanīt tās iespaidīgās cikliskās pārmaiņas, kas uz Titāna notiek Saturna paisumu iespaidā.

Ar smalkiem un precīziem instrumentiem apgādātais “*Cassini*” pavadoņš tikmēr turpina savu misiju Saturna sistēmā, un “*Cassini*” obligātā programma vēl ir tikai pusē. Pēc tam sekos izvēles programma, kuras gaitā, iespējams, tieši Titāns saņems maksimālo zinātnieku uzmanību. Jācer, ka Titāns šīs papildu misijas laikā parādīs arī kādus mākoņus mērenajā joslā, no kuriem varēs spriest par patieso gaisa kustību, tajā skaitā par paisuma vējiem – parādību, kuras nozīmi un skaistumu “*Cassini*” un “*Huygens*” projektētāji pirms 20 gadiem nemaz nenojauta, bet kura uzdos pietiekami daudz miklu nākamajām Titāna pētnieku paaudzēm.

Saite

<http://saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm> – mājaslapa “*Cassini*”/“*Huygens*” misijai uz Saturnu.

Avots

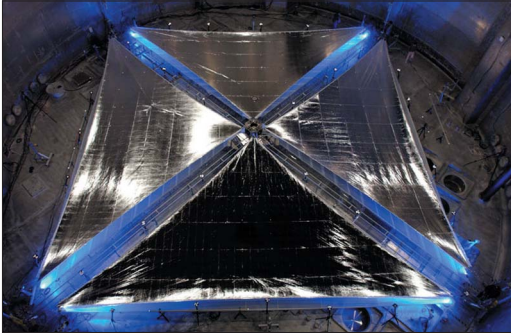
Tokano, T., Neubauer, F. M. “Tidal Winds on Titan Caused by Saturn”. – *Icarus* 158, 499–515 (2002). 🐦

VIESTURS KALNIŅŠ

SAULES BURAS

Ideja par saules buru izmantošanu starplanētū lidojumos nav jauna, bet praksē tā vēl ne vienu reizi nav lietota, jo pat 21. gad-

simta sākumā nav vienkārši izgatavot tik lielu un plānu buru, lai to spētu izkustināt niecīgais Saules gaismas spiediens.



No aluminizēta CP-1 izgatavotas saules buras prototips NASA starplanētu vides simulācijas kamerā.

NASA-MSFC foto

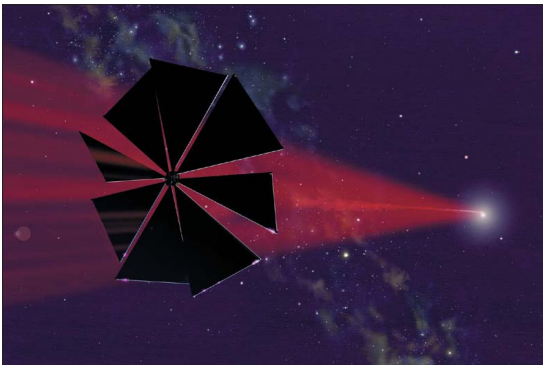
Pirmie mēģinājumi notika jau 1993. gadā, kad no kosmosa kuģa “Progres” tika izvērsta milzu folija “Znamya” [1]. Kaut arī toreiz eksperimenta galvenais mērķis bija Zemes naktīgo rajonu apgaismošana, viss norisinājās, kā plānots, un 2004. gadā iesāko turpināja Japānas zinātnieki, kuri ar vienu raķeti kosmosā nosūtīja divas poliamīda šķiedras buras (pirmā bura izpletās 122 km augstumā, bet otrā – 169 km augstumā). Arī starptautiskās nevalstiskās organizācijas ir iesaistītas saules buru izstrādē. Tā 2001. un 2005. gadā

savu projektu “Cosmos 1” mēģināja īstenot Planētu izpētes biedrība (*Planetary Society*), taču neveiksmīgi, jo nesējraķetes “Volna” kļūmju dēļ abas reizes “Cosmos 1” sadega atmosfērā [2].

Tā kā saules buras kustība nav vienmērīga un tās ātrums pieaug logaritmiskas liknes veidā, viens no tās svarīgākajiem raksturlielumiem ir paātrinājums, ko var aprakstīt ar vienādojumu $a_c = RP_s/P_a$ [3], kur a_c – paātrinājums (m/s^2), R – virsmas atstarotspēja = 0,9, P_s – Saules gaismas spiediens 1 a. v. attālumā = $9,12 \mu\text{N/m}^2$, P_a – buras vidējais blīvums (kg/m^2).

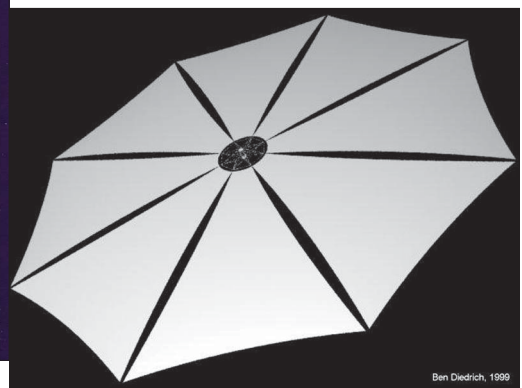
Kā redzams, liela paātrinājuma iegūšanai ir nepieciešams pēc iespējas mazāks buras vidējais blīvums, bet tas savukārt ir atkarīgs no izmantotā materiāla, kas parasti ir aluminizēts milars (*mylar*) vai kaptons (*kapton*). Abiem šiem materiāliem ir gan savas priekšrocības, gan trūkumi – milars ir salīdzinoši lēts un pieejams $5 \mu\text{m}$ plānas plēves veidā ar blīvumu 7 g/m^2 , bet nav noturīgs pret Saules ultravioleto (UV) starojumu. Kaptons ir izturīgs pret UV starojumu, bet pašreiz to nav iespējams izgatavot plānāku par $8 \mu\text{m}$, un līdz ar to vidējais blīvums nevar būt mazāks par 12 g/m^2 [3].

Vēl svarīgāks saules buras raksturlielums ir maksimālais ātrums, ko ar šādu buru aprī-



Ja Saules gaismu aizstātu ar koncentrētu lāzera staru kūli, tad ar šādu buru varētu īstenot pat pirmos starpzvaigžņu lidojumus.

Planetary Society zīmējums



Ar centrālās spēka palīdzību izvēršama saules bura.

Ben Diedrich zīmējums

kota automātiskā starpplanētu stacija vai zonde var sasniegt, un to var izteikt ar vienādojumu

$$V_t = 548 \sqrt{\frac{a_c}{r_s}} \quad [3], \text{ kur } V_t - \text{maksimālais}$$

ātrums (km/s^2), a_c – paātrinājums (m/s^2), r_s – tuvākais attālums no Saules (a. v.).

Pietuvojoties Saulei tuvāk par Merkura orbītu, svarīga kļūst buras termiskā izturība. Kā jau iepriekš tika minēts, saules buru veido plāna un viegla plēve, kas pārklāta ar vēl plānāku alumīnija kārtiņu (apmēram 100 nm), bet, tā kā alumīnijs ir labs siltuma vadītājs, tas intensīva Saules starojuma ietekmē var ātri sasniegt kušanas temperatūru un neatgriezeniski sabojāt visu buru, kas zaudētu savu atstarotspēju. Tāpēc vispiemērotākais materiāls atstarojošam pārklājumam ir ogleklis – mikrošķiedru vai nanocaurulišu veidā, jo tas ir daudz stabilāks augstā temperatūrā un arī vieglāks par alumīniju [3].

Lai iegūtu vēl lielāku ātrumu, saules buru izmantošanu var kombinēt ar gravitācijas manevriem vai arī Saules gaismu aizstāt ar koncentrētu lāzera staru kūli, bet tādā gadījumā problēmas radītu lāzera ģeneratora jauda un arī notēmēt staru uz miljoniem kilometru tālu kustīgu objektu nebūtu viegli. 2000. gadā šāda lāzerbura tika izmēģināta *Wright-Patterson* gaisa spēku bāzes vakuuma kamerā, kur uz to notēmēja 13,9 kW lāzera, un no *microtruss* materiāla izgatavotā bura ne tikai izturēja intensīvo starojumu, bet arī sāka pārvietoties staru kūļa virzienā [4].

Saites

1. <http://www.space-frontier.org/Events/Znamya>.
2. http://www.russianspaceweb.com/cosmos_solar_sail.html.
3. <http://solarsails.jpl.nasa.gov/introduction/design-construction.html>.
4. <http://www.jpl.nasa.gov/releases/2000/lasersail.html>.
5. <http://www.nasa.gov/centers/marshall/news/news/releases/2005/05-157.html>.
6. <http://www.inspacepropulsion.com>.
7. http://www.planetary.org/programs/projects/solar_sailing/. 🐦



Raketē uzstādītās fotokameras attēls, kurā redzama viena no Japānas Kosmosa aģentūras eksperimentālajām burām.

JAXA foto

Tā kā saules burām nepieciešamās tehnoloģijas NASA ir iekļāvusi augstas prioritātes sadaļā, 2005. gadā tā, sadarbojoties ar “*SRS Technologies*”, starpplanētu vides simulācijas kamerās veica jauna buru materiāla CP-1 izmēģinājumus, kas no citiem atšķiras ar to, ka tas apvieno divas pašreizējo materiālu īpašības – milara plānumu un kaptona izturību pret UV starojumu [5].

Arī Planētu izpētes biedrība nav samierinājusies ar “*Cosmos 1*” neveiksmēm un sola turpināt iesākto projektu – iespējams pavisam drīz pa spirālveida orbītu no Zemes attālināsies pirmā ar saules burām aprīkotā starpplanētu zonde.

GALAKTISKĀ KOSMISKĀ STAROJUMA BIOLOĢISKĀS IEDARBĪBAS ĪPATNĪBAS

Kosmiskā starojuma fons, kas ietver mūsu planētu, ir pētīts vairāk nekā pusgadsimtu un tā fizikālais raksturojums labi zināms. Neskaidribas vēl joprojām ir atsevišķu kosmiskā starojuma komponentu radiobioloģiskajā novērtējumā un radiācijas drošības normu ievērošanā. Pieļaujamās radioaktīvā apstarojuma normas jau tiek pārsniegtas, lidojot modernos lidaparātos. Piemēram, lidmašīnā “Concord”, kas lido 16 km augstumā, radioaktīvais fons ir 45 μSv /stundā. Kosmiskās stacijas “Mir” ekipāža 1989. gada augustā viena Saules uzliesmojuma laikā saņēma papildu apstarojumu 3 mSv¹. Orbitālo lidojumu apstarojuma fons sevišķas bažas tomēr nerada, jo radiobioloģiskie pētījumi te veikti ilgstoši – vairāk nekā pusgadsimtu. Starojuma veidus, kas sastopami Zemes magnētiskajās joslās, var modulēt ciklotronos un atomu reaktoros uz Zemes. Ir zināmi starojumu bioloģiskās iedarbības mehānismi. Ar fizikālām aizsardzības sistēmām iespējams ierobežot “piķa dozas”, ko rada Saules uzliesmojumi. Ja pārsniegta pieļaujamā apstarojuma doza, orbitālā lidojuma ekipāžu var nomainīt. Starpplanētu ekspedīcijās radiobioloģiskais risks pagaidām ir nepilnīgi novērtēts un līdz šim iegūtie rezultāti ir pretrunīgi.

Kā zināms, galaktiskā starojuma avots atrodas starpplanētu telpā, no kurienes uz mūsu planētu plūst enerģijas bagāts starojums. Starojuma plūsma ir vienmērīga, bet atsevišķu tās daļu fizikālās īpašības ir atšķirīgas. Sevišķi nozīmīgs ir starojuma veids, kas satur smagas lādētas daļiņas (SLD) jeb atomu kodolus. Radiobioloģijā ir zināms, ka lādētām daļiņām enerģijas lineārā pārvade (LEP) ir ievērojami lielāka nekā elektromagnētiskajiem

x un γ stariem un tāpēc apstarotajos audos enerģija rada lielāku bioloģisko efektu. Starptautiskā radiācijas aizsardzības komisija (ICRP) ir atzinusi, ka α stari jeb hēlija kodoli uz audiem iedarbojas 10 reizi kaitīgāk nekā γ stari. Galaktiskā starojuma daļiņu masa un lādiņš ir ievērojami lielāki par hēlija kodoliem. Noskaidrots, ka SLD audos ienestā enerģija ir apmēram 500 reizi lielāka nekā α stariem. Tas radija trauksmi radiobiologos, un SLD bioloģiskās ietekmes pētījumi kļuva visai aktuāli.

Šajos darbos piedalījās arī Latvijas Zinātņu akadēmijas Bioloģijas institūta radiobiologi. Par izmēģinājuma modeli tika izvēlētas sausas salātu sēklas, ko ilgstoši varēja eksponēt kosmiskajos lidaparātos. Piemēram, kosmiskajā stacijā “Salut – 7” sēklas lidoja 497 dienas. Ilgstošs lidojums sēklām bija nepieciešams tādēļ, ka Zemes magnētiskie lauki daļēji SLD absorbē un to plūsma orbitālajās trasēs ir neliela. SLD iedarbību uz sēklām noteica institūta laboratorijās. Iegūtie rezultāti bija pārsteidzoši. Ilgstošais kosmiskais ceļojums bija maz ietekmējis sēklu digšanu un augu augšanu (sk. žurnāla “Zvaigžņotā Debess” 2005. gada vasaras numurā autora rakstu “Kosmisko staru bioloģiskā iedarbība” 45.–48. un 57. lpp.). No kosmosā eksponētajām sēklām SLD trāpījums bija letāls tikai 9% gadījumos. Dažas sēklas bija izturējušas pat vairākus SLD trāpījumus. Bojātām sēklām parasti aizkavējās primārie fizioloģiskie procesi un pirmās lapas izauga kroplās. Lielākie bojājumi parādījās augu otrajā paaudzē. Samazinājās sēklu didzības spēja un veidojās neraksturīgas augu formas. Šādas mutācijas raksturīgas augiem pēc parastā radioaktīvā starojuma iedarbības. Augu trešajā paaudzē novērojumi netika izdarīti, jo no Bioloģijas

¹Pieļaujamā doza gadā ir 0,1 mSv.

institūta neatkarīgu apstākļu dēļ šie pētījumi Latvijā neturpinājās, tomēr SLD radiobioloģija ir aktuāla vēl joprojām. Šajā jomā darbojas kosmisko pētījumu centri Vācijā, ASV, Krievijā (*sk. avotus*).

Ar gandarijumu jāatzīmē, ka pirms 30 gadiem Latvijas radiobiologu iegūtie rezultāti tagad ir apstiprināti citu zinātnieku eksperimentos. Ir pierādītas SLD bioloģiskās iedarbības īpatnības, kas atšķiras no klasiskās radiobioloģijas pieņemtajām normām. Šo atšķirību cēlonis pirmām kārtām ir starojuma treka struktūra, jo enerģija koncentrēta treka centrā. Par to liecināja mūsu eksperimenti ar salātu sēklām. Tas novērots arī citos bioloģiskos objektos. Piemēram, SLD trāpījums rauga šūnā ne vienmēr šūnu nonāvē, kaut arī ienestā starojuma enerģija pārsniedz letālās dozas robežas. Eksperimenti ar mikrobu *Bacillus subtilis* rāda, ka pēc SLD trāpījuma šūnā veidojas divi enerģijas viļņi. Viens darbojas 1 μm attālumā, otrs virzās tālāk – līdz 5 μm no starojuma treka. Nav droši zināms, vai šie viļņi ir sekundārais delta starojums jeb cita veida enerģija. Tātad nav šaubu, ka starojums iedarbojas ļoti lokāli, bet tā iedarbības mehānisms vēl rūpīgi jāpēta.

Otra galaktiskā starojuma īpatnība ir ļoti augstais jonizācijas blīvums jeb LEP limenis, kāds nav sastopams citiem radioaktīviem starojumiem. Noskaidrojās, ka pastāv LEP “slietnis”, aiz kura mainās līdz šim zināmās radiobioloģiskās sakarības. Balstoties uz eks-

perimentiem ar dažādiem bioloģiskiem objektiem, *ICRP* par kaitīgāko atzina starojumu, kuram LEP ir 100 keV/μm. Pārsniedzot šo robežu, bioloģiskais efekts samazinās. Tas raksturīgs galaktiskajam starojumam.

No fizikas viedokļa, šāds atzinums ir neizprotams. Izskaidrojumu sniedz bioloģiskie novērojumi. Starojums ar augstu LEP nenoliedzami rada lielus lokālus bojājumus, bet mazāk skartajās šūnās notiek intensīvi reparācijas procesi, tāpēc bojātie audi ātrāk atveseļojas. Šo parādību novērojām arī mūsu eksperimentos ar kosmosā eksponētajām salātu sēklām. Tas tagad pierādīts arī ar siltasiņu dzīvnieku šūnām. Interesanti atzīmēt, ka lietojumā uz Mēnesi “*Apollo-14*” astronauti veica radiofosfēnu jeb SLD acis izraisīto uzliesmojumu novērojumus. Aizverot acis, šie uzliesmojumi parādījās kā zvaigznītes, gaišas svītras vai gaiši plankumi. Nepilnas stundas laikā astronauti reģistrēja 48 galaktiskā starojuma radiofosfēnus, kas uz laiku apgrūtināja tiešo pienākumu izpildi, bet neatgriezeniski redzes bojājumi neradās.

Tomēr jāatzīmē, ka LEP “slietņa” efekts nav attiecināms uz dzīvo organismu ģenētiskajām šūnām. Pēc pašreizējiem novērojumiem, SLD apstarojuma kaitīgā ietekme parādās nākamajās augu un siltasiņu dzīvnieku paaudzēs. Galaktiskā starojuma “dozas-efekta” sakarība vēl neskaidra, tomēr šķiet, ka Marsa ekspedīcijas dalībniekiem galaktiskā apstarojuma prognozētais risks ir pārvērtēts.

Avoti

1. Biological Effects and Physics of Solar and Galactic Cosmic Radiation NATO ASI Series. – 326 p., New-York, London.
2. Fundamentals for Enviromental Radiation NATO Science Series. – 540 p., Boston, London.
3. Действие тяжёлых ионов на биологические объекты. – 215 стр., Москва. 🐦

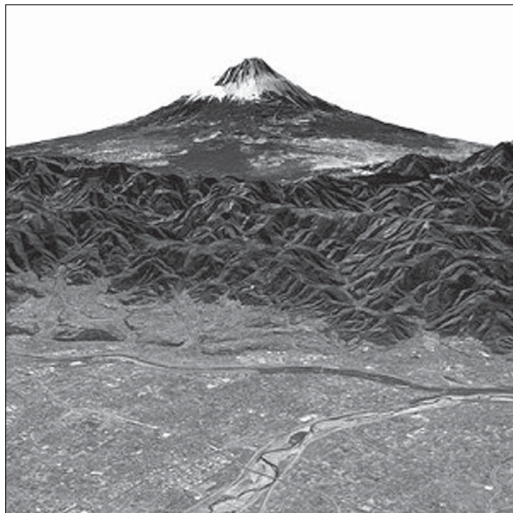
ALOS PIRMAIS ATTĒLS – FUDŽI KALNS

Šis Fudži (*Fuji*) kalna atainojums (*sk. attēlu*) bija pirmais jaunums, kas tika iegūts ar Japānas Kosmisko pētījumu aģentūras *JAXA* (*Japan Aerospace Exploration Agency*) – *nesen* – 2006. gada 24. janvārī – palaisto pavadoņi *ALOS* (*Advanced Land Observing Satellite*). Eiropas Kosmosa aģentūra *ESA* atbalsta *ALOS* kā “klienta misiju” (*Third Party Mission*), kuras līdzekļus aģentūra izmantos, lai iegūtu un sadalītu datus no pavadoņa to lietotājiem.

Fudži – Japānas augstākais kalns (3776 metri) – ir vulkāns, kas dus kopš tā pēdējā izvirduma 1707. gadā. Tas atrodas tuvu Klusā okeāna piekrastei un “sēž” starp Jamaši (*Yamashi*) un Šizuoka (*Shizuoka*) prefektūru apmēram 100 kilometrus uz rietumiem no Tokio. Tūkstoši ļaužu kāpj šajā kalnā katru gadu, parasti jūlijā un augustā – oficiālajā sezonā, kad tur nav sniega.

Attēla priekšpusē ir redzamas sīkas upes un centrā pa labi Motosu ezers, viens no pieciem ezeriem, kas veido Fudži piecu ezeru apvidu. Var saskatīt arī Fudži–Subaru ceļu, kas ved uz kalna virsotni no Motosu ezera. Motosu ezers (atveidots uz 5000 jēnu naudas zīmes), kura aploce ir 13 kilometru, atrodas pašos rietumos no pieciem ezeriem, katrs no tiem izveidots no lavas straumes. Pārējie četri ezeri ir Kavaguči (*Kawaguchi*), Jamanaka (*Yamanaka*), Sai un Šodži (*Shoji*).

Attēla dati tika iegūti kā daļa no sākuma funkcionālās pārbaudes testa kopš pavadoņa palaišanas. Viens no pavadoņa *ALOS* trim instrumentiem *PRISM* (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*) novēroja kalnu 02:00 *CET* (Centrāleiropas laiks, 10:30 pēc Japānas laika) 2006. gada 14. februārī. *PRISM* ir optisks sensors, kam ir trīs neatkarīgas optiskās sistēmas teritorijas un augst-



Fudži kalns – *ALOS* pirmais attēls, iegūts 2006. gada 14. februārī.

No www.asd-network.com

tuma datu iegūšanai vienlaikus, pieļaujot trīsdimensionālus attēlus ar augstu precizitāti un biežumu (frekvenci).

Pārējie divi instrumenti uz pavadoņa *ALOS* borta ir *PALSAR* (*P*hased *A*rray *t*ype *L*-band *S*ynthetic *A*perture *R*adar) – mikroviļņu radars, kas var iegūt novērojumus pilnīgi jebkādos laika apstākļos, un *AVNIR-2* (*A*dvanced *V*isible and *N*ear *I*nfrared *R*adiometer *t*ype-2), kas iecerēts, lai zīmētu zemes apvalku un augu valsti redzamajā un tuvajā infrasarkanajā spektra joslā.

Latvijas astronomiem japāņu pavadoņi *ALOS* kļuvis īpašs neregulāru novērojumu objekts: šā gada 15. augustā LU Astronomijas institūta novērošanas bāzē Rīgā (Kandavas ielā) tika veikti pirmie tā lāzermērījumi. 🌑

AGNIS ANDŽĀNS

LATVIJAS 2005./2006. MĀCĪBU GADA MATEMĀTIKAS OLIMPIĀŽU UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

Uzdevumi publicēti "Zvaigžņotās Debess" 2006. gada vasaras numurā, 34.–42. lpp.

SAGATAVOŠANĀS OLIMPIĀDES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

5. klase

1. Ciparu virknēs no 000 līdz 999 pāra un nepāra ciparu ir vienāds daudzums ("simetrijas dēļ"). Tā kā 000 vispār nav jāapskata un nulles skaitļa priekšā netiek rakstītas, tad starp "īstajiem" cipariem nepāra ciparu ir vairāk nekā par 100 vairāk nekā pāra ciparu. Šo faktu negroza arī skaitlis 1000, kurā pāra ciparu ir par 2 vairāk nekā nepāra ciparu.

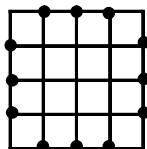
2. Sākotnējam skaitlim x pieskaitīja 321, tātad $3x = 321$ un $x = 107$. Pārbaude (obligāta!) $107 \times 4 = 428$ parāda, ka šī atbilde der.

3. Vārdā KRIZANTĒMA ir 10 burtu, no tiem 9 ir dažādi. Apzīmēsim skaitli iztrūkstošo ciparu ar X . Tad $\mathbf{K + R + I + Z + A + N + T + \bar{E} + M + X = 0 + 1 + \dots + 9 = 45}$.

Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem A ir pāra cipars un $\mathbf{K + R + I + Z + A + N + T + \bar{E} + M + A}$ dalās ar 9. No abiem izceltajiem faktiem seko, ka $X - A$ dalās ar 9. Tā kā $X - A \neq 0$, tad $|X - A| \geq 9$ un $|X - A| = 9$ iespējams tikai tad, ja X un A ir 0 un 9. Tā kā A – pāra cipars, tad $A = 0$.

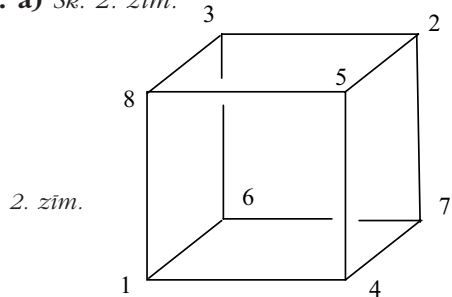
4. Režģa līniju kopgarums ir 40, tāpēc katrs tā posms jākrāso tieši vienu reizi.

1. zīm.



Apskatām 1. zīm. izceltos punktus; to ir 12, un no katra no tiem iziet 3 krāsojami nogriežņi. Rūtiņas kontūrs, kas satur izcelto punktu, vai kāsišis, kura viduspunkts ir šajā punktā, satur divus no tiem; tāpēc katrā izceltajā punktā jābeidzas vienam kāsišim. Tikai 4 no kāsišiem (stūros) var beigties divos izceltos punktos katrs; tāpēc vajag vismaz $4 + (12 - 4 \cdot 2) = 8$ kāsišus. (Lasītājs var viegli pārbaudīt, ka ar 8 kāsišiem var iztikt, lai gan uzdevumā tas nav prasīts.)

5. a) Sk. 2. zīm.



2. zīm.

b) Apzīmēsim vienas skaldnes skaitļu summu ar S . Tad $6 \cdot S = 3 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8)$ (katra virsotne pieder 3 skaldnēm), tāpēc $S = 18$.

6. klase

1. Apzīmēsim 2×2 kvadrātu skaitu ar x , bet 3×3 kvadrātu skaitu ar y . Tad $4x + 9y = 49$, $x \geq 0$, $y \geq 0$, x un y – veseli skaitļi. Pārbaudot $x = 0; 1; \dots; 12$ (lielākas x vērtības nav jāpārbauda, jo tad y ir negatīvs), redzam, ka varētu derēt tikai $x = 1; y = 5$ un $x = 10; y = 1$.

Pirmajā gadījumā ir ≥ 2 lielā kvadrāta malas, kas nesatur nevienu 2×2 kvadrāta malu – pretruna, jo 7 nedalās ar 3. Otrā gadījumu apskata līdzīgi. Tātad minētā sagriešana nav iespējama.

2. Kafijas krūzē ir vairāk.

Cipariņš kopā izmanto vienādus daudzumus kafijas un piena. Pirmajā izdertajā malkā kafijas ir tikpat, cik piena, bet otrajā – mazāk. Tāpēc pēc otrā malka izdzeršanas atlikušās kafijas ir vairāk nekā atlikušā piena.

3. Nē, nevar.

Starp ierakstāmajiem skaitļiem ir arī pirm-skaitļi 17; 19; 23; 29; 31. Ar tiem nedalās neviens cits ierakstāmais skaitlis. Tāpēc tiem jāietilpst visos apskatāmajos reizinājumos. Bet ir tikai 4 (centrālās) rūtiņas, kas pieder visiem apskatāmajiem 3×3 rūtiņu kvadrātiem.

4. Pirmais apgalvojums ir patiesi tikai visīsākā zēna mutē. Tāpēc klasē ir tikai viens zēns, kurš nemelo, bet visi citi ir meļi, un šis zēns X ir visīsākais. Tāpēc citu zēnu tiešām ir ≥ 11 . Ja to būtu ≥ 12 , tad otrā īsākā zēna otrais apgalvojums būtu patiesi; tā nevar būt. Tāpēc citu zēnu ir tieši 11, un pavisam klasē ir 12 zēnu. (Pārbaude parāda, ka iegūtā situācija apmierina uzdevuma nosacījumus.)

5. Ja puse meiteņu sēž ar zēniem, tad otrā puse meiteņu sēž ar meitenēm; tātad šī “otrā puse” sastāv no pāra skaita meiteņu. Tāpēc meiteņu kopējais skaits dalās ar 4. Ja uzdevumā minētā pārsēdināšana būtu iespējama, tad arī zēnu skaits dalītos ar 4; tad arī kopējais skolēnu skaits dalītos ar 4. Bet 34 ar 4 nedalās – pretruna.

7. klase

1. Ja tāds skaitlis x būtu, tad vienlaikus jāpastāv sakarībām:

$$x = \frac{c-b}{a}, x = \frac{a-c}{b}, x = \frac{b-a}{c}.$$

Tā kā $(c-b) + (a-c) + (b-a) = 0$ un neviens no skaitļiem $c-b$; $a-c$; $b-a$ nav 0,

tad kāds no tiem ir negatīvs, bet kāds cits – pozitīvs. Tāpēc arī kāda no iegūtajām izteiksmēm pieņem pozitīvu vērtību, bet kāda cita – negatīvu; tas nav iespējams.

2. a) Jā; sk., piem., 3. zīm.

3. zīm.

5	7	9
3	4	6
1	2	8

b) Nē. Ja tā notiktu, tad visu triju rindiņu summu summai būtu jābūt pāra skaitlim. Bet $1 + 2 + \dots + 9 = 45$ – pretruna.

3. Ja Andris būtu izsvītrojis citu ciparu, nevis pēdējo, tad summai būtu jābūt pāra skaitlim. Tātad Andris izsvītrojis pēdējo ciparu. Apzīmēsim sākotnējo skaitli ar \overline{abcde} ; tātad $\overline{abcde} + \overline{abcd} = 38207$. Tā kā $\overline{abcde} = 10 \cdot \overline{abcd} + e$, iegūstam $11 \cdot \overline{abcd} + e = 38207$. Tā kā $0 \leq e \leq 9$, tad e ir atlikums, kuru iegūst, 38207 dalot ar 11; tātad $e = 4$; $\overline{abcd} = (38207 - 4) : 11 = 3473$ un Andra sākotnēji uzrakstītais skaitlis ir 34734.

4. Pieņemsim pretējo: ir tāds 5×5 rūtiņu kvadrāts, kurā nav nevienas atzīmētās rūtiņas. Tad visas 9 atzīmētās rūtiņas katra pieder rindai vai kolonnai, kas neiet caur šo kvadrātu; tādu kopā ir 8. Tāpēc divas atzīmētās rūtiņas pieder vai nu vienai rindai, vai vienai kolonnai – pretruna.

5. Katrs nogrieznis var krustot ne vairāk kā 5 citus un katru no tiem – tikai vienā punktā. Nodzēsīsim tos 3 nogriežņus, kas katrs krusto visus piecus citus; līdz ar to pazudīs arī attiecīgie krustpunkti. Paliks 3 nogriežņi; uz viena no tiem būs palicis viens krustpunkts, uz otra – neviens. Tāpēc uz trešā palikušā nogriežņa būs palicis viens krustpunkts. Tātad sākotnēji uz tā bija $1 + 3 = 4$ krustpunkti.

8. klase

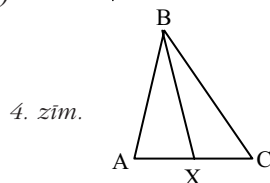
1. Taisnstūriem, kam diagonāles ir OA un OB, katram laukums ir 1 saskaņā ar A un B izvēli. Atņemot to kopīgās daļas laukumu, iegūstam vajadzīgo.

2. Jā. Piemēram:

0; 4; -1; -3; ±5; ±6; ±7; ...; ±52.

Gan summa, gan reizinājums ir 0.

3. Pieņemsim, ka X ir $\triangle ABC$ malas AC viduspunkts (4. zīm.)



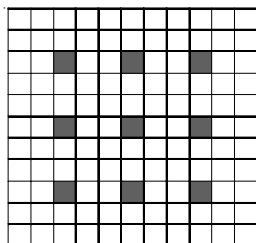
Tā kā $\angle AXB + \angle CXB = 180^\circ$, tad vai nu $\angle AXB \geq 90^\circ$, vai $\angle CXB \geq 90^\circ$; varam pieņemt, ka $\angle CXB \geq 90^\circ$. Tāpēc $\angle CXB$ ir lielākais leņķis trijstūrī CXB; tātad BC ir lielākā mala šajā trijstūrī un $BC > BX$. Secinām, ka $\triangle ABC$ **garākā** mala ir garāka par visām $\triangle ABC$ mediānām; tāpēc $\triangle ABC$ garākā mala ir garāka par visām $\triangle MNK$ malām un šie trijstūri nav vienādi.

4. Nē, nevar.

Pieņemsim, ka tādi skaitļi eksistē. Tā kā x un y dalās ar 52, tad x un y dalās ar 4; tā kā y un z dalās ar 56, tad y un z dalās ar 4. Tātad x un z abi dalās ar 4. Bet tad nevar būt $LKD(x,z) = 54$, jo 54 nedalās ar 4.

5. a) Apgalvojums seko no tā, ka $28 \cdot 9 = 252$ un $252 > 121 \cdot 2$.

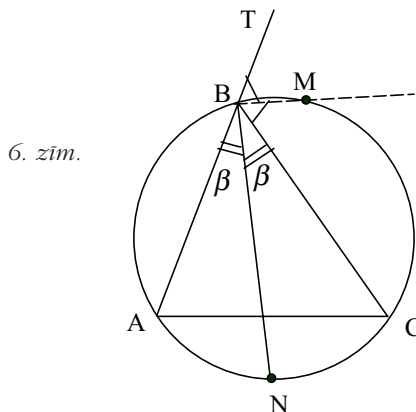
b) Ievērosim, ka jebkura figūra satur vienu no 9 iesvītrotām rūtiņām (5. zīm.). Uzdevuma apgalvojums seko no tā, ka $28 > 9 \cdot 3$.



9. klase

1. Nē. Tā kā visām parabolām zari vērsti "uz augšu", tad $a > 0$, $b > 0$, $c > 0$. Bet tad neviena no parabolām nevar krustot ordinātu asi (kur $x = 0$) punktā, kurā $y < 0$.

2. Novelkam arī iekšējā leņķa bisektrisi, kas krusto riņķa līniju punktā N. Tā kā $\sphericalangle AN = 2\beta = \sphericalangle NC$, tad N ir $\sphericalangle AC$ viduspunkts.



Tā kā $\angle MBN = \angle MBC + \angle CBN =$

$$= \frac{1}{2} \angle TBC + \frac{1}{2} \angle CBA =$$

$$= \frac{1}{2} (\angle TBC + \angle CBA) = \frac{1}{2} \cdot 180^\circ = 90^\circ,$$

tad M un N ir diametrāli pretēji punkti. Tātad $\sphericalangle NAM = \sphericalangle NCM$. Atņemot no šīs vienādības vienādību $\sphericalangle AN = \sphericalangle NC$, iegūstam $\sphericalangle AM = \sphericalangle CM$, k. b. j.

3. Ja $p = 2$, tad $p^4 - 1 = 15$. Ja $p > 2$, tad p ir nepāra skaitlis. Ievērojam, ka $p^4 - 1 = (p^2 - 1)(p^2 + 1) = (p - 1)(p + 1)(p^2 + 1)$.

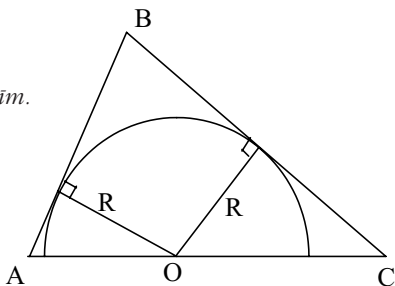
Skaitļi $p - 1$ un $p + 1$ ir divi viens otram sekojoši pāra skaitļi, tāpēc viens no tiem dalās ar 2, bet otrs ar 4; $p^2 + 1$ ir pāra skaitlis. Tāpēc $p^4 - 1$ dalās ar $2 \cdot 4 \cdot 2 = 16$.

4. Ievērosim, ka $L(ABC) = L(ABO) + L(CBO) =$

$$= \frac{1}{2} AB \cdot R + \frac{1}{2} BC \cdot R = \frac{1}{2} (AB + BC) \cdot R \text{ un}$$

$$L(ABC) = \frac{1}{2}(AB + BC + CA) \cdot r.$$

7. zīm.



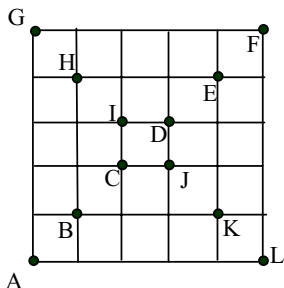
No abu laukuma izteiksmju vienādības seko

$$\frac{r}{R} = \frac{AB+BC}{AB+BC+CA} > \frac{AB+BC}{(AB+BC)+(AB+BC)} = \frac{1}{2},$$

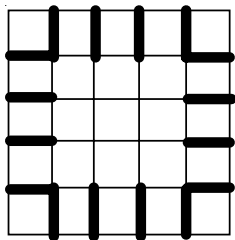
kas bija jāpierāda.

5. Ar 8 gājieniem.

Viegli redzēt, ka prasītais sasniedzams, nokrāsojot kvadrātus, kuru diagonāles ir AE; AD; CF; BF; HL; IL; JG; KG (sk. 8. zīm.).



8. zīm.



9. zīm.

Tāpat viegli saprast, ka ar vienu gājienu var nokrāsot ne vairāk kā divus no 9. zīm. izceltajiem 16 nogriežņiem. Tāpēc nepieciešami vismaz $\frac{16}{2} = 8$ gājieni.

10. klase

1. Punktu (a; 0) un (0; b) koordinātas apmierina vienādojumu $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$, tātad šie punkti atrodas uz uzdevumā minētās taisnes.

2. Nē. Ja $x^2 + y^2 = 13xy$, tad

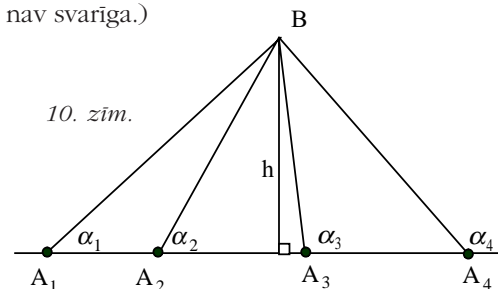
$$\left(\frac{x}{y}\right)^2 - 13 \cdot \left(\frac{x}{y}\right) + 1 = 0 \text{ un } \frac{x}{y} = \frac{13}{2} \mp \frac{\sqrt{165}}{2}.$$

Bet $\sqrt{165}$ ir iracionāls skaitlis, tāpēc arī iegūtās $\frac{x}{y}$ vērtības ir iracionālas – pretruna.

$$3. R_{12} = \frac{BA_2}{2 \sin \alpha_1} = \frac{h}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2}; \text{ līdzīgi}$$

$$R_{34} = \frac{h}{2 \sin \alpha_3 \sin \alpha_4}; R_{13} = \frac{h}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_3}$$

un $R_{24} = \frac{h}{2 \sin \alpha_2 \sin \alpha_4}$. No tā seko vajadzīgais. (Ievērojam, ka punktu secība uz taisnes nav svarīga.)



10. zīm.

$$4. \text{ Ievērojam, ka } a^2 + b^2 + c^2 \geq a^2 + 2bc = a^2 + \frac{2}{a}.$$

$$\begin{aligned} a^2 + \frac{2}{a} &\geq a + \frac{1}{a} + 1 \text{ jeb } a^2 - a - 1 + \frac{1}{a} \geq 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{a^3 - a^2 - a + 1}{a} &\geq 0 \Leftrightarrow \frac{(a^2 - 1)(a - 1)}{a} \geq 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{(a - 1)^2(a + 1)}{a} &\geq 0, \text{ kas ir acīmredzams.} \end{aligned}$$

5. $n = 11$.

Apzīmēsim aktīvistus ar A; B; C; D; E; F. Desmit komisiju piemērs AB; AC; AD; AE; BC; BD; BE; CD; CE; DE parāda, ka jābūt $n > 10$. Pieņemsim, ka $n = 11$. Sadalām visas komisijas piecās grupās:

12. klase

1. Jā. Dotās nevienādības ir ekvivalentas sistēmai $a - b < c$, $b - a < c$, $c < a + b$, kas reducējas par $a + b > c$, $b + c > a$, $c + a > b$. Uz to pašu reducējas pierādāmās nevienādības.

2. Nē. Viens no trim pēc kārtas sekojošiem naturāliem skaitļiem $7^x \cdot 2^y - 1$, $7^x \cdot 2^y$ un $7^x \cdot 2^y + 1$ dalās ar 3. Tā kā tas nav $7^x \cdot 2^y$, tad viens no abiem apskatāmajiem skaitļiem dalās ar 3. Tā kā tas ir vismaz 13, tad tas nav pirmskaitlis.

3. Vispirms pierādīsim, ka $AC \perp DE$. Ja patvaļīgas figūras F laukumu apzīmējam ar $L(F)$, tad no dotā seko $L(AED) = L(AEB) = L(ACB) = L(DCB) = L(DCE)$; bet no $L(AED) = L(DCE)$ seko $AC \perp DE$. Tātad DCD_1E un $DCBC_1$ ir paralelogrami; tātad $BC_1 = CD = ED_1$. No $BC_1 = ED_1$ seko vajadzīgais.

4. Nepāra naturāliem n .

Pieņemsim, ka n ir pāra skaitlis un šāds polinoms $P(t)$ eksistē. Tad patvaļīgam $a \neq 0$ pie $x = a$ un $x = -\frac{1}{a}$ iegūstam $P\left(a - \frac{1}{a}\right) = a^n - \frac{1}{a^n}$ un $P\left(-\frac{1}{a} + a\right) = \frac{1}{a^n} - a^n$, tātad $a^n - \frac{1}{a^n} = \frac{1}{a^n} - a^n$ un $2a^n = \frac{2}{a^n}$, no kurienes $a^{2n} = 1$. Skaidrs, ka tas nav spēkā visiem apskatāmajiem a . Iegūta pretruna.

Parādīsim, ka katram nepāra naturālam n šāds polinoms P_n eksistē. Viegli pārbaudīt, ka pie $n = 1$ der $P_1(t) = t$ un pie $n = 3$ der $P_3(t) = t^3 + 3t$. Mēs apgalvojam: ja $P_n(t)$ un $P_{n+2}(t)$ apmierina uzdevuma prasības nepāra skaitļiem n un $n + 2$, tad $P_{n+4}(t) = (t^2 + 2) \cdot P_{n+2}(t) - P_n(t)$ apmierina uzdevuma prasības nepāra skaitļiem $n + 4$. Tiešām,

$$P_{n+4}\left(x - \frac{1}{x}\right) = \left(\left(x - \frac{1}{x}\right)^2 + 2\right) \cdot \left(x^{n+2} - \frac{1}{x^{n+2}}\right) - \left(x^n - \frac{1}{x^n}\right) =$$

$$= \left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right) \left(x^{n+2} - \frac{1}{x^{n+2}}\right) - \left(x^n - \frac{1}{x^n}\right) = x^{n+4} - \frac{1}{x^{n+4}}.$$

5. Pavisam tiek izspēlētas $C_{28}^2 = \frac{28 \cdot 27}{2} =$

$= 378$ spēles. Tā kā $378 \cdot \frac{3}{4} = 283,5$, tad vis-

maz 284 spēles beidzās neizšķirti. Tāpēc turnīrā pavisam izcīnītas ne vairāk kā $378 - 284 = 94$ uzvaras un piedzīvoti ne vairāk kā 94 zaudējumi.

Aprēķināsim katrai komandai starpību starp tās uzvaru skaitu un zaudējumu skaitu. Pieņemsim, ka turnīra beigās visām komandām ir dažāds punktu skaits; tad visām 28 aprēķinātajām starpībām jābūt dažādām. Tāpēc ne vairāk kā viena no tām ir 0 un ir vismaz 27 nenulles starpības. Starp tām var izvēlēties vai nu ≥ 14 pozitīvas, vai ≥ 14 negatīvas. Pieņemsim, ka var atrast 14 pozitīvas starpības; otrs gadījums ir pilnīgi "simetrisks".

Ievērosim, ka katrai komandai nav mazāk uzvaru nekā tai aprēķinātā starpība. Tāpēc apskatāmajām 14 komandām kopā nav mazāk par $1 + 2 + \dots + 14 = (14 \cdot 15) \cdot \frac{1}{2} = 105$ uzvarām (saskaitījām četrpadsmit mazākos naturālos skaitļus). Tā ir pretruna ar sākumā aprēķināto, ka turnīrā nav vairāk par 94 uzvarām.

Tātad mūsu pieņēmums ir nepareizs, k.b.j.

RAJONA OLIMPIĀDES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

5. klase

1. No uzdevuma nosacījumiem seko: piešķaitot skaitlim 8002 skaitli B divas reizes, iegūst vismaz 10 000. Tas ir iespējams tikai, ja $B = 999$ (ja $B < 999$, tad $8002 + B + B < 10 000$). Tāpēc $B = 999$ un $A = 8002 + 999 = 9001$.

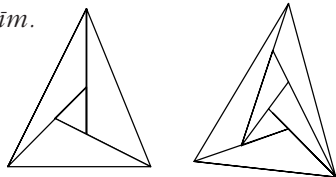
2. Ar 5 gājieniem.

Var izdarīt, piemēram, šādus pārveidojumus:

abababababa
abab**ba**abababa
ab**aaabbb**ababa
ab**bbbbaaa**ababa
aaaaa**bbbbba**
aaaaaab**bbbbbb**

Sākumā ir 10 vietas, kur blakus stāv dažādi burti, beigās – tikai viena tāda vieta. Ar katru gājieni tādu vietu skaits samazinās ne vairāk kā par 2, tāpēc vajag vismaz 5 gājienu.

3. Sk. 13. zīm.



13. zīm.

4. Var ņemt, piemēram, 13 kartītes ar skaitļiem 1; 1; 1; 1; 2; 2; 3; 4; 4; 5; 5; 5; 5.

Parādīsim, ka 13 ir **mazākais** iespējamais kartīšu skaits. Pieņemsim, ka a un b – divi mazākie **dažādi** skaitļi, $a < b$. Tā kā summai $a + b$ jāizsakās vēl citādi, gan a , gan b jābūt vēl pa vienam eksemplāram. Lai summu $a + a$ varētu izsacīt ar citām kartītēm, jābūt vēl diviem a eksemplāriem. Līdzīgi konstatē, ka lielākajai vērtībai d jābūt vismaz uz 4 kartītēm un otrai lielākajai vērtībai c – vismaz uz 2 kartītēm. Tā kā jābūt vismaz 5 dažādiem skaitļiem, tad nepieciešama vēl 13. kartīte.

5. Ar katru pārvēršanos **katras** krāsas amēbu skaits mainās par 1. Tāpēc pēc 1. pārvēršanās **katras** krāsas amēbu daudzums būs nepāra skaitlis, pēc 2. pārvēršanās – pāra skaitlis, pēc 3. pārvēršanās – nepāra skaitlis utt. Tāpēc nevar iestāties situācija, kad divu krāsu amēbu skaits ir 0, bet trešās krāsas amēbu skaits ir 1.

6. klase

1. Nē, nevar. Ejot no A uz B, no B uz C, no C uz D, no D uz E un no E uz A, katru nostaigāto taisnes gabalu nostaigā pāra skaitu

reizu (cik reizu pa labi, tik reizu pa kreisi). Tāpēc kopējam nostaigātajam ceļam jāizsakās ar pāra skaitli. Bet $1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$.

2. Eksistē divi cilvēki x un y , kuri pazīst viens otru. Ja u – patvaļīgs cilvēks, tad eksistē tāds z , kurš pazīst x , y un u ; tātad x , y , z visi pazīst viens otru. Eksistē tāds t , kas pazīst x , y un z ; tātad x , y , z , t visi pazīst cits citu. Atlikušajiem 3 cilvēkiem eksistē kāds, kurš pazīst tos visus (šis “kāds” ir viens no x , y , z , t); tas der par meklējamo cilvēku.

3. a) Nē. Vienā kolonnā ar 4 var atrasties tikai 5, un vienā kolonnā ar 11 arī var atrasties tikai 5. Bet 5 nevar reizē atrasties 2 kolonnās.

b) Jā, sk. 14. zīm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	2	13	12	11	10	9	1	7	6	5	4	3

14. zīm.

4. Nē. Pēdējā maiņā būtu jāiegūst četras viena santīma monētas, samainot vienu 4 santīmu monētu; bet tādas vispār nav.

5. 1; 3; 9.

Apzīmēsim mazāko izveidoto skaitli ar x ; skaidrs, ka x ir viencipara skaitlis. Skaitlis x nevar būt pāra, jo tādā gadījumā augstākais trīs no pārējiem skaitļiem ir pāra, un ceturtais nedalās ar x . Skaidrs, ka x nav 5, jo tad neviens no pārējiem skaitļiem nedalās ar x .

Pieņemsim, ka $x = 7$. Ja kādam no pārējiem skaitļiem būtu trīs vai vairāk cipari, tad kāds cits no tiem būtu viencipara un tas nedalītos ar 7. Tātad pārējie skaitļi var būt tikai 14; 21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 84; 91; 98. Ciparus 3; 5; 6 satur tikai skaitļi 35; 56; 63. Noteikti jāņem divi no tiem, bet tad viens cipars atkarītojas; pretruna, tātad $x \neq 7$.

Paliek iespējas $A = 1$ (pārējos skaitļus izvēlas patvaļīgi), $A = 3$ (var ņemt, piemēram, 3; 9; 18; 27; 645) un $A = 9$ (var ņemt, piemēram, 9; 18; 27; 36; 45).

7. klase

1. Ja visi 5 punkti ir uz vienas taisnes, ir 0 trijstūru.

Ja uz vienas taisnes ir tikai 4 punkti, tad ir 6 trijstūri.

Ja nekādi 3 punkti nav uz vienas taisnes, tad ir 10 trijstūri.

Ja 3 punkti (piemēram, A; B; C) ir uz vienas taisnes, bet citu uz vienas taisnes esošu punktu trijnieku nav, tad ir 9 trijstūri.

Ja ir divi punktu trijnieki, kas katrs ir uz vienas taisnes (piemēram, A; B; C un A; D; E), tad ir 8 trijstūri.

Atbilde: 0; 6; 8; 9; 10.

2. Uzliekam pa četrām monētām uz kausiem. Ja līdzsvara nav, ir divu dažādu masu monētas. Ja līdzsvars ir, otrajā svēršanā uzliekam uz kausiem pa divām monētām no tām četrām, kas pirmajā svēršanā atradās uz viena kausa. Ja līdzsvara nav, ir divu dažādu masu monētas. Ja līdzsvars ir, uzliekam uz kausiem pa vienai monētai no tām, kas otrajā svēršanā atradās uz viena kausa. Ja līdzsvara nav, ir divu dažādu masu monētas. Ja līdzsvars ir, visām monētām ir vienādas masas.

3. a) Jā; piemēram, izvēlamies skaitļus no 100 līdz 200 ieskaitot.

b) Nē. Apzīmēsim izvēlētos skaitļus ar $x_1 < x_2 < \dots < x_{102}$. Apskatīsim **ari** skaitļus $x_1 + x_2$; $x_1 + x_3$; ...; $x_1 + x_{102}$; pavisam ir 203 skaitļi. Tie visi nav mazāki par x_1 un nav lielāki par $x_1 + x_{102}$; šajā intervālā ir $(x_1 + x_{102}) - x_1 + 1 = x_{102} + 1 \leq 201$ skaitlis. Tā kā $203 > 201$, tad divi no apskatāmajiem skaitļiem ir vienādi savā starpā. Skaidrs, ka var būt tikai $x_i = x_1 + x_j$, no kurienes seko $x_1 = x_i - x_j$.

4. Meklējamo skaitli apzīmēsim ar n . Tā **iespējami** pozitīvie dalītāji (dilstošā secībā) ir n ; $\frac{n}{2}$; $\frac{n}{3}$; $\frac{n}{4}$; ...

Skaidrs, ka neviens no apskatāmajiem trim

dažādajiem dalītājiem nevar būt n . Ja lielākais no tiem nav $\frac{n}{2}$, tad to summa nepārsniedz

$\frac{n}{3} + \frac{n}{4} + \frac{n}{5} < n$, un tā nevar būt. Tāpēc viens

no trim dalītājiem ir $\frac{n}{2}$, un abu pārējo summa

ir $\frac{n}{2}$. Ja lielākais no šiem abiem pārējiem ir

$\frac{n}{3}$, tad trešais ir $\frac{n}{2} - \frac{n}{3} = \frac{n}{6}$.

Ja lielākais no šiem abiem pārējiem ir mazāks par $\frac{n}{3}$, tad to summa nepārsniedz

$\frac{n}{4} + \frac{n}{5} < \frac{n}{2}$, un tā nevar būt.

Tāpēc vienīgā iespēja, ka šie dalītāji ir $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$ un $\frac{n}{6}$. Lai tādi dalītāji eksistētu, nepieciešams un pietiekams, lai n dalītos ar 6.

5. Katra plāpa zvanijusi vismaz vienu reizi un ne vairāk kā $(n - 1)$ reizes; dažādu iespējamu zvanišanu daudzumu tātad ir $n - 1$. Plāpu ir n ; ievērojam, ka $n > n - 1$. Tāpēc ir divas plāpas (apzīmēsim tās ar A un B), kuras zvanijušas vienādu daudzumu reīžu. Viena no tām zvanijusi otrai; pieņemsim, ka plāpa A zvanijusi plāpai B. Tad plāpa B **nav** zvanijusi plāpai A. Lai plāpas A un B būtu veikušas vienādu daudzumu zvanu, ir jābūt tādai plāpai – apzīmēsim to ar C – kurai B ir zvanijusi, bet A nav zvanijusi (citādi A veikto zvanu būtu vismaz par vienu vairāk nekā B veikto zvanu). Ja A nav zvanijusi C, tad C ir zvanijusi A. Vajadzīgās trīs plāpas ir atrastas.

8. klase

1. $x^4 + 64 = (x^2 - 4x + 8)(x^2 + 4x + 8)$.

2. Ja $a > b$, uzvar Jānis. Apzīmēsim $a = b + c$, $c > 0$. Jānis sadala savu nogriezni gabalos $b + \frac{2c}{3}$, $\frac{c}{6}$, $\frac{c}{6}$. Tad daļa ar garumu $b + \frac{2c}{3}$

ir garāka par visām piecām citām daļām kopā, tāpēc tā nevar būt trijstūra mala.

Ja $a \leq b$, uzvar Pēteris. Pieņemsim, ka Jāņa daļas ir $x \geq y \geq z$, $x + y + z = a$. Pēteris izveido daļas ar garumiem x , $\frac{b-x}{2}$, $\frac{b-x}{2}$. Tad var

salikt vienādsānu trijstūri (x, x, y) un vienādsānu trijstūri $(\frac{b-x}{2}, \frac{b-x}{2}, z)$: ievērojam, ka

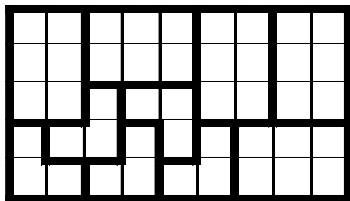
$x \geq y$ un $\frac{b-x}{2} \geq z \Leftrightarrow b-x \geq 2z$. Pēdējā nevienādība ir pareiza, jo $b-x \geq a-x = y+z \geq 2z$.

3. Nē. Apskatām četrus pēc kārtas uzrakstītus skaitļus a, b, c, d . Tā kā $a + b + c$ un $b + c + d$ abi dalās ar 4, tad a un d jādod vienādi atlikumi, dalot ar 4. Tātad skaitļiem, kas rindā atrodas 1., 4., 7., 11., ..., 2005. vietā, jādod vienādi atlikumi, dalot ar 4; šo vietu ir 668. Bet skaitļiem no 1 līdz 2006 ieskaitot, dalot tos ar 4, atlikumi 1 un 2 ir 502 reizes, bet atlikumi 3 un 0 – 501 reizi.

4. a) Nē, jo 64 nedalās ar 3.

b) Jā, jo kvadrātu 12×12 viegli sadalīt taisnstūros 2×3 , bet katru šādu taisnstūri – divos stūrīšos.

c) Jā, sk. 15. zīm.



15. zīm.

5. To, ka kartīte ar skaitli x ir Juliatai, respektīvi, Maijai, pierakstīsim kā $x \sim j$, respektīvi, $x \sim m$. Pēc dotā, $13 \sim j$. Apskatīsim jebkuru x , kur $x \sim m$. Ja $1 \sim j$, tad $1 \cdot x \sim m$ – pretruna. Tāpēc $1 \sim m$.

Ja $12 \sim j$, tad $1 + 12 = 13 \sim j$, kas ir pretruna. Tāpēc $12 \sim m$.

Tā kā $6 + 7 \sim j$, tad 6 un 7 ir vienai un tai pašai meitenei. Ja būtu $6 \sim j$ un $7 \sim j$, tad $1 + 6 \sim j$ dotu pretrunu. Tāpēc $6 \sim m$ un $7 \sim m$.

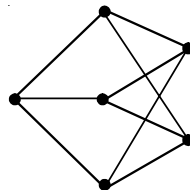
Līdzīgi secinām, ka $3 \sim m$ un $10 \sim m$; $5 \sim m$ un $8 \sim m$; $4 \sim m$ un $9 \sim m$; $2 \sim m$ un $11 \sim m$.

Tātad skaitļi no 1 līdz 12 ir Maijai. Tā kā $13 \sim j$, tad skaitļi $13 \cdot k$ ($k = 1; 2; 3; \dots; 7$) nav Maijai, tāpēc tie ir Juliatai. Savukārt šo skaitļu summas ar 1; 2; ..., 12 nav Juliatai, tāpēc tās ir Maijai. Tātad Juliatai ir 7 kartītes ar skaitļiem, kuri dalās ar 13, bet Maijai ir 93 pārējās kartītes.

(Viegli pārbaudīt, ka šis sadalījums apmierina uzdevuma prasības; pārbaude nepieciešama.)

9. klase

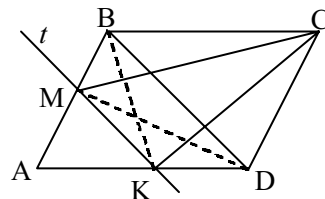
1. To, ka var būt seši cilvēki, sk. 16. zīm.



16. zīm.

Pierādīsim, ka tas ir mazākais iespējamais skaits. Apzīmēsim ar A vienu cilvēku, ar B, C, D – viņa draugus. Tā kā B nevar draudzēties ne ar C, ne D, tad ir vismaz vēl divi citi cilvēki – B draugi, no kuriem seko vajadzīgais.

2. Tā kā ΔKDC un ΔKDB ir kopīgs pamats KD un vienādi augstumi pret šo pamatu, tad $L(KDC) = L(KDB)$. Līdzīgi $L(BMC) = L(BMD)$.



17. zīm.

Bet ΔKDB un ΔBMD ir kopīgs pamats BD un vienādi augstumi pret šo pamatu, tāpēc

L(KDB) = L(BMD). No šim vienādībām seko vajadzīgais.

(Speciālajā kvadrāta gadījumā vajadzīgais seko arī, piemēram, no simetrijas dēļ spēkā esošās vienādības $\Delta BMC = \Delta DKC$.)

3. Pārrakstām sistēmu formā

$$\begin{cases} [x] + [y] = [z] + [z] \\ [y] + [z] = [x] + [x] \\ [z] + [x] = [y] + [y] \end{cases}$$

Tā kā skaitlis viennozīmīgi nosaka savu veselo daļu un daļveida daļu, tad no šejienes seko $[x] = [y] = [z]$ un $\{x\} = \{y\} = \{z\}$, tātad $x = y = z$. No otras puses, skaidrs, ka jebkurš vienādu skaitļu trijnieks $(a; a; a)$ der par atrisinājumu.

4. No uzdevumā dotajām pēdējām četrām prasībām seko, ka $2x - 5$ dalās ar 5; ar 7; ar 9; ar 11 (piemēram, $2x - 5 = 2(x + 1) - 7$ dalās ar 7 u. tml.). Tā kā 5; 7; 9; 11 pa pāriem ir savstarpēji pirmskaitļi, tad $2x - 5$ dalās ar $5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 = 3465$. Tā kā $1 \leq x \leq 2006$, tad $-3 \leq 2x - 5 \leq 4007$. Šajās robežās ar 3465 dalās tikai 0 un 3465. Bet $2x - 5 = 0$ naturālam x nav iespējams, tāpēc $2x - 5 = 3465$ un **$x = 1735$** .

5. Uzvar Gunārs.

Tā kā pēdējais (uzvarošais) gājiens tiek izdarīts vai nu no pozīcijas 500, vai no pozīcijas 999, tad zaudē tas, kurš uzraksta vienu no šiem skaitļiem. Pieņemsim, ka zaudētājs uzraksta 500. Tas tiek darīts tāpēc, ka citu iespēju (izņemot varbūt rakstīt 999) viņam nav. Tas nozīmē, ka visi skaitļi 1; 2; 3; ...; 499 jau ir uzrakstīti (citādi varētu rakstīt mazāko vēl neuzrakstīto no tiem) un tātad arī divas reizes lielākie skaitļi 502; 504; ... 998 ir uzrakstīti; no tā savukārt seko, ka arī 503; 505; ...; 997 ir jau uzrakstīti. Savukārt 999 vēl nav uzrakstīts (citādi spēle būtu beigusies jau ātrāk) un arī 501 vēl nav uzrakstīts (citādi jau iepriekš būtu uzrakstīts 500, un spēle būtu beigusies ātrāk). Tātad brīdi, kad zaudētājs uzrakstījis 500, uz tāfeles atrodas 997 skaitļi (ieskaitot 500). Tāpēc skaitli 500 uzraksta sācējs, proti, Dzintars, un viņš zaudē.

Gadījumā, ja “zaudējošais gājiens” ir 999 uzrakstīšana, analizē līdzīgi.

10. klase

1. Visiem cipariem, izņemot pirmo, jābūt 1; 3; 7; 9. No šiem cipariem var sastādīt 10 pirmskaitļus 11; 13; 17; 19; 31; 37; 71; ; 73; 79; 97. Tātad visi tie būs atrodami meklējamā skaitlī, un vienpadsmitais pirmskaitlis būs tas, kas sāksies ar skaitļa pirmo ciparu.

Ar 1 sākas četri pirmskaitļi, bet beidzas trīs; tāpēc 1 ir meklējamā skaitļa otrais cipars. Vislielākais iespējamais pirmais cipars ir 6 (jo 71 būs sastopams tālāk, bet 81 un 91 nav pirmskaitļi).

Ar 9 sākas viens pirmskaitlis, bet beidzas divi; tāpēc 9 ir meklējamā skaitļa pēdējais cipars. Aiz otrā cipara lielākie iespējamie rakstāmi cipari 9 un 7. Tātad skaitlis jāmeklē formā 6197abcdfg9.

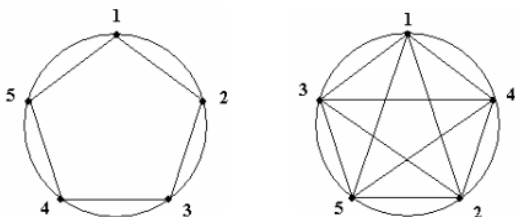
Citu devītnieku skaitli nevar būt (aiz tiem neko nevar uzrakstīt). Tāpēc $g = 7$. Izvēloties a un b iespējami lielus, iegūstam 619737cdef79.

Tā kā $c \neq 9$ un $c \neq 3$ (73 jau sastopams agrāk), tad $c = 1$. Iegūstam formu 6197371def79.

Tā kā $d \neq 7$ (aiz d nebūtu ko rakstīt), liekam iespējami lielāko vērtību $d = 3$. Atliek $e = f = 1$ (lai parādītos pirmskaitlis 11).

Atbilde: **619737131179**.

2. a) Nē. Sk., piem., 18. zīm.



18. zīm.

b) Jā. Apvelkam ap abiem 2006-stūriem riņķa līnijas.

(Turpinājums 90. lpp.)

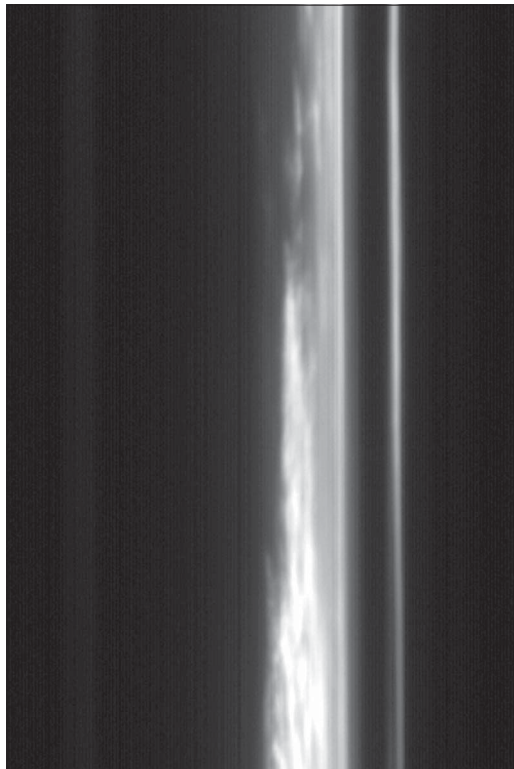
JANIS JAUNBERGS

SAUSAIS LEDUS MARSA MĀKOŅOS

Cenšoties izvērtēt dzīvības rašanās varbūtību pie simtiem miljardu mūsu Galaktikas zvaigžņu, ap katru zvaigzni var definēt tādu apdzīvojamo zonu, kur Zemei līdzīga planēta būtu pietiekami silta, bet ne pārāk karsta šķidra ūdens pastāvēšanai. Pirms planētu zondu lidojumiem šķita pilnīgi ticams, ka Saules apdzīvojamā zonā ietilpst ne tikai Zemes, bet arī Venēras un Marsa orbītas. Tiesa, Marsam arī toreiz piedēvēja aukstu un skarbu klimatu, bet Venērai – karstu un mitru, taču gan zinātnieki, gan fantasti vērtēja, ka apstākļi uz šīm planētām ir analogi Zemes polārajiem un tropiskajiem rajoniem.

Toreiz vēl nebija izpratnes par faktoriem, kas regulē planētu temperatūru, un nebija attīstīti tādi jēdzieni kā siltumnīcas efekts vai saņemtās un izstarotās enerģijas bilance. Tagad planetologi apzinās, ka apdzīvojamās zonas iekšējā robeža ir tikai par dažiem procentiem tuvāk Saulei nekā Zemes orbīta. Saulei savas evolūcijas gaitā lēnām kļūstot spožākai, karstuma nāves zona jau sen ir pārņēmusi Venēru un pēc kāda miljarda gadu sasniegs arī Zemi. Klimatam kļūstot karstākam, no okeāniem iztvaikos vairāk mitruma, kas savukārt aizturēs Zemes izstaroto siltumu un vēl vairāk uzsildīs okeānus. Šāda pozitīva atgriezeniskā saite novedīs pie okeānu iztvaikošanas, un Zeme pārvērtīsies par Venērai līdzīgu svelmainu tuksnesi.

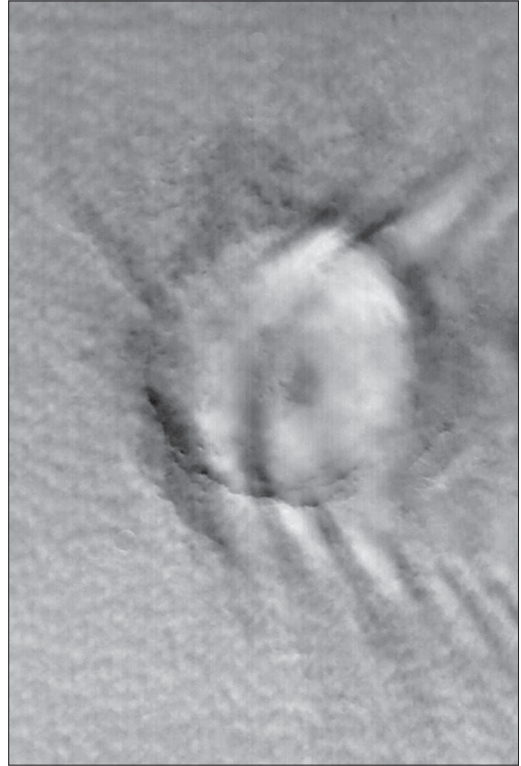
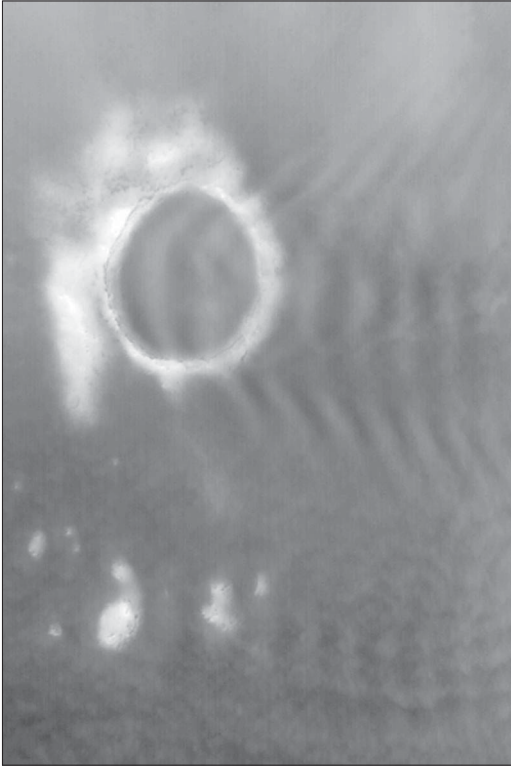
Saulei evolucionējot, apdzīvojamās zonas iekšējā mala tāpat tuvosies Zemei, bet ārējā – attālināsies aiz Marsa orbītas. Taču pirms četriem miljardiem gadu, kad Venēra, iespējams, vēl bija apdzīvojama, Zeme atradās uz sasal-



Marsa rīta blāzma ar CO₂ mākoņiem pirms saullēkta, skats no MGS pavadoņa. *Kreisajā pusē vertikāli* ir Marsa apvārsnis, aiz kura slēpjas Saule.

MSSS/MGS/NASA foto

šanas robežas, jo Saules starjanda bija tikai 70% no tagadējās. Tāpēc ir ļoti interesanti modelēt, cik tālu no Saules toreiz stiepās apdzīvojamā zona.



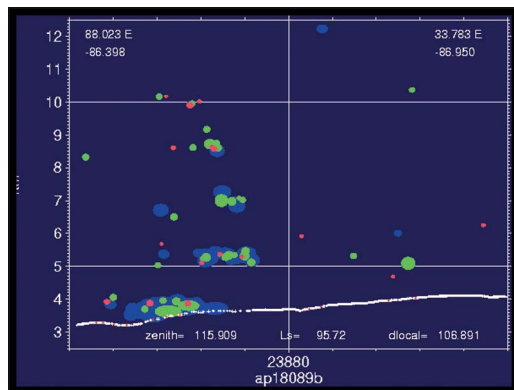
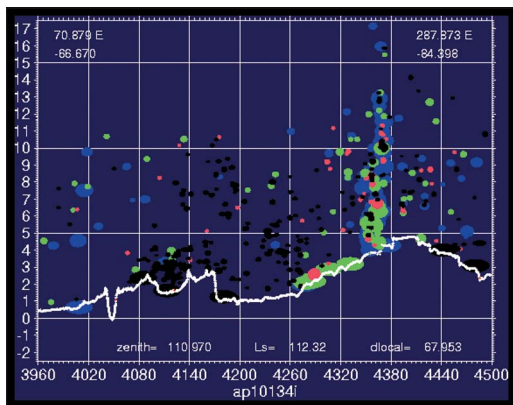
Svaiga sarma, rīta migla un viļņoti mākoņi klāj 67 km diametra *Kunowsky* krāteri (*pa kreisi*). Ziemas mākoņu viļņošanās *Mie* krātera aizvējā, iespējams, veicina CO₂ kondensāciju (*pa labi*).

MSSS/MGS/NASA foto

Apdzīvojamās zonas ārējo malu, līdzīgi kā iekšējo, nosaka atmosfēras spēja aizturēt siltumu – jo planēta mazāk siltuma izstaro kosmosā, jo tālāk no Saules tā var saglabāt siltu virsmu. Skaidrs, ka bieza atmosfēra ar siltumu aizturošām gāzēm – metānu, oglekļa dioksīdu, amonjaku un ūdens tvaikiem lieti noder, ja planēta atrodas tālu no savas zvaigznes. Planētas atdzišana naktī ir atkarīga arī no laika apstākļiem, jo sevišķi – mākoņiem, miglas vai dūmakas, ko labi zina dārzkopji, kuri prot ar dūmu sviecēm novērst salnas savos dārzos. Gan migla, gan dūmi izkļiedē un atstaro siltuma starojumu, neļaujot tam aiznest siltuma enerģiju no planētas virsmas. Rīti pēc apmākušām naktīm tāpēc ir siltāki, nekā

rīti pēc skaidrām naktīm, bet vissiltāk ir tad, ja mākoņi aizejošo infrasarkanā starojuma bloķē tikai naktī, bet dienā mākoņi izklist, un Saules gaisma var netraucēti sildīt Zemi.

Tieši tas ir raksturīgi sausā ledus mākoņiem, kad naktī lielā augstumā un ļoti zemā temperatūrā no atmosfēras izsalst oglekļa dioksīds. Tiesa, tas nenotiek Zemes pašreizējā atmosfērā, kas ir pārāk silta, taču dzīvības pirmsākumos pirms gandrīz četriem miljardiem gadu apstākļi bija pavisam citādi. Ne tikai Saule sildīja vājāk, bet arī atmosfēra bija savādāka. Par to, ka gaiss saturēja daudz oglekļa dioksīda, liecina masīvās kaļķakmens iegulas, kuras izveidojās, šai gāzei vēlāk ķīmiski saistoties ar silikātu iežiem. Iespējams,



MOLA lāzerlokatora reģistrētie atspidumi no oglekļa dioksīda sniega mākoņiem Marsa dienvidpola tuvumā (*pa kreisi*). MOLA lāzerlokatora konstatētie oglekļa dioksīda mākoņi vairākos slāņos (*pa labi*).

MOLA science team/NASA diagramma

ka agrinās Zemes masīvās ogļskābās gāzes atmosfēras augšējie slāņi naktī atdzīva līdz tādai temperatūrai, kāda tagad raksturīga Marsam, tāpēc ir vērts vērot Marsu un analizēt, kā Marsa ogļskābās gāzes atmosfēra reaģē uz diennakts un sezonu temperatūras svārstībām.

Viegli sasaldzošā ogļskābā gāze ir galvenā Marsa atmosfēras sastāvdaļa, veidojot 95% no kopējā tilpuma, bet pārējie atmosfēras komponenti – galvenokārt slāpekļis un argons – Marsa temperatūrā kondensēties nevar. Ogļskābās gāzes sasaldšanas temperatūra ir atkarīga no tās koncentrācijas – veidojoties sausajam ledum, CO₂ daudzums atmosfērā mazinās, bet pāri paliek nekondensējamās gāzes – slāpekļis un argons. Lai kondensācija turpinātos par spīti samazinātajai CO₂ koncentrācijai, gaisam ir jāatdziest vēl vairāk, bet tādu ekstrēmu atdzišanu var novērot ar infrasarkanajiem instrumentiem no Marsa orbītas, tātad var pētīt sausā ledus kristalizāciju Marsa nakts apstākļos, kad kondensācijas rezultāts – sausā ledus mākoņi – parastajām fotokamerām nav redzami vai arī nav tik viegli atšķirami no parastā ūdens ledus mākoņiem.

Dziļo atdzišanu zem –125 °C regulāri novēro polārās nakts apstākļos, kad oglekļa dioksīds sasaldst gan tieši uz virsmas, gan arī

atmosfērā, no kurienes tas kā sniegs krīt lejup un apsedz polu cepures, ziemas laikā uzkrājot līdz divus metrus biezu svaiga sausā ledus kārtu. Piemēram, “Viking” pavadoņi polārajos rajonos ziemā regulāri reģistrēja temperatūru līdz pat –146 °C, ko var izskaidrot vienīgi ar oglekļa dioksīda sniega mākoņiem.

Oglekļa dioksīda snigšanu uz Marsa ir izdevies novērot arī ar “Mars Global Surveyor” pavadoņa lāzerlokatoru MOLA, kas ar infrasarkanā lāzera zibšņiem no orbītas zondē Marsa atmosfēru un virsmu. Uztvertie lāzera atspidumi no mākoņiem līdz pat 20 kilometru augstumam liecina par dažādiem sniega mākoņu piesaīšanās mehānismiem – ne tikai tieši atdziestot, bet arī par gaisa masu vertikālo kustību, kad atdzišana notiek, lēnam vējam pūšot augšup pa lēzenajām nogāzēm, kuras raksturīgas it kā stingušā virpuli savērtajām polu cepurēm. Šķiet, ka polu cepuru reljefs tā reproducējas no sezonas uz sezonu, jo vairāk sniega nokrīt tur, kur jau agrākajās ziemās uzkrājas biežāka ledus kārtā.

Visbeidzot, oglekļa dioksīda mākoņi un migla pirms izzušanas pirmajos rīta saules staros pavid arī redzamās gaismas fotokamerām. Pat “Hubble” kosmiskā teleskopa uzņemtajās Marsa fotogrāfijās visa rietumu mala mēdz būt

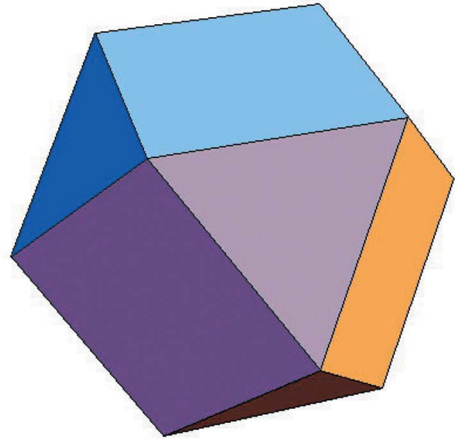


Laboratorijā Marsa apstākļos iegūts oglekļa dioksīda sniegs nepavisam nelidzinas parastā ledus sniegpārslām.

*Pola Dobertija foto, Oklendās universitāte
Ročesterā, Mičiganā*

pārklāta ar zilganu dūmaku, kas varētu būt tie paši zilgie rīta spalvu mākoņi 60–80 kilometru augstumā, ko novēroja arī “*Mars Pathfinder*” robots 1997. gadā. Atšķirībā no polārajiem mākoņiem, nakts mākoņi sastāv no kristāliņiem, kas mazāki par mikronu. Sniegs no šādiem mākoņiem, protams, nekrīt, taču tie lieliski atstaro siltumu, ko Marss citādi zaudētu izplatījumā.

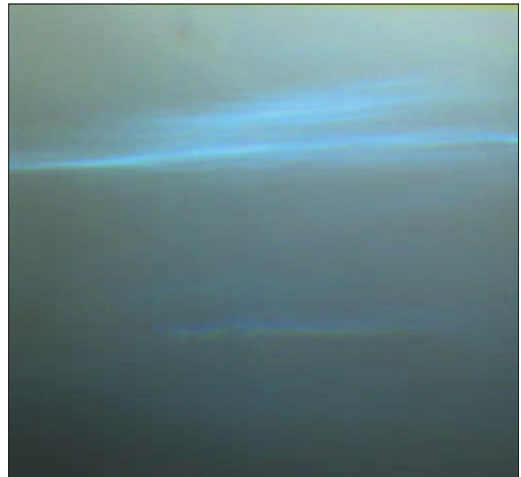
Oglekļa dioksīda spalvu mākoņus no parastā ledus mākoņiem Marsa CO₂ atmosfērā nav viegli viennozīmīgi atšķirt, un droši vien vairākumā gadījumu spalvu mākoņi satur arī krietnu devu ūdens ledus, bet to veidošanās ir tikpat atkarīga no mitruma, kā no atmosfēras putekļainības. Laboratorijas eksperimenti liecina, ka Marsam līdzīgos apstākļos uz putekļu daļiņām vispirms kondensējas ledus un uz niecīgajiem ledus kristālu aizmetņiem pēc tam aug oktaedra formas oglekļa dioksīda graudiņi, ko drīzāk varētu saukt par sausā ledus putrainiem, nevis sniegpārslām.



Marsa CO₂ sniegs, visticamāk, sastāv no nošķelta oktaedra formas kristāliem.

Ronalda Hipšmana zīmējums

Sarežģītā mijiedarbība starp putekļiem, mitrumu un temperatūru veselas planētas mērogā pagaidām vāji padodas matemātiskai modeļēšanai, nedz arī to var pietiekami izpētīt laboratorijas eksperimentos. Mākoņu



“*Mars Pathfinder*” novērotie zilgie mākoņi stundu pirms saullēkta varētu saturēt gan parasto, gan arī sauso ledu.

JPL/NASA foto

novērojumi gan no Marsa pavadoņiem, gan arī no robotiem uz Marsa virsmas tāpēc būs neatsverami gan Marsa, gan arī mūsu pašu planētas agrinā klimata izpratnei. Kas zina, varbūt pierādījumi par Marsa mākoņu sastāvu tiks gūti no pilnīgi cita veida parādībām,

piemēram, rīta Saules halo atspīdumiem polārajos Marsa mākoņos, kuru leņķi un varavīksnes krāsas liecinās par kristālu formu, tātad arī par sastāvu? To varētu parādīt "Phoenix" nolaižamais aparāts, kas 2008. gadā ieradīsies netālu no Marsa ziemeļpola.

Saites

<<http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/tbarsis/clouds&snow.html>> – "Mars Global Surveyor" pavadoņa MOLA lāzerekatora dati no polārās nakts mākoņiem.

<<http://www.sundog.clara.co.uk/halo/owmars.htm>> – Marsa halo – saules atspīdumi Marsa mākoņos.

<<http://www.exo.net/~pauld/Mars/4snowflakes/martiansnowflakes.html>> – Marsa sniegam veltīta lapa.

Avoti

Forget, F., Hourdin, F., Talagrand, O. "CO₂ Snowfall on Mars: Simulation with a General Circulation Model". – Icarus 131, 302–316 (1998).

Weiss, B. P., Ingersoll, A. P. "Cold Spots in the Martian Polar Regions: Evidence of Carbon Dioxide Depletion?". – Icarus 144, 432–435 (2000).

Glandorf, D.L., Colaprete, A., Tolbert, M.A., Toon, O.B. "CO₂ Snowfall on Mars and Early Earth: Experimental Constraints". – Icarus 160, 66–72 (2002). 🐦

ŠORUDEN JUBILEJA 🐦 ŠORUDEN JUBILEJA 🐦 ŠORUDEN JUBILEJA

70 gadu jubileju šoruden svin latviešu astronoms, fizikas zinātņu doktors **Kazimīrs Lapuška**, starptautiski pazīstams eksperts Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) novērošanas jomā. Dzimis 1936. gada **9. novembrī** Dvietes pagasta "Ezermaļos" bezzemnieku ģimenē. Beidzis LVU Fizikas un matemātikas fakultāti (1960), LU Astronomiskās observatorijas (no 1997. gada – Astronomijas institūta) līdzstrādnieks (no 1960. gada), vadītājs (1979–1985), *Dr. phys.* (1968, nostr. 1992), LU Astronomiskās observatorijas ZMP novērošanas stacijas vadītājs (no 1971. gada).

Jau students būdams, aktīvi piedalījies pirmo ZMP novērošanā kopš 1958. gada. Izstrādājis automātisku iekārtu (1968) astronomisko negatīvu mērīšanai un ZMP koordinātu noteikšanai, vadījis ZMP novērošanas staciju iekārtošanu daudzās pasaules valstīs. Veicis pētījumus par ZMP lāzernovērojumu izmantošanu kosmiskajā ģeodēzijā (vairāk par K. Lapuškas darbiem lasāms L. Laucenieka rakstā "ZMP novērošanas pionieris Kazimīrs Lapuška – jubilārs" "ZvD" 1996. gada rudens numura 31.–32. lpp.). Pašlaik zinātnisko interešu lokā ir ZMP lāzernovērojumu precizitātes un stabilitātes paaugstināšana, kā arī jaunu tehnoloģiju izstrāde šajā jomā.

Panākumus un veiksmi turpmākajā darbā!



Īstbornā (Anglija) ILRS (International Laser Ranging Service) konferences laikā 2005. gada oktobrī pie "Hewitt" kameras ZMP fotografēšanai.

No K. Lapuškas pers. arhīva

I. D.

VIKTORS USTIMENKO

SAULES SISTĒMAS APGŪŠANAS PROBLĒMAS

Līdz ar Saules sistēmas kosmisko pētījumu attīstību rodas jautājums – kas tālāk? Autors ir sadalījis Saules sistēmas apgūšanas perspektīvas sīkāk un ieskicējis problēmas katrā no tām. Tabulā ir skaitliski novērtētas apgūšanas iespējas piecu ballu skalā. Novērtējums pieci atbilst vislabvēlīgākajai situācijai un visvieglāk ir apgūstams tas objekts, kuram ir vislielākā punktu summa. Tālāk seko komentāri par katru no tabulas punktiem.

1. **Radiācija.** Visu Saules sistēmas tilpumu aizpilda Saules un Galaktikas īsviļņu starojums un daļiņu plūsmas. Dažām planētām ir radiācijas joslas. Šis starojums un daļiņas rada draudus dzīvīgiem organismiem un kosmisko aparātu (KA) elektronisko sistēmu darbībai. Lai aizsargātos no radiācijas, jāpalielina pilotējamo KA masa. Tas pirmām kārtām nepieciešams Jupitera radiācijas joslās un Saules apkaimē.

2. **Attālums no Zemes.** Šobrīd KA startē no Zemes vai no orbītas ap Zemi, tāpēc, lai sasniegtu Saules apkaimi vai Saules sistēmas perifēriju, vajadzīgs vairākus gadus ilgs lidojums un liels enerģijas patēriņš KA pātrināšanai. Reizēm enerģijas patēriņu var aizstāt ar laika patēriņu, ja, lidojot garām iekšējām planētām, izmanto to gravitācijas lauku kā papildu enerģijas avotu, lai novirzītu KA uz mērķi. Tā tas tika darīts projektos “Galileo” un “Cassini”.

3. **Komforta temperatūra.** Apkārtējās vides temperatūra būtiski ietekmē KA aparātūras darbmūžu, kā arī ekipāžas darba spējas. Liela attālumā no Saules $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ un zemākā temperatūrā planētu zondes ir spējušas darboties gadu desmitiem ilgi. Bet aug-

stā temperatūrā (uz Venēras virsas $+470\text{ }^{\circ}\text{C}$) darbības ilgums bija tikai desmiti minūšu. Cilvēka dzīvei un darbam nepieciešamais temperatūras diapazons ir ārkārtīgi šaurs un, lai to paplašinātu, ir vajadzīga siltuma papildu izolācija. Saules sistēmā piemēroti temperatūras apstākļi pastāv uz Zemes virsas (un arī tad ne vienmēr un ne visur), kā arī noteiktā augstumā Venēras un milzu planētu atmosfērās. Tiesa, gāzes šo planētu atmosfērās nav derīgas elpošanai. Uz Marsa virsmas ekvatoriālajā zonā ir tikpat auksts kā Antarktīdā. Saturna pavadoņa Titāna atmosfēras temperatūra pie virsmas ir $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ un darbs šādā vidē prasītu maksimālu siltuma izolāciju un papildu siltuma avotus.

4. **Piemērots atmosfēras spiediens.** Zemei līdzīgs atmosfēras spiediens ir uz Saturna pavadoņa Titāna, kur tas ir tikai pusotras reizes lielāks nekā uz Zemes. Arī Venēras un milzu planētu blīvajās atmosfērās noteiktā augstumā ir komfortablas spiediena zonas, taču zemāk gāzes spiediens ir salīdzināms ar spiedienu Zemes okeānu dziļēs, bet augstāk tuvojas vakuumam. Uz pārējo planētu, pavadoņu, asteroidu un komētu virsmas atmosfēra ir stipri retināta vai tās praktiski nav. Šādos apstākļos strādāt bez aizsarglidzekļiem cilvēks nespēj.

5. **Piemērots smaguma spēks.** Uz planētu izmēra objektiem ar cietu virsmu (500–12 756 km) smaguma spēks ir pietiekami jūtams. To var uzskatīt par komfortablu, un šādos apstākļos cilvēks var ilgstoši dzīvot un strādāt bez īpaša enerģijas patēriņa. Uz nelielu debess ķermeņu virsmas, kuru diametrs ir daži desmiti kilometru un mazāk, valda

Tabula. Saules sistēmas apgūšanas perspektīvas

Problēma	Merkurs	Venēra	Zemes sistēma	Marsa sistēma	Asteroidu josla	Jupitēra sistēma	Saturna sistēma	Urāna sistēma	Neptūna sistēma	Ārējās nereg. planētas
Pieņemams radiācijas līmenis	2	5	4	3	2	0	5	1	1	1
Attālums no Zemes	1	3	5	3	2	2	1	1	1	1
Komforta temperatūra	0	1	5	2	1	0	0	0	0	0
Pienērots atmosfēras spiediens	0	1	5	1	0	0	5	0	0	0
Pienērots pievilksanas spēks uz virsmas	5	3	5	5	3	5	5	4	3	3
Ūdens krājumi	1	0	5	2	1	5	5	5	5	5
Slāpekļa krājumi	1	1	5	2	1	1	5	2	3	2
Oglekļa krājumi	2	1	4	1	4	2	5	2	2	2
Metālu krājumi	3	3	3	2	5	1	1	1	1	1
Atmosfēras nestspēja	0	5	3	1	0	1	5	2	2	0
Tuvākā pavadoņa orbīta	0	0	1	2	1	2	5	5	4	2
Pirmais kosmiskais ātrums	3	2	3	4	5	1	5	5	5	5
Otrais kosmiskais ātrums	2	1	3	4	5	4	5	5	5	5
Ātrums, kas nepieciešams Saules sistēmas perifērijas sasniegšanai	0	1	2	2	3	3	4	4	4	5
Kopā	20	27	53	34	33	27	56	37	36	32

bezsvara stāvoklim tuvi apstākļi. Ilgstoši iespējams strādāt arī milzu planētu atmosfērās, izņemot Jupiteru, kur smaguma spēks ir aptuveni divas reizes lielāks nekā uz Zemes. Mēnešiem ilgi atrodoties bezsvara stāvoklī, cilvēka organismā notiek veselībai nevēlamas pārmaiņas. Tāpēc nelielu asteroidu un komētu apmeklējumi var būt tikai īslaicīgi.

6. **Ūdens krājumi.** Aiz Zemes robežām milzīgi ūdens krājumi atrodas milzu planētu sistēmās ledus veidā. Gandrīz vai visu šo planētu pavadoņu virsma, izņemot Jupitera iekšējos un tālākos pavadoņus, sastāv no ūdens ledus ar piemaisījumiem sāļu, sasalušu gāzu un smago elementu veidā. Tikai uz Jupitera pavadoņa Kalisto vien ūdens krājumi ir desmit reīžu lielāki nekā uz Zemes. Tas pats attiecas uz ārējām neregulārajām planētām (Plutonu un citiem Koipeira joslas objektiem). Šis apstāklis tālā kosmosa apgūšanā ir ļoti nozīmīgs.

7. **Slāpekļa krājumi.** Slāpeklis ietilpst gaisa sastāvā, ko mēs elpojam, un ir viena no svarīgākajām ķīmiskās rūpniecības izejvielām. Titāna atmosfēra galvenokārt sastāv no slāpekļa. Slāpekli satur arī debess ķermeņus klājošais ledus Saules sistēmas perifērijā.

8. **Oglekļa krājumi.** Ogleklis ir Zemes dzīvības pamatā. Oglekļa savienojumus mūsdienās izmanto kā enerģijas avotu un ķīmiskajā rūpniecībā. To izmanto arī konstrukcijās kā dažu metālu aizstājēju. Vērā ņemami oglekļa krājumi ir asteroidu joslā.

9. **Metālu krājumi.** Civilizācijas attīstībai nepieciešamos metālus lielā daudzumā var atrast uz iekšējām planētām. Perspektīvi ir arī daži asteroīdi, kur metālu iegulas atrodas tieši virspusē. Iespējams, ka uz Jupitera iekšējiem pavadoņiem ir vieglo metālu krājumi. Arī Saules sistēmas perifērijā reizumis būtu iespējams atrast lokālas atradnes.

10. **Pirmais kosmiskais ātrums.** Tas ir minimālais ātrums, kas nepieciešams, lai izietu orbitā ap planētu, startējot no tās virsmas. Tā lielums atkarīgs no debess ķermeņa masas un rādiusa. Ātruma vērtībai var būt izšķiroša nozīme konkrēta debess ķermeņa vai

ķermeņu sistēmas apgūšanā. Saules sistēmā pirmā kosmiskā ātruma diapazons ir ļoti plašs. Visnelabvēlīgākās (lielās) ātruma vērtības ir Jupiteram un Saturnam. Arī Zemei un Venērai ātrums ir liels, Marsam un Merkuram tas ir nedaudz mazāks. Vispiemērotākie apstākļi šajā ziņā ir uz lielajiem planētu pavadoņiem, kā arī uz neregulārajām planētām Saules sistēmas perifērijā. Startēt no debess ķermeņa, kam nav atmosfēras, iespējams dažādos veidos. Ja debess ķermenim ir blīva atmosfēra, tad tās cēlējspēka izmantošana ļauj ietaupīt lielu daudzumu enerģijas un samazināt pārslodzes starta vai nosēšanās laikā, īpaši tas attiecas uz Saturna pavadoņi Titānu. Ap šādiem objektiem izdevīgi izvietot orbitālās bāzes, kur transporta vajadzībām var izmantot gan kosmoplānus, gan KA, kas pārvietojas atklātā kosmosā.

11. **Otrais kosmiskais ātrums.** Tas ir minimālais ātrums, kas nepieciešams, lai atstātu debess ķermeņa gravitācijas darbības sfēru. Milzu planētai šis ātrums ir vairāki desmiti km/s, bet no neliela asteroīda var aizlidot, vienkārši atgrūžoties no tā. Jo tālāks ir lidojuma mērķis, jo lielāks ieskrējiena ātrums nepieciešams.

12. **Ātrums Saules sistēmas perifērijas sasniegšanai.** Jo tālāk no Saules atrodas starta laukums, jo šis ātrums ir mazāks. Zeme un tās kaimiņplanētas atrodas Saules sistēmas iekšējā daļā. Vislielākais ātrums būtu uz Merkura (visdārgākais starta laukums šim nolūkam). Toties ļoti ērti startēt no milzu planētu pavadoņiem un ārējām neregulārajām planētām. Saules apkaimes sasniegšanai, gluži otrādi, izdevīgi startēt no Merkura.

13. **Atmosfēras nestspēja.** Tā ir atkarīga no atmosfēras biezuma un blīvuma, kā arī no planētas smaguma spēka. Vairākumā gadījumu atmosfēras izmantošana lidaparātam ļauj atstāt planētu vai nonākt uz tās. Titāna atmosfērā var izmantot kosmoplānu, tāpat Titāna atmosfēru var izmantot aerobremzēšanai, ieejot tajā ar lielu ātrumu, tāpēc tādām KA nav vajadzīgs bremsēšanas dzinējs un tas

var būt vieglāks un lētāks. No Zemes šāds KA var startēt ar hiperbolisko ātrumu, lai samazinātu lidojuma ilgumu. Milzu planētu un Venēras blīvo atmosfēru izmantošanu apgrūtinā ievērojamais smaguma spēks. Nolaizīties milzu planētas atmosfērā, KA svaru noteiktā dziļumā kompensēs atmosfēras cēlējspēks, un tā grimšana apstāsies. Lai turpinātu nolaišanos, būs vajadzīga papildu enerģija.

14. **Tuvākā debess ķermeņa orbīta.** Jo tuvāk atrodas debess ķermenis – kaimiņš, jo mazāk enerģijas un laika nepieciešams tā sasniegšanai. Transporta nolūkiem ir īpaši piemēroti Saturna un Urāna sistēmu klasiskie iekšējie pavadoņi ar tuvu novietotām orbītām. Īpaši jāizceļ Titāna un Hiperiona orbītas Saturna sistēmā, kas ir ērtas, pateicoties Titāna unikālajām īpatnībām un Hiperiona mazajam smaguma spēkam. Šis pāris ir piemērots pārvadājumiem ne tikai Saturna sistēmā, bet arī ārpus tās.

Kopsavilkums. Apskats parāda, ka Zeme nav ideāls starta laukums Saules sistēmas apgūšanai un iespējamai ekspansijai aiz tās robežām. Zemes otrais kosmiskais ātrums ir diezgan liels, un starpplanētu lidojumi no tās – dārga izprieca. Zemei tuvākajam objektam – vienīgajam dabiskajam pavadoņim Mēnessim – otrais kosmiskais ātrums ir mazs. Taču uz Mēness nav atrasti ievērojami ūdens krājumi, kas padarītu to par ērtu tranzīta bāzi Saules sistēmas kolonizēšanai (skābeklis un ūdeņradis, no kā sastāv ūdens, ir raķešu degvielas komponenti).

Pēc Mēness tuvākie lielie objekti ir Venēra un Marss. Venēru apņem blīva sakarsēta atmosfēra, apgūšanai planēta ir praktiski nepiemērota. Tā ir derīga pārlidojumiem, lai ieskrietos vai samazinātu ātrumu tās gravitācijas laukā, īpaši ar nolūku pētīt Saules apkaimi.

Pievilcīgāks ir Marss, kuram ir mazāks otrais kosmiskais ātrums un divi dabiskie pavadoņi planētai tuvās orbītās. Ievērojamais radiācijas līmenis uz planētas virsmas prasa labu radiācijas aizsardzību. Retinātā atmosfēra neatvieglo planētas apgūšanu. Marss varētu būt ilglaiģīga bāze ar mērķi katram gadiju-

mam dublēt Zemes civilizāciju. No Marsa sistēmas ir vieglāk virzīties uz Saules sistēmas perifēriju nekā no Zemes.

Merkurs nav apgūšanai pievilcīgs, jo tur ir stipra radiācija un tā sasniegšanai no Zemes vajadzīgs liels enerģijas patēriņš.

Asteroidi starp Marsu un Jupiteru ir bezatmosfēras ķermeņi. Tos raksturo samērā augsts radiācijas līmenis un zema temperatūra. Vājais smaguma spēks uz virsas padara tos ērtus, lai nolaistos un startētu. Asteroidi ir arī viegli pieejams minerālu avots.

Jupitera, tāpat kā pārējās milzu planētas, nav piemērots apgūšanai. Iekšējo un regulāro pavadoņu sistēmā planētas radiācijas joslas ir tik intensīvas, ka lidojumi, kas tuvāki par pusotru miljonu kilometru no planētas, pilotējama KA apkalpei būtu nāvējoši.

Pateicoties Titānam, Saturna sistēma ir ērta kā bāze. Titāna atmosfēru lieliski iespējams izmantot kā bremsēšanas “spilvenu” pat pie liela ieejas ātruma. Sistēmā ir daudz ūdens ledus, bet uz Titāna – ogļūdeņraži. Pateicoties cieši izvietotajām pavadoņa orbītām, sistēmā ir labas pārvietošanās iespējas. Problēmas rada ļoti zemā temperatūra uz pavadoņiem un lielais attālums no Zemes. Diemžēl Urāna un Neptūna sistēmā, kā arī pie ārējām neregulārajām planētām nav Titānam līdzīga objekta. Plusi un minusi ir tādi paši kā Saturna sistēmā, tikai minusi ir vairāk lielo attālumu dēļ (kā no Zemes, tā arī starp sistēmām).

Aiz zināmo neregulāro planētu joslas var atrasties pagaidām neatklāti vēra ņemamu izmēru debess ķermeņi, kas ir potenciālie turpmākās izpētes objekti.

Saules sistēmas debess ķermeņu apskats norāda uz Titāna un Saturna sistēmas apgūšanas perspektīvu kā uz pārskatāmas nākotnes prioritāru uzdevumu. No šejienes iespējams apgūt gan Saules sistēmas iekšējo daļu, izmantojot Jupitera gravitācijas lauku, kā arī Saules sistēmas ārējo daļu. Nākotnē jebkuras kosmiskās lielvalsts stratēģijā ieteicams ņemt vērā īpašo Saturna un Titāna sistēmas stāvokli.

No krievu valodas tulkojis Ilgonis Vilks

VĒLREIZ PAR 2006. GADA 29. MARTA PILNĀ SAULES APTUMSUMA NOVĒROJUMIEM

Lai arī “Zvaigžņotās Debess” vasaras numurā bija divi plaši raksti par Saules aptumsuma novērojumiem Turcijā un Ēģiptē, izrādījās, ka neviens no tiem nekādi neappraksta vēl vienu citu novērotāju grupu, kas no Latvijas devās veikt 2006. gada 29. marta pilnā Saules aptumsuma novērojumus. Faktiski tā bija vislielākā – tajā piedalījās 17 vienotā grupā braukušu dalībnieku (sk. *attēlu vāku 3. lpp.*), kuriem piedrošās vēl divi individuālie braucēji no Latvijas. Dažiem tas bija pirmais, citam – jau otrais pilnais Saules aptumsums.

Pirmo reizi ideju par došanos uz Ēģipti vai Turciju raksta autors prezentēja 2005. gada sākumā Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmē. Aptuveni pusgadu vēlāk, vasarā, tika nolemts, ka braucēji no Latvijas piedrošies Somijas astronomijas biedrības “Siri-us” (www.ursa.fi/siriussivut/) organizētajai braucēju grupai. Par godu ievērojamajam notikumam mums bija izstrādāts savs pasākuma logo – simbolizēts Saules vainags. Tieši ar šo logo tika rotāti dalībnieku komandas T-krekli, ko iegādājās arī autobraucēju grupa. Aptumsuma daļējās fāzes novērojumiem izmantojām Latvijas Astronomijas biedrības oficiālās Saules novērojumu brilles (sk. *attēlu*), ar redzei drošo *Black Polymer* filtru.

Brauciena laikā regulāri sazinājāmies ar abām pārējām grupām. Aptumsuma priekš-



Novērošana ar Latvijas Astronomijas biedrības sagatavotām saules brillēm. *M. Gilla foto*

vakarā satikāmies ar autobraucēju grupu, jo bijām taču turpat – Kemerā. Vienīgi novērojumus nolēmām veikt nevis viesnīcas “Paradise” pagalmā, bet gan vietā ar plašāku skatu uz apkārtni – pie jūras. Arī aptumsuma dienā pēc saulrieta kopīgi satikāmies “Paradīzē”, lai dalītos iespaidos (īpaši interesanta bija ielūkošanās svaigajā nemontētājā videomateriālā) un apsvērtu idejas par 2008. gada 1. augusta pilnā Saules aptumsuma novērojumiem Krievijā vai Ķīnā.

Lai veicas arī turpmāk ar interesantām Saules aptumsumu ekspedīcijām! 🐼

Par “Zvaigžņotās Debess” abonēšanu 2007. gadam sk.
“Astronomiskais kalendārs 2007” vāku 4. lpp.



Sudrabainie mākoņi Baldones Riekstukalnā.
Digitālā kamera *Digimax L50*, ekspozīcija ~13 s.
O. Paupera foto

2006/07/16 02:32



2006/07/16 02:42



2006/07/16 02:42

Sudrabaino mākoņu stereo uzņēmums. Mākoņi fotografēti 2006. gada 16. jūlijā 2^h42^m Baldones Riekstukalnā ar digitālo kameru *Digimax L50*, ekspozīcija ~13 s.

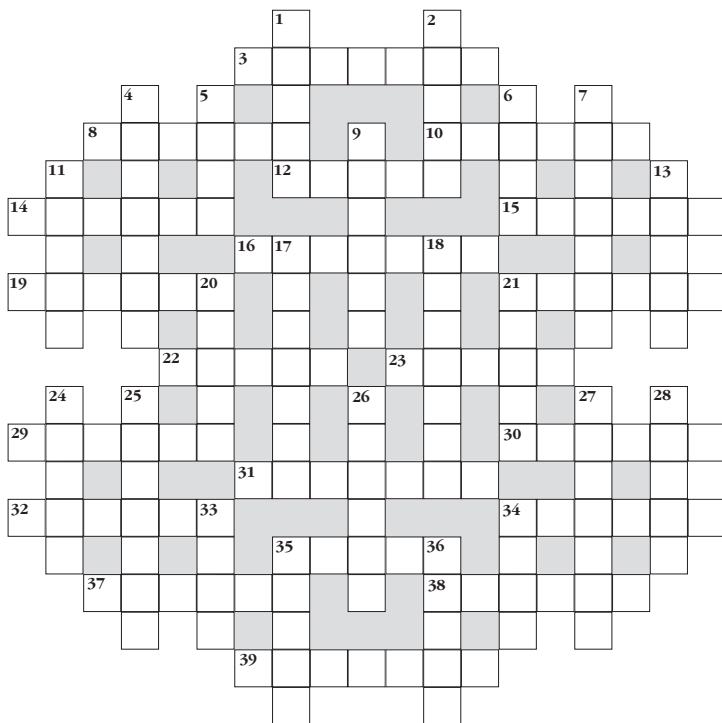
Lai iegūtu attēla trīsdimensionālu vizualizāciju, uz katru uzņēmumu jāskatās ar savu aci. Pēc tam attēli jāsavieto kopā vienā – trešajā – attēlā. Tad tie jāmēģina apziņā pārfokusēt tā, lai mākoņi it kā atrastos attēla priekšpusē, bet debesjums aiz tiem aizietu tālumā. Procesa atvieglošanai var izmantot brilles, turot tās starp attēliem un acīm, vai arī vājas lēcas.

Oskars Paupers

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: **3.** Vācu astronoms, Sīriusa B atklājējs (1784–1846). **8.** Latviešu astronoms (1878–1956). **10.** Ungāru astronoms, mainzvaigžņu pētnieks (1938). **12.** Zvaigzne Oriona zvaigznājā. **14.** Amerikāņu astronoms, Marsa pētnieks (1855–1916). **15.** Zvaigzne Lielā Lāča zvaigznājā, saukta arī par Jātnieku. **16.** Saturna pavadonis. **19.** Latviešu astronomijas amatieris, enerģētikas inženieris (1918–1979). **21.** Angļu astronoms, kura vārdā nosaukts Marsa krāteris (1868–1942). **22.** Amerikāņu astronauts, trīs reizes izkāpis uz Mēness (1930). **23.** Zvaigzne Perseja zvaigznājā. **29.** Jūrmalā dzimis krievu kosmonauts. **30.** Rītausmas dieviete romiešu mitoloģijā. **31.** Marsa pavadonis. **32.** Urāna pavadonis. **34.** Debesu dieviete romiešu mitoloģijā. **35.** Beļģu astronoms, pētījis komētu atklāšanas varbūtību (1898–1972). **37.** Amerikāņu astronoms, Saturna gredzena un Jupitera pētnieks (1928). **38.** Debess ziemeļu puslodes zvaigznājs. **39.** Zvaigzne Vēršu Dzinēja zvaigznājā.

Stateniski: **1.** Amerikāņu astronauts (1933). **2.** ASV astronauts, pabijis sešas reizes kosmosā. **4.** Zvaigzne Vedēja zvaigznājā. **5.** Latviešu astronoms un ģeodēzists, oriģinālu mērinstrumentu konstruktors, RPI profesors (1847–1926). **6.** Zvaigzne Valzivs zvaigznājā. **7.** Saules hromosfēras veidojums. **9.** Saturna pavadonis. **11.** Komētas kodolu miglveida apvalki. **13.** Iedomāti riņķi pie debess sfēras. **17.** Jupitera pavadonis. **18.** Neptūna pavadonis. **20.** Saturna pavadonis. **21.** Zvaigzne Lielā Lāča zvaigznājā. **24.** Ekvatoriālās joslas zvaigznājs. **25.** Vācu astronoms, pirmā teleskopa–refraktora radītājs 1613. g. **26.** Pirmais čehu kosmonauts. **27.** Mūza – astronomijas aizgādne grieķu mitoloģijā. **28.** Itāļu filozofs, N. Kopernika heliocentriskās teorijas attīstītājs (1548–1600). **33.** Zodiaka zvaigznājs. **34.** Ķīmiskais elements. **35.** Zvaigzne Kasiopējas zvaigznājā. **36.** Zodiaka zvaigznājs.



NATĀLIJA CIMAHOVIČA

TAUTAS DZIESMAS – DZĪVESZIŅAS LIKUMU KRĀTUVE

Latviešu folkloras krātuves arhīvā glabājas 1 043 841 tautas dziesma.

Tās krājušās tautā kopš sirmas senatnes, ietvertot informāciju arī no aizvēstures. Tās atspoguļojušas tautas dzīvi vēstures likločos un mainījušās līdz tautas gara pasaulei. Līdz ar arheoloģiskajiem materiāliem tajās atspoguļota dzīvesziņa, kas ļāvusi latviešiem pastāvēt.

Arheoloģiski dati liecina, ka pirmbalto ciltis ienākušas Baltijas jūras piekrastē jau vismaz 2. gadu tūkstoši pirms mūsu ēras. To tā-

laku virzību uz ziemeļiem acimredzot ierobežoja somugru ciltis, bet no austrumiem jau tad spiedās slāvi.

Arheoloģijas dati liecina, ka pirmatnējās ciltis dzīvoja nelielās kopienās – ne vairāk kā 20 dzimtas vienuviet. Un arī plašākās apmetnēs, kā Āraišos, cilvēki tiecās dzīvot koncentrēti. Tas arī saprotams, jo cilvēkus apdraudēja gan meža zvēri, gan citu apmetņu pārstāvji.

Šāda vienkopus dzīve raisīja nepieciešamību pēc stingriem kopsdzīves noteikumiem. Rakstības nebija, tāpēc noteikumi varēja saglabāties tikai mutvārdos. Šādas uzvedības kārtulas atrodam tautas dziesmās.

Man māmiņa piesacīja
Ciemā daudzi nerunāt,
Ciemā daudzi nerunāt,
Valodiņas nebārstīt. LD 3206

Īpaši daudz norādījumu atrodam attiecībā uz jauniešu tikumību, jo jaunībā liktie tikumības pamati nodrošina sabiedrības pamatelementa – stingras ģimenes – pastāvēšanu.

Ar godiņu, jaunas meitas,
Ne ar zeltu, sudrabiņu;
Zelt', sudrabu gan dabūs,
Goda vairs nedabūs. LD 6535

Uzvedības pamatlikumi tika mācīti kopš agras bērnības, vadot dienas kopā ar dziesmām.



Dainās ierakstītā informācija bija obligāti jānodod pēctečiem. Tāpēc arī dziesmas tika tītas kamolā.

Es citkārt, jauns būdams,
Dziesmas tīnu kamolā;
Kad gribēju, tad dziedāju,
Pa vienai attīdams. *LD 34*

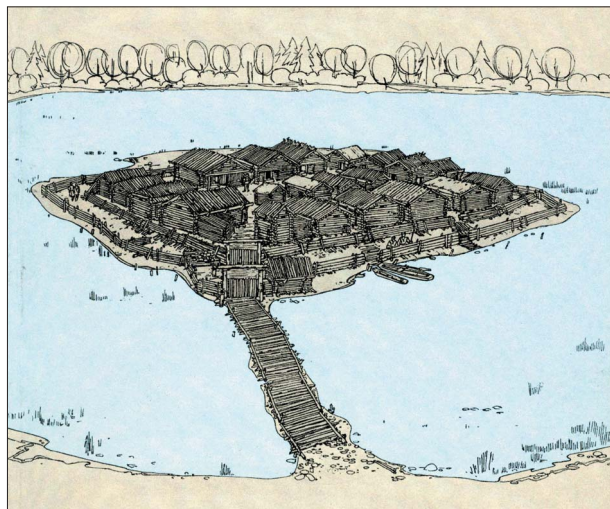
Ļoti svarīgs ir norādījums, ka dziesmas tekstus nedrīkst sagrozīt.

Es nedeļu nevienami
Savu dziesmu sarežģīt;
Kuru dziesmu nodziedāju,
To satinu kamolā. *LD 899*

Tādā kārtā tika precīzi saglabāta dziesmā ierakstītā dzīvesziņas kārtula. Tas bija nepieciešams seno cilšu izdzīvošanai te, Baltijas jūras nostūrī, cauri gadu simtiem. Latviešiem dzīvojot šeit, tirdzniecības ceļu un karu krustceļos, tautas pamatlikumi varēja pazust, bet tas nav noticis. Tos sargāja dziesma. Dziedāšana ir bijusi nešķīrāma no dzīves rituma.



Kr. Barona Dainu skapis.



Āraišu ezerpils pirmās apbūves rekonstrukcijas zīmējums. Rekonstrukcijas autori – arheologs Jānis Apals un arhitekts Dzintars Dribs.

Lai es gāju, kur es gāju,
Droši gāju dziedādama.
Izvedīga man gaitiņa,
Skaidra, ērta valodiņa. *LD 77*

Tautasdziesmu un dziedāšanas nozīmībai ir pievērsusi uzmanību pazīstamā mediķe profesore Aina Muceniece. Viņa uzsver, ka dainošana ir veicinājusi arī dažādas organisma funkcijas – vispirms jau elpošanu, bez tam diafragmas ritmiskās kustības pozitīvi stimulē iekšējo orgānu darbību. Ļoti svarīga ir dziedāšanas emocionālā loma cilvēka psihiskajā darbībā. Tā stimulē pozitīvu pasaules skatījumu, labvēlīgu attieksmi pret līdzcilvēkiem.

Es dziedāju, gavilēju,
Dēlu māte klausījās,

Dēlu māte klausījās,
Cerēj' savu jauņuvīti.

LD 467

Daiļums, kas tik ļoti akcentēts tautas dziesmās, pavada dziedātāju visu mūžu, palīdzot tikt pāri grūtiem dzīves brīžiem. Tas pamatojas Latvijas brīnumskaitajā dabā.

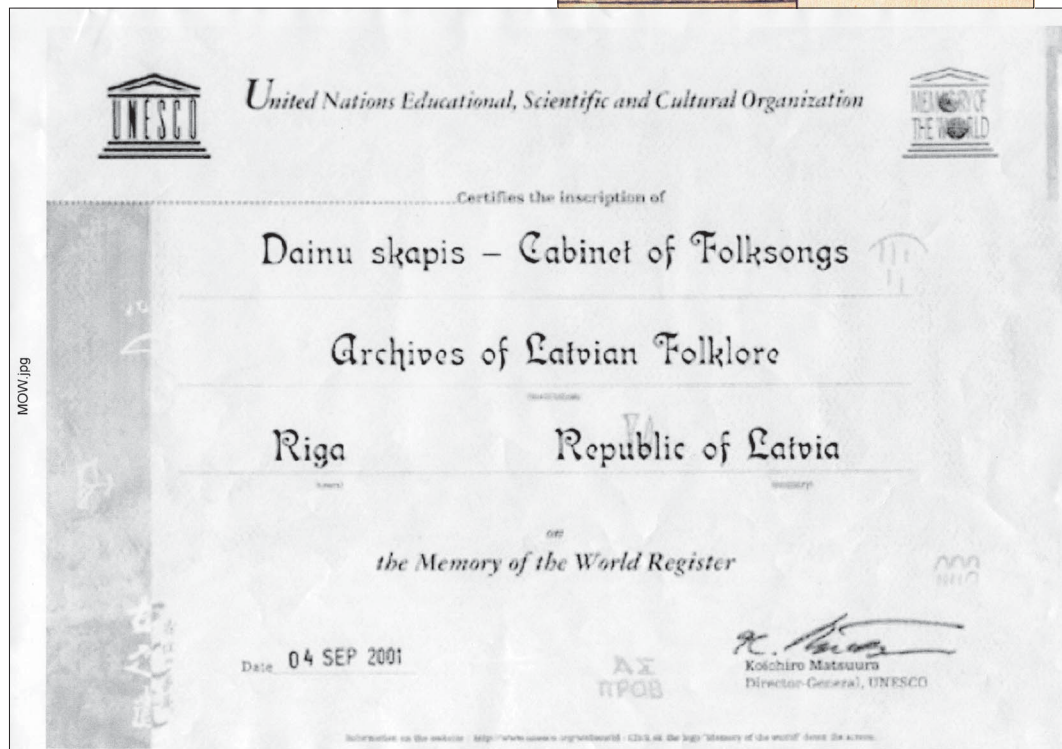
Tišām gāju mežmalā
Putnu dziesmas klausīties:
Zīle dzied, žube vilka,
Lakstīgala vidžināja.

LD 2697

Ai, zaļā bērzu birze,
Tavu skaistu vainadziņu!
Man bāliņis Rīgā pirka,
Vēl tik skaista nenopirka.

LD 5771

Zīmīgi, ka latviešu dzīvesziņa ir izteikta liriskā veidā, pretēji vēlāku laiku kristietības nestajiem Vecās Derības baušļiem, ko spies-



tā kārtā mācīja vācu mācītāji. Tāpēc tautasdziesmās šo kristietības slāni tikpat kā neatrodam.

Ļoti raksturīga ir tautasdziesmu netieša, vispārināta attieksme pret parādībām. Tā plaši zināmā dziesma:

Caur sudraba birzi gāju,
Ne zariņa nenolauzu;
Būt' zariņu nolauzuse,
Tad staigātu sudrabota. LD 30637

īstenībā norāda uz uzmanīgu attieksmi pret apkārtējo sabiedrību, ja šīs attieksmes pietūkā, cilvēku it kā iezīmēja sabiedrības negatīva attieksme.

Latviešu tautas dziedāšanas fenomens aplūkots pētījumā, kas publicēts "*Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*" 1993. gadā. Pētījums vēlīts smadzeņu pusložu atšķirībai Latvijas vietējiem iedzīvotājiem un iebraucējiem. Izrādās, ka iebraucēji 70% gadījumu ir tā sauktie kreisās puslodes cilvēki, kuriem raksturīga analītiska, matemātiska domāšana, bet vietējie 60% gadījumu ir smadzeņu labās puslodes cilvēki, kam raksturīga tēlaina domāšana. Tāpēc latvieši ir tik cieši saistīti ar savu folkloru. Mēs sakām: latvieši ir dziedātāju tauta. Šī nosliece veidojas jau bērnībā, kad bērni tiek audzināti dziesmu vidē. Bērnībā arī notiek smadzeņu pusložu asimetrijas dominantes veidošanās. Tāpēc ir tik ļoti svarīga bērnu muzikālā audzināšana. Attīstoties labajai puslodei, pieaug varbūtība, ka cilvēks veidosies par jaunu ceļu gājēju.

Tādā skatījumā labāk izprotamas dziesmas ar norādēm par šķietami nepraktiskām nodarbībām.

Vakardīn man palyka
Treis darbeņi nadareiti:
Jyuras ūgas nalaseitas,
Gaisā zvaigznes naskaiteitas. *T. dz. 55252*

Šīs darbības acimredzot ir bijušas tik svarīgas senās cilts dzīvē, ka instrukcija par tām



Dzivo dziesma, dzivo tauta – Saulainē (Kanāda).

ir saglabājusies cauri daudziem gadu simtiem. Šeit norādītā "zvaigžņu skaitīšana" ir liecība par regulārajiem zvaigžņotās debess novērojumiem, kas bija nepieciešami gadalaiku prognozēm. Jo Latvijas klimatiskajos apstākļos gadalaiki neiestājas strauji, kā tas notiek, piemēram, Sibīrijā. Līdz ar to medniekiem un vēlāk zemkopjiem jā sagatavojas meteoroloģisko apstākļu nomaiņai. Kalendārie zvaigžņotās debess novērojumi ir konstatēti arī akmens laikmeta svītru kodos uz mamutu kauliem Francijā un Sibīrijā. Latvijā šāda veida lietiskas liecības nav atrastas, bet dainās saglabāta informācija par zvaigžņotās debess ainu nozīmi senās dzīves ritmā. Tā Sietiņš savā riņķojumā pa debessjumu noteica nakts iedalījumu, bet Auseklītis pievērsa uzmanību vairākdienu ritmam.

Bet gluži neizprotama šķiet norāde par ogu lasīšanu jūrā. Te atrodam seno domātāju spēju paradoksālā veidā raisīt tēlainas asociācijas, kas nepieciešamas paplašinātai pasaules uztverei. Tāpēc dainas ir tik tēlainas, palīdzējušas senās Latvijas zemju iedzīvotājiem pārvarēt vēstures likločus un pastāvēt Baltijas jūras un Daugavas krastos.

Dainu tekstu daudzveidībā ietvertās tautas pastāvēšanas kārtulas, dziesmu nestas, ir saglabājušas cauri gadu simtiem. Tādā kārtā mūsu rīcībā ir likumu krājums, kas veidojies aizlaikos un tiek lietots arī šodien. Zemapzi-

ņā tas tiek recitēts vai ikkurā kora dziesmā. Zīmīgi, ka daudzas no tām ir iegājušas arī ikdienas aprītē, kā populārā:

Bēda, mana liela bēda,
Es par bēdu nebēdāju:
Liku bēdu zem akmeņa,
Pāri gāju dziedādama. LD 107

Latviešu tautasdziesmu pastāvēšana arī šobrīd tautas dzīvā aprītē ir pasaules kultūras fenomens. Tas pārstāv nule vispārātzīto nepieciešamību saglabāt tautu senās saknes. Šis atzinums ir daļēji realizēts, *UNESCO* atzīstot Krišjāņa Barona Dainu skapi par īpaši glāb-

jamu pasaules kultūras pieminekli.

Pašreizējā laikmetā plašajos starptautiskajos kontaktos un ekonomiskajos spaidos dzīvošanas noteikumi ievērojami mainījušies, tomēr dainās ietvertās pamatvērtības ir viens no tiem pamatakmeņiem, uz kā balstās senā indoeiropiešu kultūra. Tāpēc no aizlaikiem atnācis likums:

Tēvu tēvu laipas mestas
Bērnu bērni laipotāji;
Tā, bērniņi, laipojiet,
Ka pietika mūžiņam. LD 3086

satur vadlīniju arī šodienas procesu analīzei.

Vēres

1. Latvju dainas, I sēj. – Jelgavā, 1894.
2. Tautas dziesmas (papildinājums), prof. P. Šmita redakcijā, III. – 1938.
3. V. Aršavskis. LZA Vēstis B. – 1993, Nr. 8, 67.–73. lpp.
4. Edgars Imants Siliņš. Lielo patiesību meklējumos. – Rīga, 1999.
5. Arnolds Spekke. Latvijas vēsture. – Rīgā, 2003.
6. Latviešu folkloras krātuve. – Latvijas Universitāte, Literatūras, folkloras un mākslas institūts, 2004.
7. Valentīns Sedovs. Balti senatnē. – Rīga, 2004.
8. Jānis Apals, Zīgrīda Apala. Āraiši senlaikos. – Nodibinājums Āraišu ezerpils fonds, 2006. 🐦

SVEICAM JUBILĀRI 🐦 SVEICAM JUBILĀRI 🐦 SVEICAM JUBILĀRI

Pirms 80 gadiem – 1926. gada **6. decembrī** Rīgā dzimusi valsts emeritētā zinātniece **Natālija Cimahoviča**, Saules fizikas speciāliste, *Dr. phys.* (1970, nostr. 1992), LZA Radioastrofizikas observatorijas zinātniskā līdzstrādniece (1955–1982), tēmas *“Saules radiouzliesmojumu pētījumi”* vadītāja (1961, neoficiāli kopš 1955). Veikusi pētījumus par Saules radiouzliesmojumiem un to saistību ar ģeofizikāliem procesiem, viņa veltījusi daudz pūļu heliobioloģijas rehabilitācijai Padomju Savienībā. Medicīnisko laika tipu prognozes, ko izplata Latvijas Hidrometeoroloģiskā pārvalde arī šodien, ir viņas ZA Radioastrofizikas observatorijā vadītā darba nopelns. Monogrāfijas *“Saules lielle radiouzliesmojumi”* (1968, kriev.), vairāku zinātnisku publikāciju, piecu populārzinātnisku brošūru un ļoti daudzu populārzinātnisku rakstu autore. *“ZvD”* redakcijas kolēģijas locekle (1964–1993).



Baldones Riekstukalnā
17.06.2006. *M. Gilla foto*

Par jubilāri vairāk lasāms *“ZvD”* redakcijas kolēģijas rakstā *“Saules pētniecei Natālijai Cimahovičiai jubileja”* *“ZvD”* 1996./97. gada ziemas numura 31.–32. lpp. un I. Šmelda rakstā *“Latvijas Saules astronomijas pamatlicējai – jubileja”* *“ZvD”* 2001./02. gada ziemas numura 87.–90. lpp.

Daudz radošas veiksmes arī turpmāk!

I. D.



LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAI JUBILEJA: ZA OBSERVATORIJA (1946–1996) (Nobeigums)

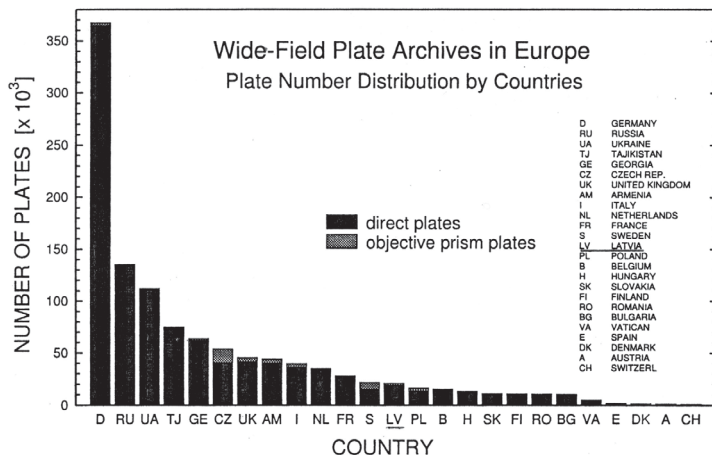
Bibliotēka un datu bāzes ar vispār- zinātnisku un kultūrvēsturisku nozīmi

RO uzkrāta sava zinātniskā bibliotēka, kas satur 68374 vienības (no tām 90% literatūras svešvalodās), daudz astronomiska satura seniespiedumu, pašlaik jau ar vēsturisku vērtību. Literatūru saņem gandrīz tikai apmaiņas ceļā. Pēdējā laikā fonds kļuvis bagātāks ar ārzemju astronomiskajiem žurnāliem, kas saņemti kā t. s. humānā palīdzība. Bibliotēka regulāri apmainās ar zinātnisko informāciju ar apmēram 160 ārzemju observatorijām. Vēl nesena pagātnē Observatoriju samērā bieži apmeklēja (un, cerams, atkal apmeklēs) citu observatoriju zinātnieki, lai iepazītos ar tās līdzstrādnieku darbu un sasniegumiem, kā arī, lai strādātu ar tās instrumentiem un veiktu kopēju zinātnisko darbu.

Katras observatorijas un arī RO lepnums ir astronomisko uzņēmumu arhīvs, kas aptver 19 522 tiešo un 1815 spektrālo (uzņemtu ar divu un četru grādu objektīva prizmām) debess fotogrāfiju (kopš 1966. gada). Katru gadu to skaits papildinājās vidēji ar 700 vienībām. Astrouzņēmumu bibliotēkas saturs tiek katalogizēts un būs pieejams datorlasāmā tehnikā.

1970. gadā tika uzsākti Saules radiostarojuma kvaziperiodisko fluktuāciju novērojumi dm viļņu diapazonā uz trim fiksētām frekvencēm – 755 MHz, 625 MHz un 326 MHz, bet kopš 1974. gada – Saules radiostarojuma novērojumi 2 cm un 3 cm viļņu diapazonā. Ir datu banka par šiem ilggadīgajiem novērojumiem, kas aptver gandrīz divus Saules aktivitātes 11 gadu ciklus.

Kopš 1991. gada, kad, atjaunojot Latvijas valstisko neatkarību, diemžēl tika nesaudzīgi grauts tās zinātniskais potenciāls, krasas finansēšanas samazināšanas apstākļos arī RO

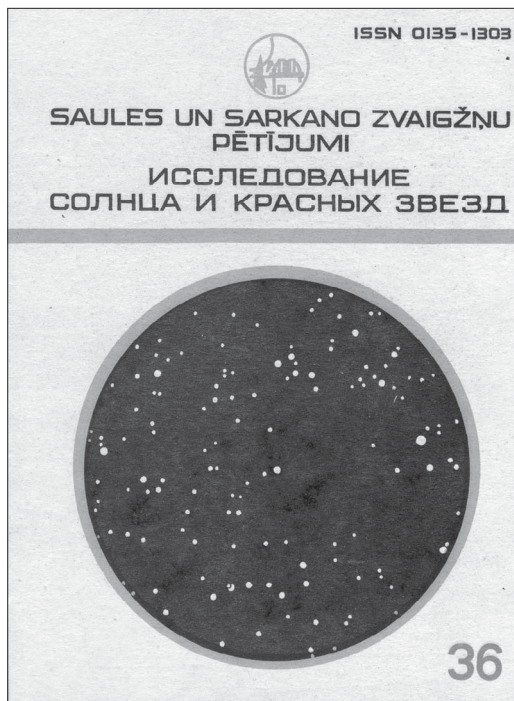


Ar Šmita teleskopu iegūto dažādo debess apgabalu foto arhīvs – plaša redzeslauka Astrofizikas observatorijas astrouzņēmumu arhīvs Baldones Riekstukalnā pēc apjoma tikai nedaudz atpaliek no Zviedrijas, aiz sevis atstājot Polijas, Beļģijas, Ungārijas, Slovākijas, Somijas, Rumānijas, Bulgārijas, pat Spānijas, Dānijas, Austrijas u. c. Eiropas valstu astrofoto arhīvus.

No "Baltic Astronomy", 2000, vol. 9, N4, 616. lpp.

bija spiesta ievērojami ierobežot veicamo pētījumu apjomus un tika pieņemts ļoti sāpīgs lēmums par Saules radiostarojuma novērojumu pārtraukšanu. Pašlaik visi trīs RO radio-teleskopi, kā arī abi 55 cm optiskie teleskopi ir iekonservēti (1993) un gaida labākus laikus, respektīvi, valdības politikas maiņu zinātnisko pētījumu finansēšanas jomā.

Šīm datu bāzēm, kas ir iegūtas ar LZA RO instrumentiem, ir nacionālas bagātības vērtība (ar pasaules nozīmi) kā ietilpīgam informācijas nesējam par vairākiem desmitiem miljonu kosmisko objektu, Sauli ieskaitot. Šim zinātniskajam materiālam ir milzīga nozīme pašreizējos pētījumos un nākotnē, it sevišķi kinemātisko pētījumu un zvaigžņu fizikālo īpašību statistikas, Saules fizikas, Saules un Zemes sakaru pētījumos u. c. jomās.



LZA Radioastrofizikas observatorijas zinātnisko rakstu krājuma "Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi" 36. (un pēdējā) laidiena vāks un satura rādītājs; atbildīgais redaktors A. Balklavs.

Nozīmīgākie rezultāti

RO zinātnisko līdzstrādnieku ieguldījumu zinātniskās informācijas ražošanā kvantitatīvi var raksturot ar šādiem skaitļiem: kopš 1946. gada sagatavoti un izdoti vairāk nekā 60 zinātnisku rakstu krājumu un monogrāfiju, no kurām divas ir tulkotas un izdotas ārzemēs [Alksne and Ikaunieks, 1981] un [Alksne, Alksnis, Dzervitis, 1991]. Kopš 1974. gada RO izdeva rakstu krājumu "Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi" (*krievu valodā, pēdējā laikā angļiski*). Diemžēl līdzekļu trūkuma dēļ arī šā rakstu krājuma izdošana pagaidām ir pārtraukta.

Kopš 1946. gada RO līdzstrādnieki PSRS vadošajos zinātniskajos institūtos ir aizstāvējuši divas zinātņu doktora un 24 zinātņu kandidāta disertācijas.

CONTENTS	
Balklavs A., Šmēld I. Algorithm of the analyser of solar radioemission microbursts	5
Freimanis J. Transfer of polarized light in homogeneous isotropic semi infinite medium if the generalized eigenfunctions of transfer equation exist	18
S A T U R S	
Balklavs A., Šmēld I. Saules radiostarojuma mikro- usliesmojumu analizatora darbības algoritms	5
Freimanis J. Polarizētas gaismas pārnese homogēnā izotropā pusbezglīga vidē, ja pārnese vienā- dojumam eksistē piesaistītās funkcijas	18
СО Д Е Р Ж А Н И Е	
Балклавс А., Шмелд И. Операционный алгоритм анализатора микровсплесков солнечного радиоизлучения	5
Фрейдманис Ю. Перенос поляризованного излучения в одно- родной изотропной полубесконечной среде, облада- ющей присоединенными функциями уравнения переноса излучения	18

Rīgā notikušas daudzas svarīgas zinātniskās sanāksmes, pēdējās 1990. gadā: martā II Baltijas astronomu apspriede par zvaigžņu un galaktiku fiziku un septembrī Starptautiskās zinātniskās radiosavienības *URSI (Union Radio-Scientifique Internationale)* Rīgas apspriede par spoguļantenu konstrukcijām ar pasaules vadošo speciālistu piedalīšanos.

RO veiktie pētījumi veltīti galvenokārt fundamentāliem zvaigžņu evolūcijas (īpaši to nobeiguma stadiju) un Saules aktivitātes problēmu fizikas izpratnei. Par to pētījumu rezultātiem, kas RO izdarīti līdz 1987. gadam, var gūt pietiekami plašu iespaidu no publikācijām "*LZA Vēstis*" [Balklavs, 1971, 1987] un iepriekšējā LZA jubilejai veltītajā rakstu krājumā [Balklavs, 1986], kas apgādātas arī ar samērā plašu RO līdzstrādnieku svarīgāko zinātnisko publikāciju sarakstu. Tam kalpo arī šā raksta nobeigumā dotā samērā plašā bibliogrāfija. Tomēr nedaudz sīkāk der pakavēties pie tiem pētījumiem, kurus turpina veikt pašlaik, t. i., pēc dramatiskajiem pēcatmodas valdības veiktajiem pasākumiem zinātnes politikas, respektīvi, tās finansēšanas jomā, kas noveda pie daudzu LZA bijušajos institūtos veikto pasaules līmeņa jeb nozīmīguma pētījumu pārtraukšanas vai sašaurināšanas un, kā jau atzīmēts, smagi skāra arī Radioastrofizikas observatoriju.

Kā viens no nozīmīgākiem tradicionālajiem un arī pašreizējās zinātniskās darbības virzieniem jāmin "*Oglekļa zvaigžņu mainīgums*". Tas izveidojies uz KrAO veikto zvaigžņu pētījumu [Alksnis, 1961] metodiskās bāzes, turpinot J. Ikaunieka sāktos un viņa vadībā RO veiktos [Alksne un Ikaunieks, 1971, 1981] oglekļa (C)

zvaigžņu statistiskos pētījumus. Tie parādīja nepieciešamību pēc precīzākiem fotometriskiem datiem, kuru noteikšanai radās iespēja 1967. gadā pēc Šmita teleskopa uzstādīšanas Baldones Riekstukalnā. Oglekļa zvaigznēm piemētošais un atšķirīgais mainīgums prasīja tā pētīšanu individuāliem objektiem. Lai novērošanai būtu maksimālais efekts, sākumā izvēlēti apgabali, kur C zvaigžņu koncentrācija lielāka [Alksnis, Alksne, Daube, 1973], vēlāk Piena Ceļa josla Gulbja zvaigznājā [Alksnis, Alksne, 1977, 1988] un anticentra apgabalā [Daube, Duncāns, 1977]. Maksimāla zvaigžņu skaita aptveršanai tika meklētas jaunas C zvaigznes, lietojot zemas dispersijas spektrus. Pavisam atrastas 318 agrāk neregistrētas C zvaigznes [Alksne, Alksnis, Ozoliņa, Platais, 1988]. Katalogs ar to datiem nodots Astronomisko datu centram *CDS (Centre de Données*



J. Ikaunieka atdusas vietā Baldones Riekstukalnā – klusā meža ielokā starp divu viņa loloto un izcīnīto teleskopu paviljoniem: LatvPSR ZA prezidents akad. B. Puriņš, PSRS ZA akad. V. Soboļevs (ĪVU), LZA RO direktors A. Balklavs, PSRS ZA Astronomijas padomes (AP) priekšsēdētājs PSRS ZA kor. loc. A. Bojarčuks, PSRS ZA AP prof. A. Maseviča un PSRS ZA GAO (Pulkova) direktors V. Abalakins 1987. gada 24. aprīlī Ikaunieka piemiņai veltītās PSRS ZA AP biroja izbraukuma sēdes un zinātniskās konferences "*Aukstie milži*" laikā.

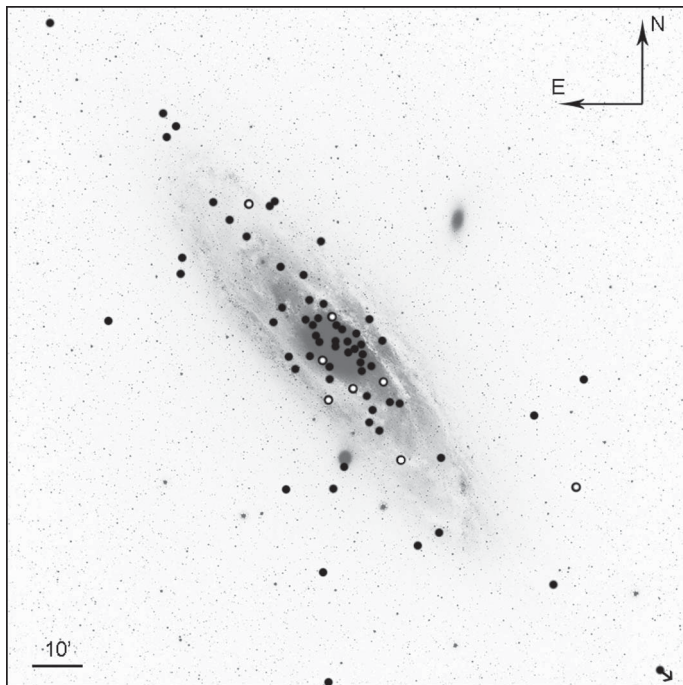
Foto no LZA RO un "ZvD" arhīva

Piena Ceļam tuvākā spirāliskā galaktika M31 – Andromedas miglājs – ar Šmita teleskopu ir sistemātiski fotografēta Baldones Riekstukalnā, lai konstatētu novu uzliesmojumus un izpētītu to spožuma maiņas raksturu.

Foto no LZA RO un "ZvD" arhīva

astronomiques de Strasbourg) Strasbūrā: <ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/cats/III/140> *Carbon stars from Baldone telescope (Alksne+ 1987)*. Izpētītas arī mainīguma īpašības C zvaigznēm vaļējās kopās. Zvaigznes iedalītas grupās pēc mainīguma īpašībām, atrastas vairākas savdabīgas C zvaigznes (*RW LMi, V366 Lac, DY Per*) [Alksnis, Eglītis, 1977; Alksnis u. c. 1988; Alksnis, Jumiķe, 1990], kuru īpašību detalizēta pētīšana turpinās.

Sadarbībā ar Valsts Šternberga Astronomijas institūtu (Maskavas VU) Šmita teleskops izmantots novu meklēšanai un pētīšanai galaktikā M31, 1969.–1990. gadā atrastas 33 novas [Sharov, Alksnis, 1991].



Haleja komētas starptautiskās novērošanas programmas ietvaros ar Baldones Riekstukalna Šmita teleskopu noteiktas komētas pozīcijas [Alksnis u. c., 1990] un iegūti uzņēmumi liela mēroga parādību pētīšanai. Izdarītie uzņēmumi un to mērījumi saņēma augstu programmas vadītāju novērtējumu.

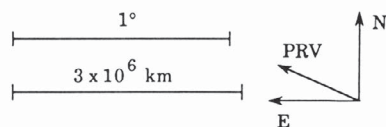
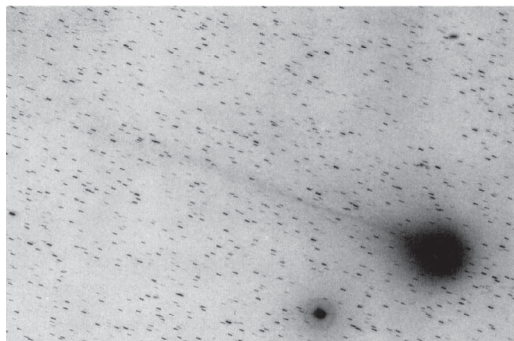
Ar Baldones Šmita teleskopu atklātās novas (*tumšie apliņi* – 1967.–1998., *gaišie* – pēc 2004. gada) Andromedas galaktikā.

Sk. O. Smirnova. "Novas – uzliesmojošās zvaigznes."

1982. gadā astrometriskā pavadoņa *HIP-PARCOS* programmas izvēles starptautiskajai komitejai iesniegtais priekšlikums “*Oglekļa zvaigžņu starjaukdas kalibrēšana*” pieņemts un iekļauts programmā.

Veikti zvaigžņu iekšējās uzbūves modeļu aprēķini. Galvenās secības zvaigznēm konstruētas un salīdzinātas teorētiskās un no dubultzvaigžņu novērojumiem iegūstamās masas–rādiusa un masas–spožuma sakarības, noteikta saistība starp spektrālklasēm, efektīvo temperatūru un bolometrisko lielumu.

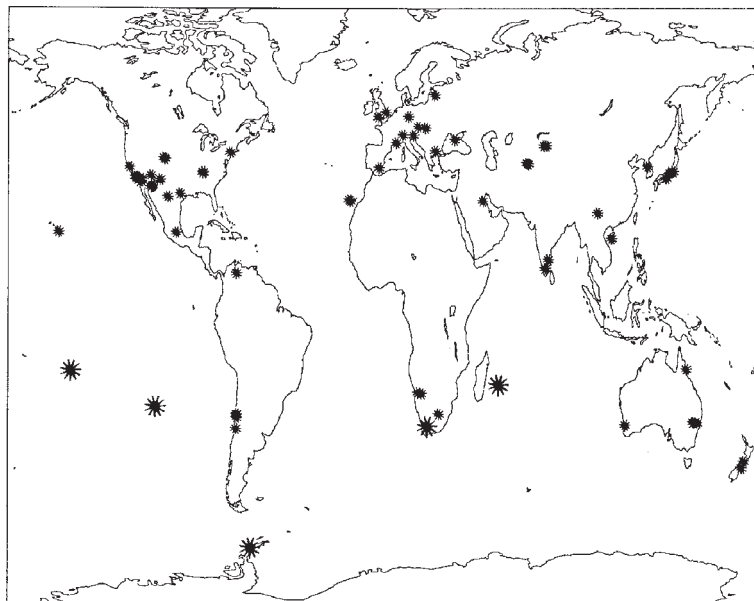
Izdarīti termokīmiskā līdzsvara un nepātrauktās absorbcijas koeficienta aprēķini C zvaigžņu atmosfērām. Noskaidrota izplatītāko elementu atomu, molekulu, pozitīvo un negatīvo jonu koncentrācijas maiņa atkarībā no C zvaigznes atmosfēras pamatparametriem, kā arī galveno absorbentu dabas atkarība no pēdējiem dažādos spektra rajonos. Ieteikta C zvaigznēm piemērota fotometriska sistēma, kurā caurlaidības joslu izvietojums saskaņots ar C zvaigznēm raksturīgo absorbcijas joslu izvietojumu. Izmantojot C zvaigžņu modeļatmosfēras, veikti spektrālsintēzes aprēķini raksturīgām šo zvaigžņu atomārā spektra detaļām



Haleja komēta 1985. gada 15./16. decembrī, *IHW* programmas ietvaros fotografēta Baldones Riekstukalnā.

No “*IHW Atlas of Large-Scale Phenomena*”, 103. lpp.

(Na rezonanses dublets, Ca infrasarkanais triplets u. c.), noskaidrojot to karakteristiku (ekvivalentā platuma, kontūra formas u. c.) atkarību no atmosfēras parametriem (efektīvā temperatūra, smaguma



Šmita teleskops izmantots arī starptautisko programmu izpildē: *International Halley Watch (IHW)* atlantā (Bouldera, ASV) Baldones observatorija atrodama vistālāk ziemeļos no Haleja komētas novērošanas vietām (Eiropu atlantā pārstāv 12 observatorijas).

No “*IHW Atlas of Large-Scale Phenomena*”, 699. lpp.

spēka paātrinājums uz virsmas, izplatības attiecības C/O) [Dzērvitis, 1991].

Vēl viens no vēlo spektra klašu zvaigžņu pētījumu virzieniem, kur gūti labi rezultāti, ir C zvaigžņu spektroskopiskie pētījumi. Darba aizsākums saistās ar novērojumiem KrAO no 1978. līdz 1984. gadam, kur iegūti pirmie spektrofotometriskie C zvaigžņu novērojumi, kas kopā ar 1989.–1990. gadā Birakanas AO veiktajiem spektrālajiem novērojumiem ņemti par pamatu C/O saturs novērtējumam 563 C zvaigžņu atmosfērās, kuras izvietotas Galaktikas Oriona un Perseja zarā. Atrasts, ka 65% C zvaigžņu atmosfērās C/O saturs ir intervālā no 1,00 līdz 1,20. Izdalīta C zvaigžņu grupa ar paaugstinātu C saturu un līdzīgām spektroskopiskām un telpiskā izvietojuma īpatnībām, kas ļauj izdarīt secinājumus par šo zvaigžņu veidošanās apstākļiem [Eglītis, 1991, 1993].

Ar šiem pētījumiem sasaucās pēdējos gados veiktie auksto pekulāro zvaigžņu (bārija, CH, CH-submilži, CH-līdzīgās u. c.) atmosfēras ķīmiskā sastāva un smago (s-procesa) elementu sintēzes problēmu pētījumi. Pētniecības metode – augstas dispersijas spektroskopija un zvaigžņu atmosfēru modelēšana. Bārija zvaigžņu ķīmiskā sastāva pētījumos gūts svarīgs rezultāts par to, ka tās izveidojas, ar s-procesa elementiem bagātinātai vielai akrēcējot uz normāla ķīmiskā sastāva milzi [Začs, 1994]. Šajā jomā astronomisko novērojumu veikšanā un kopēju pētniecības projektu realizācijā ir iezīmējusies laba sadarbība ar Speciālo astrofizikas observatoriju (Krievija), Eiropas Dienvidu observatoriju (Čīle), Astronomijas un astrofizikas institūtu (Beļģija), Orhūzas (*Arbus*) universitāti (Dānija) un Lundas universitāti (Zviedrija).

Nozīmīgi rezultāti ir gūti arī RO veikto teorētisko pētījumu jomā. Līdz 80. gadu vidum tika pētītas masīvo zvaigžņu kodolevolūcijas sākumstadijas (H un He degšana zvaigznes

kodolā), konstatējot, ka šo zvaigžņu evolūcija ir atkarīga no sākuma ķīmiskā sastāva, masas zuduma intensitātes un dažādiem pieņēmumiem par fizikāliem procesiem zvaigžņu dzīlēs. Vēlāk tika galvenokārt pētītas mazas un vidējas masas zvaigžņu attīstības beidzamās kodolevolūcijas stadijas ar mērķi interpretēt vēlo spektrālo klašu zvaigžņu pekulārā ķīmiskā sastāva novērojumus. Izpētīti zvaigžņu evolūcijas beidzamās jeb tā sauktā asimptotiskā milžu zara stadijas dažādie aspekti. Izmantojot zvaigžņu populāciju skaitliskās modelēšanas metodi, iegūti vēlo spektra klašu zvaigžņu ar ķīmiskā sastāva pekulāritātēm populāciju parametri. Noteikts zvaigžņu masas zuduma intensitātes raksturs šajā stadijā, izpētītas evolūcijas atšķirības Galaktikā un Magelāna Mākoņos. Izpētīta Magelāna Mākoņu evolūcijas vēsture, kas abām šīm galaktikām izrādījās dažāda. Ciešo dubultzvaigžņu populāciju aprēķini ļāvuši izskaidrot dažu pekulāro zvaigžņu parametrus (bārija zvaigznes, S zvaigznes) un dažu C zvaigžņu



LZA Radioastrofizikas observatorijas direktors (kopš 1969. gada) Latvijas ZA kor. loc. A. Balklavs un Starptautiskās astronomu savienības (*IAU*) prezidents (1991–1994) Krievijas ZA akad. A. Bojarčuks.

Foto no LZA RO un "ZvD" arhīva

tipu dabu [Francmans, 1988].

Sadarbībā ar Krievijas ZA M. Keldiša Pielietojamās matemātikas institūtu un Teorētiskās un eksperimentālās fizikas institūtu septiņdesmito gadu sākumā tika izstrādāts skaitliskis pārnovas eksplozijas hidrodinamiskais modelis. Šie pētījumi ļāva izskaidrot galvenās pārnovas uzliesmojumā novērotās parādības (spožuma likni) un precizēt eksplodējušās zvaigznes parametrus II tipa uzliesmojumu gadījumā. Šie darbi ir pamats jaunajam pētījumu virzienam – pārnovu eksploziju fizikālo procesu modelēšana [Grasbergs, 1971].

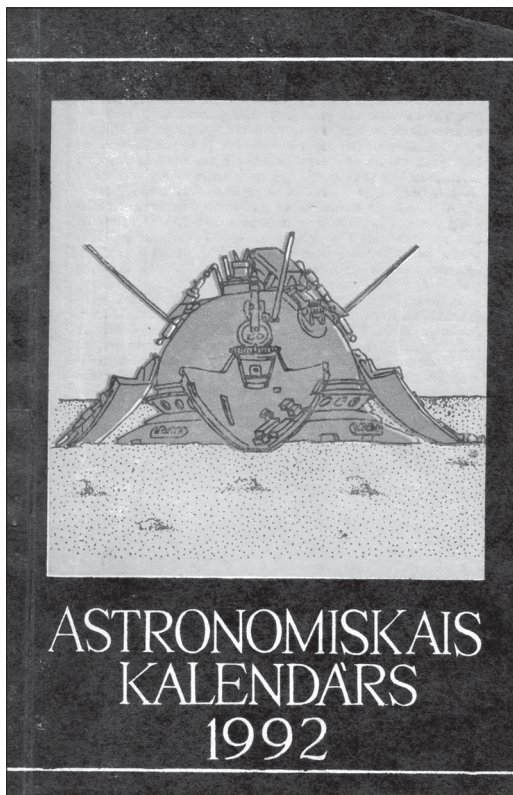
Pētījumi starpzvaigžņu vides un zvaigžņu apvalku jomā ļāvuši parādīt, ka kosmiskā māzera H_2O ierosināšanā galveno lomu spēlē ūdens molekulu sadursmes ar H_2 molekulām, bet putekļu veidošanās C zvaigžņu gāzu–putekļu apvalkos notiek, tajos esošajiem ogļūdeņražiem ķīmiski reaģējot skābekļa deficīta apstākļos. Šajā procesā izveidojas kvēpu daļiņas. Šis rezultāts tika iegūts laikā, kad šīs problēmas pētniekos dominēja uzskats, ka putekļi šo zvaigžņu apkārtne veidojas, kristalizējoties grafitam no brīvajiem oglekļa atomiem. Pašlaik ogļūdeņraža loma putekļu veidošanās procesos C zvaigžņu apkārtne ir vispārārtīta [Šmelds, 1985].

RO veiktie Saules pētījumi vērsti galvenokārt uz tās novērojumiem radioviļņu diapazonā un to dažādo aktivitāšu parādību un mainīguma procesu izpēti, kas izpaužas šajā diapazonā. Kā nozīmīgākos rezultātus un iestrādes te var minēt kvaziperiodisko fluktuāciju jeb pulsāciju atklāšanu Saules radiostarojuma dm viļņu diapazonā, šo fluktuāciju īpašību izpēti un to saistības noskaidrošanu ar Saules uzliesmojumu priekšvēstnešiem un Saules uzliesmojumiem. Tas pavēris iespēju



ZA Observatorijas Eksperimentālajā darbnīcā Baldones Riekstkalnā tika izgatavoti stiklaplasta kupoli arī Lietuvas ZA (Molētu) un Krimas Astrofizikas observatorijas (KrAO) astronomiskajiem paviljoniem. *Attēlā* tiek gatavots kupols nosūtīšanai uz KrAO (*no kreisās*: galv. inženieris E. Bervalds un vec. inženieris M. Pigits).

uzlabot Saules uzliesmojumu prognostikas metodiku, kas ir viens no svarīgākajiem Saules lietišķo pētījumu aspektiem saistībā ar daudzveidīgo Saules–Zemes sakaru problēmu [Averjaņihina, Paupere, Ozoliņš, 1993]. Izstrādāts modelnodrošinājums Saules radionovērojumiem, kas veikti ar lielu leņķisko izšķirtspēju. Tas ļauj noteikt vides parametrus, piemēram, magnētiskā lauka intensitāti virs aktīvajiem apgabaliem, ko grūti izdarīt ar citām metodēm. Šo pētījumu rezultātā atklāts jauns objekts – Saules plankumu radiostarojuma polarizācijas zīmes daudzkārtēja maiņa cm viļņu diapazonā. Izstrādāts Saules koronālā cauruma atmosfēras modelis un noskaidrota šīs atmosfēras atšķirība no mierīgas Saules atmosfēras. Šajā jomā ir izveidojusies laba sadarbība ar Krievijas ZA Speciālās astrofizikas observatorijas radioteleskopa *RATAN-600* zinātnieku kolektīvu [Rjabovs, 1990]. Izstrādāta oriģināla metode Saules mikrouzliesmojumu novērošanai ar ļoti augstu lineāro izšķirtspēju, izmantojot pat maza izmēra radioteleskopu



[Balklavs, Šmelds, 1992, 1993].

Lielu ievēribu un starptautisku atzinību ir guvuši arī RO veiktie aprēķini un pētījumi makrovīdes mehānikā. Atklāta mākslīgās makrovīdes deformēšanās potenciālās enerģijas absolūtā minimuma eksistence Zemes apstākļos pie viena vienīga izmantotā materiāla daudzuma un viena vienīga tā sadalījuma likuma. Noformulēts sistēmas mehāniskās deformēšanās potenciālās enerģijas variācijas dubultprincips, un tas pamatots kā nepieciešamais un pietiekamais nesošo mehānisko sistēmu sintēzes princips Zemes apstākļos. Izņemot izstrādātos algoritmus un programmas, izdarīti pēdējās paaudzes liela izmēra spoguļantenu karkasu sintēzes aprēķini Krie-

Astronomiskais kalendārs 1992. gadam – 40. gadagājums tapa laikā, kad visā skaudrumā izvirzījās jautājums “būt vai nebūt” tam. Pēdējais, kas publicēts arī ar LZA Radioastrofizikas observatorijas vārdu izdevniecībā “Zinātne”.

vijai (ar spoguļu diametriem 12 m, 32 m, 70 m) un veikti alternatīvi aprēķini 30 m spogulim Spānijā un 110 m spogulim ASV [Bervalds, Kauliņš, 1990].

Ar RO aktīvu līdzdalību Latvijas Zinātņu akadēmija 1994. gadā ir ieguvusi augstas klases instrumentus – visos virzienos grozāmās paraboliskās radioantenas *RT-16* un *RT-32*, kas līdz 1994. gada 22. jūlijam atradās Krievijas superslepenās karaspēka daļas «Звёздочка» pārziņā. Tiek veidots Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs (Balklavs, Bervalds).

Līdztekus zinātniskās pētniecības darbam jaunāko zinātnes sasniegumu un fundamentālo pamatprincipu izklāstīšanu plašam klausītāju un lasītāju pulkam ZA astronomi uzskatījuši par katra zinātnes darbinieka obligātu pienākumu. Par tā pildīšanu liecina gan daudzie raksti preses izdevumos, gan izdotie populārzinātniskie rakstu krājumi un grāmatas par dabas izpētes jautājumiem – laika mērīšanu un skaitīšanu, ZMP un Mēnesi, Sauli un tās aptumsumiem, zvaigznēm un zvaigznājiem, elementārdaļiņām un bezgalīgo Visumu u. tml. (autori J. Ikaunieks, A. Alksnis, Z. Alksne, A. Balklavs, N. Cimahoviča, I. Daube, M. Dīriķis, U. Dzērvītis, M. Zepe u. c.).

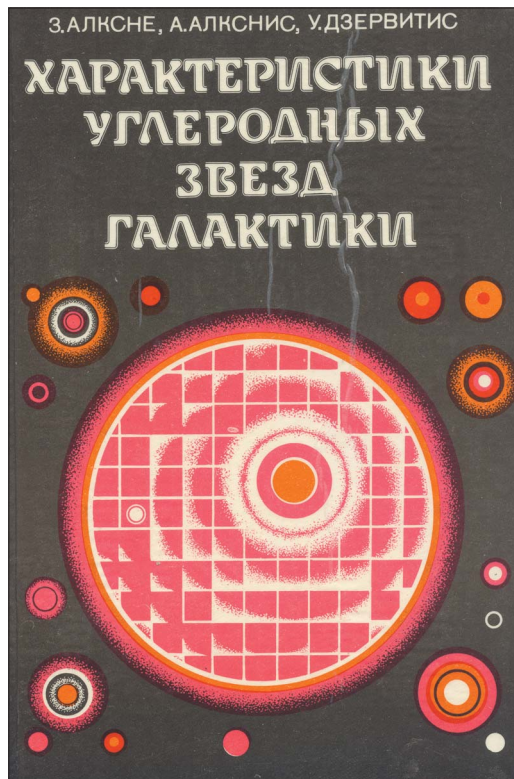
Pēc J. Ikaunieka ierosinājuma sāka iznākt *Astronomiskais kalendārs* (1953–1992), kura atbildīgais redaktors viņš bija līdz mūža beigām; sagatavoti un publicēti populārzinātniskā gadalaiku izdevuma “*Zvaigžnotā Debess*” 150 laidieni (atb. redaktori: J. Ikaunieks (1958–1969), A. Balklavs – kopš 1969. gada rudens).

LZA Radioastrofizikas observatorijas direktors **A. Balklavs-Grīnhofs**
1995. gada februārī-martā

GALVENĀ AR ZA OBSERVATORIJAS VĒSTURI SAISTĪTĀ BIBLIOGRĀFIJA

Monogrāfijas

- Цимахович Н. П. Большие радиовсплески Солнца. – Рига: Zinātne, 1968. – 129 с.
Икаunieкс Я. Я. Долгопериодические переменные звезды. – Рига: Zinātne, 1971. – 135 с.
Алксне З. К., Икаunieкс Я. Я. Углеродные звезды. – Рига: Zinātne, 1971. – 257 с.
Alksne Z. K. and Ikaunieks Ya. Ya. Carbon Stars. Translated and edited by John H. Baumert. – Tucson, Arizona: Pachart Publishing House, 1981. – 162 p.



- Алксне З., Алкснис А., Дзервитис У. Характеристики углеродных звезд Галактики. – Рига: Zinātne, 1983. – 252 с.
Алкснис А., Алксне З. Углеродные звезды в области Лебеда. – Рига: Zinātne, 1988. – 269 с.
Поляк В. С., Бервалдс Э. Я. Прецизионные конструкции зеркальных радиотелескопов. – Рига: Zinātne, 1990. – 526 с.
Alksne Z. K., Alksnis A. K., Dzervitis U. K. Properties of Galactic Carbon Stars. Translated by Ch. A. Gallant. – Malabar, Florida: Orbit Book Company, 1991. – 163 p.

Rakstu krājumi

- Труды Института физики и математики. Астрономия. – Рига: Издат. АН ЛатвССР, 1950. – Вып. 1, 2.
- Труды Института физики. Астрономия. – Рига: Издат. АН ЛатвССР, 1952. – Вып. 3, 4.
- Труды Астрономического сектора. – Рига: Издат. АН ЛатвССР, 1954, 1956. – Вып. 5, 6.
- Труды Астрофизической лаборатории АН ЛатвССР / Отв. ред. Я. Я. Икауниекс. – Рига: Издат. АН ЛатвССР, 1958–1966. – Вып. 7–10.
- Боль П. Г. Избранные труды. – Рига: Издат. АН ЛатвССР, 1961. – 239 с.
- Физика мезосферных (серебристых) облаков / Отв. ред. Я. Я. Икауниекс. – Рига: Zinātne, 1970. – 184 с.



СОДЕРЖАНИЕ

Я. Я. Икауниекс, К. И. Могольникова, Г. А. Озолиньш, А. А. Пружанская. Некоторые вопросы расчета облучающих систем параболических антенн и результаты исследования модели антенны	3
Г. А. Озолиньш. Фазостабилизированная система передачи частоты гетеродина для радионтерферометра с высокой разрешающей способностью	23
Ю. Я. Лицис, Г. А. Озолиньш. Экспериментальное исследование фазовой нестабильности параметрического умножителя частоты на вращающемся вращающемся радионтерферометра	33
М. К. Элиасс. Переменная линия задержки для двухантенного радионтерферометра	39
А. К. Гайланс, М. К. Элиасс. Десятичный преобразователь частоты импульсов	53
Н. В. Демаков. Солнечный радиометр на 187 МГц	59
А. Р. Авотиньш, А. Э. Балклавс, Э. Я. Бервалдс, М. Г. Каменский, Н. П. Цимахович. Научная программа и проект радиотелескопа РТ-10 для солнечных радионаблюдений	67
А. Э. Балклавс. К решению уравнения антенного сглаживания	85
Н. П. Цимахович. Многомерная классификация радиовсплесков солнца	95
Н. П. Цимахович. Долготное распределение корональной активности	105
Н. П. Цимахович. Данные рутинных радионаблюдений солнца на восьми обсерваториях СССР за 1964–1968 гг.	111
М. Г. Каменский, Н. П. Цимахович. Наблюдения частного солнечного затмения 22 сентября 1968 г. на длине волны 75 см	119

- Аппаратура и методы обработки радиоастрономических наблюдений / Отв. ред. А. Э. Балклавс. – Рига: Zinātne, 1972. – 119 с.
- Фотометрические исследования красных звезд / Под ред. А. Балклавса. – Рига: Zinātne, 1973. – 192 с.
- Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas biļetens Nr. 1 / Atb. red. A. Balklavs. – R.: Zinātne, 1973. – 70 lpp.
- Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi / Atb. red. A. Balklavs. – R.: Zinātne, 1974.–1993. – 1.–36. laid.
- (Nobeigums sekos)

ANDREJS ALKSNIS, IRENA PUNDURE

ASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAI 60 GADU

2006. gada 17. jūnijā Latvijas astronomi, viņu līdzjutēji un astronomijas cienītāji jaukā saulainā sestdienā sapulcējās Baldones Riekstukalnā, lai atzīmētu Astrofizikas observatorijas 60. gadadienu. Kas tad ir Astrofizikas observatorija, un kas tie ir par 60 gadiem? Tie sarīkojuma dalībnieki, kuri to nezināja vai bija aizmirsuši, vajadzīgās ziņas atrada sanāksmes vietā izdalītajā lapiņā ar uzziņu un īsu hronoloģiju (*sk. 1. pielikumu*) par astrofizikas attīstību Latvijas Zinātņu akadēmijā kopš 1946. gada un Latvijas Universitātē pēc 1997. gada.

Saskaņā ar Latvijas Universitātes Astronomijas institūta Statūtiem Astrofizikas observatorija pašlaik ir šā institūta pamatstrukturvienība. Tās darbinieku darba telpas ir Baldones Riekstukalna observatorijā jeb vienkārši Baldones observatorijā, kura neoficiāli atklāta



Visi trīs Zinātņu akadēmijas astronomu vadītāji jau Aizsaulē.

M. Gilla foto



Ilgā Daube ZA Observatorijas 60. gadskārtas rīta cēliena pasākumā. Savā aktīvās darbības laikā viņa pildīja zinātniskās sekretāres pienākumus gan J. Ikaunieka, gan A. Balklava vadībā.

M. Gilla foto

1958. gada 20. septembrī un kurai Starptautiskā Astronomijas savienība (*IAU*) ir devusi kodu 069. Šo observatoriju pēc Latvijas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas iekļaušanas Latvijas Universitātes (*LU*) sastāvā un *LU* Astronomijas institūta izveidošanas ar 1997. gada 1. jūliju tagad sauc arī par Astrofizikas observatoriju agrākā nosaukuma – Radioastrofizikas observatorija – vietā.

Tātad ar burtisku attieksmi 60 gadu vecumu Astrofizikas observatorijai dot nevar. Kas tad notika pirms 60 gadiem? 1946. gada 1. jūlijā Latvijas (toreiz *LPSR*) Zinātņu akadēmijā, kuras Statūtus, struktūru, pirmos īste-

nos un korespondētājlocekļus Latvijas Tautas komisāru padome bija apstiprinājusi 1946. gada 7. februārī (sk. A. Balklavs. "Latvijas Zinātņu akadēmijai (un astronomijai akadēmijai) – 50". – *ZvD*, 1996. g. rudens, 2.–3. lpp.), tika izveidota Astronomijas sekcija ZA Fizikas un matemātikas institūtā (dibināts tā paša gada 1. aprīlī). Ar 1946. gada 1. jūliju Astronomijas sekcijas darba vietā, kas tolaik vēl atradās LU Astronomiskajā observatorijā, ieradās arī laborante Ilga Daube (sk. I. Daube. "Garā mūža atmiņu drumsļas" (Nobelgums). – *ZvD*, 2003./04. g. ziema, 36.–42. lpp.), kura visu turpmāko darba mūžu nepārtraukti nostrādāja Zinātņu akadēmijā astronomijas un astrofizikas nozarē neatkarīgi no tā, kā mainījās attiecīgās zinātniskās pētniecības iestādes nosaukums. Ilga Daube ir vienīgā no pašiem pirmajiem toreiz tapšanas posmā esošās Astrofizikas observatorijas darbiniekiem, kas piedalījās Observatorijas 60 gadu svinībās. Zenta Kauliņa – otra Astrofizikas observatorijas pirmsācēja, kurai jau ir 92 gadi, telefoniski apsveica Observatoriju jubilejā un sa-

nāksmes dalībniekus. Pārējie ZA astronomijas un astrofizikas dibinātāji profesors Fricis Blumbahs, Jānis Ikaunieks, Kārlis Šteins, Matīss Dirīķis un Viktors Kļevecis jau ļoti sen ir aizsaulē.

Tā ir astrofiziķu kopības sajūta, kas līdz ar paaudžu maiņu nodrošināja astrofizikas pētniecības darba pēctecību, nepārtrauktību un attīstību 60 gadu garumā, kas ir atzīmēšanas un svinēšanas vērtas.

Kā lasāms sarikojuma programmā (sk. 2. pielikumū), svinības rīta cēlienā ievadīja ziedu nolikšana pie Rīgas kapos apbedīto ZA astronomu vadītāju profesora Friča Blumbaha un profesora Artura Balklava-Grīnhofa kapu kopiņām, bet pusdienas cēliens sākās Riekstukalnā ar piemiņas brīdi pie Observatorijas dibinātāja Jāņa Ikaunieka kapa.

Zinātniskais seminārs notika neierastā vietā – Šmita teleskopa kupola telpā zem teleskopa tubusa. LU Astronomijas institūta direktors Māris Ābele visai atzinīgi vērtēja pēdējā laikā sasniegto astronomijā un saskatīja cerīgu astronomijas nākotni Latvijā. Īsu pār-



Godinot ZA astronomu vadītāju mūža veikumu, 2006. gada 17. jūnija rīta cēlienā pulciņš vecākās un jaunākās paaudzes astronomu, piedaloties Ilgai Daubei, valsts emeritētai zinātniecei, izbrauca uz piemiņas vietām Rīgā, lai noliktu ziedus un iedegtu sveces I Mežakapos pie ZA Fizikas un matemātikas institūta Astronomijas sekcijas pirmā vadītāja Latvijas PSR ZA Goda locekļa profesora Friča BLUMBAHA kapa un Matisa kapos pie ZA Radioastrofizikas observatorijas pēdējā direktora Latvijas ZA korespondētājlocekļa profesora Artura BALKLAVA-GRĪNHOFA kapa.

M. Gilla foto



Piemīņas brīdis LZA Observatorijas dibinātāja f.m.z.d. Jāņa IKAUNIEKA atdusas vietā Baldones Riekstukalnā.
A. Barzda un M. Gilla foto



Zinātniskais seminārs notika neierastā vietā – Šmita teleskopa kupola telpā blakus teleskopa tubusam. Runā Astrofizikas observatorijas vadītājs Ilgmārs Eglītis.

A. Barzda un M. Gilla foto

skatu par zvaigžņu pētniecību un tās perspektīvām deva Astrofizikas observatorijas vadītājs Ilgmārs Eglītis, bet par sasniegumiem un izredzēm Saules fizikā – Astronomijas institūta vadošais pētnieks Boriss Rjabovs. Labas cerības vieš arī doktoranta Dmitrija Docenko referāts par galaktiku kopām un studentu maģistrantu Artura Barzda, Olesjas Smirnovas uzstāšanās par Riekstukalnā iegūto novērojumu rezultātiem. Interesanti, ka Artura Barzda ziņojums par Švasmana–Vahmana 3 komētas sadalīšanās novērošanu, apgūstot Šmita

teleskopa jauno gaismas uztvērēju, sasauca ar Astrofizikas observatorijas pirmsākuma gadiem, kad toreiz jaunā darbiniece Drosma Kondratjeva (Kalniņa) izstrādāja disertāciju par šīs pašas komētas kustību un orbītu.

55 cm teleskopu paviljonā bija izvietota vēsturisku Observatorijas fotogrāfiju un publikāciju izstāde. Paviljona āršienā rotāja daudzās fotogrāfijas (foto autors Oskars Paupers), atgādinādamas iepriekšējās – 50. gadskārtas – svinības ar citātiem no LZA Radioastrofizikas observatorijas direktora A. Balklava-Grīnho-



17.06.2006.

*Jo vairāk uzzinām par Visumu, jo vairāk atklājas neizzināmais.
Mēs arvien vairāk saskatām lietu būtības noslēpumus.
Mēs vēl zinām tik maz.....
/Alberts Einšteins/*

Pateicoties arī LU AI Astrofizikas observatorijas 60 darba gadiem, daudz kas ir mainījies kopš Einšteina laikiem. Taču joprojām – jo vairāk uzzinām, jo vairāk vēl jāizzina. Novēlu jaunus atklājumus!

Izglītības un zinātnes ministre,
akadēmiķe **Baiba Rivža**

*No dabas parādībām, ko ir vērts
izpētīt, pirmajā vietā, pēc manām
domām, ir Visuma uzbūve.
Jo Visums aptver absolūti visu.
Galileo Galilejs*

*Latvijas Zinātņu akadēmija
LZA Astronomijas institūta
Astrofizikas observatorijas darbiniekiem
novēl jaunus iespējas un panākumus zvaigžņotās
debess pētījumos, optimismu, izturību, veselību un
laimi ikdienā.*

LZA prezidents

Juris Ekmanis

LZA Fizikas un tehnisko zinātņu
nodaļas priekšsēdētājs

Juris Jansons

Rīga, 2006. g. 17. jūnijs

*Zeme kustas un zvaigznes, katra šūniņa ķokā ir rosbā un darbā,
ķetrs zāles stiebrs plāvā ir nodarbināts,
un nevienš zvaigznes atoms nepazīst apstājas,
un tomēr miers ir visas šīs kustības sirdī – šai kustībā,
kas ir radoša.*

R. Tagore

*Ventspils Augstskola
un Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs
LZA Astronomijas institūta Astrofizikas observatorijas darbiniekiem
novēl izturību, veiksmi un radošu pieeju darbam.*

VēA rektors

J. Vucāns

VSRK direktors

J. Žagars

Ventspils, 2006. gada 17. jūnijs



Jubilejas torte.

O. Paupera foto

fa teiktā 1996. gada 21. jūnijā Baldones Riekstukalnā (sk. A. Balklavs. “LZA Radioastrofizikas observatorijas 50. un pēdējā gadskārta”. – *ZvD*, 1996./97. g. ziema, 60.–65. lpp.) par astronomiju “kā par vienu no vissenākām un fundamentālākām zinātnes nozarēm un par observatorijām kā pirmajām zinātniskajām iestādēm vai institūcijām, kuras tika izveidotas, lai novērotu un pētītu, uzsveru, – pētītu mūs aptverošo un pirmatnējam cilvēkam noslēpumu pārpilno debesu valstību”. Par observatorijām zinātnes sistēmā, kas “spēlē tādu pašu lomu, kā universitātes izglītības sistēmā, opernamī mūzikā, bibliotēkas kultūrā utt.”. Par astronomiskajiem pētījumiem, kas “ir viena no civilizācijas būtiskākajām un auglīgākajām aktivitātēm, kas nodrošinājuši un veicinājuši tās attīstību no sendienām līdz mūsdienām un nodrošinās un veicinās šo attī-

tību arī nākotnē”. Turpinot profesora A. Balklava-Grīnhofa sacīto LZA RO 50. gadskārtas svinībās: “No šī vispārīgā, augšējā redzes punkta pārejot uz atsevišķo – uz mūsu Observatoriju, mūsūprāt, vispirms būtu jāizjūt kaut vai patriotisks gandarījums, ka šāda observatorija Latvijā vispār pastāv, un jāapliecina cieņa tiem, kas to dibināja un veidoja, turklāt ne jau vieglos, bet visai grūtos un sarežģītos nosacījumos...”

Ļoti interesanta izvērtās pastaiga pa Observatorijas kādreizējo teritoriju un tās apkārtni – Āpšu kalnu, garām Ziedu gravai. No Zvalgaišu kalna varēja vērot un fotografēt Rīgas torņus (sk. att. vāku 4. lpp.).

Viesu vidū bija arī bijušie Baldones observatorijas darbinieki (no Liepājas, Ludzas, Madonas, Ogres raj. u. c. vietām), kurus mulsināja stipri izretinātais mežs.

1. pielikums

UZZIŅA un īsa HRONOLOĢIJA (1946–2006)

ASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAI – 60

Astrofizikas observatorija Baldones Riekstukalnā – Baldones observatorija ar kodu 069 IAU (*International Astronomical Union* – Starptautiskā astronomijas savienība) observatoriju sarakstā – valsts nozīmes zinātnes objekts un vienīgā profesionālo optisko astronomisko novērojumu bāze Latvijā – pašlaik ir pamatstruktūra Latvijas Universitātes Astronomijas institūtā (LUAD). Ar Observatorijas galveno astronomisko instrumentu – Šmita sistēmas teleskopu (80/120/240 cm) – vienīgo Baltijā un starp lielākajiem pasaulē – 40 gadu darbības laikā iegūts vairāk nekā 25 000 astrouzņēmumu, kurus LUAI septiņgadu (2007–2013) plāna ietvaros ir paredzēts digitalizēt.

1946 – 1. jūlijā Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas (ZA) Fizikas un matemātikas institūtā izveidota **Astronomijas sekcija** (vēlāk – **Astronomijas sektors** Fizikas institūtā) sākotnēji no sešiem darbiniekiem; vadītāji – profesors **Fricis Blumbahs** (lidz 01.11.1948.) un **Jānis Ikaunieks**.

1951 – Jānis Ikaunieks kā pirmais no ZA astronomiem Lomonosova Maskavas Valsts universitātes (MVU) Šternberga Valsts Astronomijas in-

stitūtā aizstāv disertāciju «Пространственное распределение и кинематика углеродных звезд» (“Oglekļa zvaigžņu telpiskais sadalījums un kinematika”) zinātniskā grāda iegūšanai (vadītājs MVU profesors P. Parenago).

1957 – nākamās Observatorijas teritorijā – astronomu izmeklētājā vietā (valsts mežā) pie Baldones Riekstu kalna uzcelta pirmā laboratorijas ēka, kas tagad pazīstama ar nosaukumu “Baltā māja”.

1958 – 1. janvārī Astronomijas sektors atdalās no Fizikas institūta un uzsāk patstāvīgu darbību kā Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas **Astrofizikas laboratorija** (AL); direktors f.m.z.k. **Jānis Ikaunieks**. AL sāk izdot “*Zvaigžņoto Debesi*” (ar Rudens laidieni).

1959 – AL radioastronomi aktīvi piedalās Starptautiskā Ģeofiziskā gada programmas istenošanā, gūdami panākumus gan ar pašu konstruēto aparātūru, gan ar oriģinālām idejām par Saules novērojumu datu apstrādi.

1961 – pabeigts projekta uzdevums 2 km daudzantenu mainīgas bāzes radiointerferometram, kas guva ievēribu un atzinību PSRS radioastronomu vidū. 1962. gadā, saskaņojot Baltijas republiku astronomu plānus, tiek iecerēts, ka AL kļūs par šo republiku radioastronomijas centru. 1963. gadā nākamā radiointerferometra trasēs jau sākas pirmie būvdarbi.

1964 – Rīgā notiek PSRS ZA Radioastronomijas padomes izbraukuma sesija. Iepazīstoties ar AL darbu, kopā ar Latvijas PSR ZA Prezidiju tiek pieņemts lēmums par radioastronomijas tālāko attīstību Latvijas PSR Zinātņu akadēmijā, kam, neraugoties uz AL izstrādātā radiointerferometra projekta augsto novērtējumu, būtiskākajā nav lemts realizēties.

1964 – no Vācijas DR (uzņēmums “*Carl Zeiss Jena*”) Baldones Riekstukalnā pienāk **Šmita sistēmas teleskops** (sfēriskā spoguļa diametrs – 120 cm, korekcijas plātes diametrs – 80 cm, fokusa attālums – 240 cm), pats lielākais šādas sistēmas teleskops Baltijā un ceturtais piektais lielākais Eiropā. Instrumentu uzstāda 1966. gadā, un jau pirmie novērojumi ar to parāda, ka tā optiskā sistēma ir ļoti kvalitatīva.

1964/1965 – Starptautiskajā mierīgās Saules gadā Astrofizikas laboratorijai uzticēts pildīt Saules radionovērojumu primārās apstrādes centra pienākumus visā PSRS reģionā.

1967 – 1. decembrī pēc PSRS ZA Prezidija akcepta 1965. gadā Astrofizikas laboratorija pārveidota par Latvijas PSR ZA (no 15.03.1990. – Latvijas ZA) **Radioastrofizikas observatoriju**; direktori – f.m.z.d. **Jānis Ikaunieks** (līdz 27.04.1969.; saskaņā ar senu astronomu tradīciju apglabāts Observatorijas teritorijā pie Riekstukalna) un f.m.z.k. **Arturs Balklavs**.

1970 – pārvieto divus vienādus Kasegrēna sistēmas reflektoros (spoguļa diametrs 55 cm, fokusa attālums 750 cm) – “dviņus” – zvaigžņu elektrofotometriskiem novērojumiem tiem īpaši uzceltā paviljonā ar pašu konstruētiem un izgatavotiem stiklplastas kupoliem ($D = 6,5$ m).

1972 – ar radioteleskopu *RT-10* (paraboliskā spoguļa diametrs 10 m, izgatavots Vladimīrā) sākas Saules radiostarojuma kaziperiodisko fluktuāciju reģistrēšana (līdz 1993. gadam) un pētījumi decimetru viļņu diapazonā. 70. gadu sākumā uzstādīts arī radioteleskopa *RT-1* (spoguļa diametrs 1 m) Saules radiostarojuma novērojumiem centimetru viļņos.

1996 – pēc IAU 177. simpozija “*The Carbon Star Phenomenon*” Antālijā (Turcija) Latvijas astronomiem ir uzticēta Vispārējā Galaktikas ogekļa zvaigžņu kataloga *CGCS* pārraudzība un pilnveidošana, kas arī pašlaik ir viens no Baldones Riekstukalna astrofizisku zinātniskās darbības uzdevumiem.

1997 – 1. jūlijā sakarā ar zinātnes reformu Latvijā ZA Radioastrofizikas observatorija iekļauta Latvijas Universitātē un kopā ar LU Astronomisko observatoriju izveido patstāvīgu LU institūtu – **Astronomijas institūtu** (zin. inst. reģ. apl. Nr. 321006). Direktors LZA koresp. loc. *Dr. phys. Arturs Balklavs-Grīnhofs* (līdz 13.04.2005.).

2004/2005 – par Eiropas Reģionālās attīstības fonda (ERAF) līdzekļiem Jēnā (Vācija) no jauna aluminizēts Šmita teleskopa spogulis, kas līdz ar to atguvis sākotnējo kvalitāti, un ieviests jauns starojuma uztvērējs – lādiņsaites matrica (*CCD*).

No A. Balklava-Grīnhofa “*Latvijas ZA Observatorija (1946–1996)*” u. c. rakstu avotiem

LUAI ASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAS 60. GADSKĀRTAS SARĪKOJUMS



Sestdien, **2006. gada 17. jūnijā**
P r o g r a m m a

Rīta cēliens Rīgā

9:00 Izbraukšana no ZA Augstceltnes uz piemiņas vietām
Ziedu nolikšana:

I Mežakapos pie ZA Fizikas un matemātikas institūta Astronomijas sekcijas pirmā vadītāja Latvijas PSR ZA Goda locekļa profesora Friča BLUMBAHA (1864–1949) kapa
Matīsa kapos pie ZA Radioastrofizikas observatorijas pēdējā direktora Latvijas ZA korespondētājlocekļa profesora Artura BALKLAVA-GRĪNHOFA (1933–2005) kapa

10:30 Izbraukšana no ZA Augstceltnes uz Baldones Riekstukalnu

Pusdienas cēliens Astrofizikas observatorijā Baldones Riekstukalnā

11:30 Piemiņas brīdis pie LZA Observatorijas dibinātāja f.m.z.d. Jāņa IKAUNIEKA (1912–1969) kapa
12:00 Seminārs Šmita teleskopa torņa zemkupola telpā:

* LU Astronomijas institūta direktora LZA korespondētājlocekļa **Māra Ābeles** ievadvārds

* *Astrofizikas observatorijas līdzšinējās pārvērtības un turpmākas attīstības vīzija* – Observatorijas vadītājs *Dr. phys.* **Ilgmārs Eglītis**

* *Saules fizikas pētījumi un to perspektīvas* – LU Astronomijas institūta vadošais pētnieks *Dr. phys.* **Boriss Rjabovs**

* *Galaktiku kopas – modeļi un novērojumi* – bij. A. Balklava-Grinhofa doktorants **Dmitrijs Docenko**, tagad Maksa Planka biedrības Astrofizikas institūtā (Vācija)

* *Novu pētījumi Andromedas galaktikā (M31) ar Baldones Šmita teleskopu* – LU Fizikas un matemātikas fakultātes maģistrante **Olesja Smirnova**

* *Švasmana–Vabmana 3 komētas novērojumi ar Šmita teleskopa lādiņsaites matricu* – LU Fizikas un matemātikas fakultātes maģistrants Kārļa Kaufmaņa stipendiāts **Arturs Barzdis**
Kopīga fotografēšanās (pie Šmita teleskopa paviljona)

14:00 55 cm teleskopu paviljonā vēsturisku Observatorijas fotogrāfiju un publikāciju izstāde

Parakstīšanās Observatorijas viesu grāmatā

Viesu uzrunas. Atmiņas

Domu apmaiņa par Observatorijas nākotni

Brauciens (pastaiga) pa Observatorijas kādreizējo teritoriju un tās apkārtni – Āpšu kalnu, Zvalgaišu kalnu, Ziedu gravu, Riekstu kalnu gida pavadībā

Interesentu iepazīstināšana ar lādiņsaites matricas darbību un iespējām

16:30 Izbraukšana uz Rīgu

AfO–60 Rīcības kopa

Valsts emeritēto zinātnieku padome 2006. gada 13. jūnijā piešķirusi valsts emeritētā zinātnieka nosaukumu:

astrofiziķei *Dr. phys. Zentai Alksnei*,
radioastronomei *Dr. phys. Natālijai Cimaho-
vičai*,

astronomei *Dr. phys. Ilgai Daubei*,
astronomam *Dr. phys. Leonidam Rozem*.

Šie zinātnieki atstājuši atzīstamu ieguldījumu ne tikai savā nozarē, bet arī joprojām ir aktīvi zinātnes popularizētāji “Zvaigžņotās Debess” lappusēs. Priecājamies un sveicam!

Redakcijas kolēģija

Pateicība

Datums: Tue, 20 Jun 2006 14:03:18 +0300

Sūtītājs: Leonids Roze <leonids.roze@inbox.lv>

Saņēmējs: astra@latnet.lv

Temats: Astronomijas institūtam un “Zvaigžņotajai Debessij” – pateicība

Sirsniģi pateicos visiem, kas ierosināja, atbalstīja un sekmēja manas kandidatūras virzīšanu emeritētā zinātnieka nosaukuma piešķiršanai.

Liksmu ligošanu novēl

Leonids Roze



Baldones Riekstukalnā 2006. gada 17. jūnijā Šmita teleskopa torņa zemkupola telpā *no labās*: Ilga Daube, Zenta Alksne, Natālija Cimahoviča.

M.Gilla foto

Izsludināta Latvijas Zinātņu akadēmijas Artura Balklava balva

Latvijas Zinātņu akadēmija šogad, godinot LZA korespondētājlocekļa *Dr. phys. Artura Balklava-Grīnhofo* piemiņu, ņemot vērā viņa pašai izveidoto un nesavtīgo aktīvo darbību Latvijas zinātnes un vispārības labā un izcilo mūža ieguldījumu zinātnes popularizēšanā, viņa vārdā ir nosaukusi LZA balvu par zinātnes popularizēšanu. 2006. gada 5. jūnija “Zinātnes Vēstnesis” Nr. 11(324) ir izsludināts LZA vārdbalvu konkurss 2007. gadam. Nākamā gada janvārī tiks piešķirtas LZA balvas, kuru vidū ir arī **Artura Balklava balva zinātnes popularizēšanā**.

Mūsu godājamais lasītāj! Kurš, jūsuprāt, būtu cienīgs saņemt šo balvu? Sūtiet ierosinājumus (*ar norādi “Vārdbalva”*): “Zvaigžņotajai Debessij” Raiņa bulv. 19, Rīgā, LV-1586 vai astra@latnet.lv līdz 23. oktobrim.

I.P.

IMANTS JURĢĪTIS

JAUNUMI SAISTĪBĀ AR LĪGATNES METEORĪTU

(*Nobeigums*)

DĪVAINIE CAURUMI DOLOMĪTA ALAS GRIESTOS

Tos pagaidām konstatēju tikai vienā alā. Tā ir jau vairākkārt pieminētā (*sk. rakstu ZvD 2004./05. g. ziemas numurā*) Vidējā Zanderu dolomītu ala. Šīs alas kreisā flanga griestos ievēroju divainas formas un izskata dobumus, kas nekādā ziņā nebija mākslīgas izcelsmes. To izmēri variē robežās no pāris centimetriem līdz vismaz 10 cm diametrā. Savukārt šo veidojumu dziļums nav liels un ir salīdzināms ar to platumu, bet nereti vēl mazāks. Malas lielākoties ir asas, bet dažkārt var novērot arī nopaļotas malas, kas izskatās kā apkausētas. Dobumu forma ir ieapaļa, bet gandrīz nekad nav ideāls aplis. Analogas formācijas konstatēju vairākos iežu gabalos, ko atradu uz alas grīdas. Tie izrādījās visistākās autiģenās brekčijas ar allogēno brekčiju piemetumiem.

Uzreiz jāteic, ka šos veidojumus nekādā ziņā nav izveidojis ūdens. Kaut arī pilošs ūdens, kā zināms, spēj izdobt pat akmeni, šajā gadījumā šāds izskaidrojums neder, jo minētie caurumi ir alas griestos, nevis grīdā, un ūdens taču nevar tecēt uz augšu. Tas – pirmkārt.

Otrkārt, šie dobumi izceļas ar vairākām anomālijām, kas liedz tos ierindot parastu iežu kavernu kategorijā.

Vispirms pievērš uzmanību šo veidojumu krāsa. Tā vienmēr ir tumšāka par pamatieža (dolomīta) toni un visbiežāk ir brūnā vai sarkanbrūnā pasteltoņa krāsā.

Tālāk, neparasta ir dobumu iekšējā virsma. Tā šeit nekad nav gluda. Tieši otrādi, visa šo

veidojumu iekšpuse ir vienos vienīgos, uz āru izvirzītos rievojumos, kas atgādina ļoti sakrunkotu ādu. Piedevām šis iežu “krunkas” dažviet klātas ar savdabīgu glazūru, kas spīd kā svaigi uzklāta laka. Šis glazējums lieliski redzams arī mikroskopā. Šeit paskaidrošu, ka vienu šādu paraugu ar minētajiem dobumiem izdevās novietot uz galdiņa un izpētīt ar binokulāro mikroskopu (*sk. 5. att.*).



5. att. Dolomīta paraugs – autiģenā brekčija no Vidējās Zanderu alas. Atrasta uz alas grīdas. Parauga apakšējā daļā redzams prāvs, iegarenas formas dobums, kas ir identisks tiem dobumiem, kuri atrodas minētās alas griestos. Pa labi no dobuma redzami allogēno brekčiju piesviedumi. Lielā dobuma garums ir 5,4 cm, bet dziļums ~2 cm. Samazināts ~2,2 x.

Uz šā parauga, ko atradu uz minētās alas grīdas, konstatēju arī samērā seklu neregulāras formas dobumu (diametrā ap 2,5 cm), kura rievotā un krunkainā iekšpusē bija no vienas vietas inkrustēta ar sikām t. s. bārkstiņām (*par šiem veidojumiem jau rakstiņu savā rakstā "Līgatnes meteorīta meklējumos". – ZvD, 2004./05. g. ziema*). Šo bārkstiņu skaits šeit ir milzīgs (kā minimums, vairāki simttūkstoši), un to izmēri nepārsniedz 20x100 μm. Citos līdzīgos dobumos šo veidojumu ir ievērojami mazāk vai vispār nav.

Kāda varētu būt šo neparasto dobumu izcelsme? Ņemot vērā aprakstītās īpatnības, jāsecina, ka minētās kavernas izveidojušās, uz dolomīta virsmu iedarbojoties pārkarsētam, ātri rotējošam gaisa stabam – minismerčam. Šāds nokaitēts un milzīgā ātrumā rotējošs gaisa un ūdens tvaiku stabiņš ir ne tikai izgrauzis ieža virsmā šos dobumus, bet arī izveidojis tajos izkausētu iežu slānīti, ko pats sakūlis kā mikseris augļu biezeni vai tomātu pastu. Tikai tā var izskaidrot divainās krunkas un dažreiz arī spirālisko savērpumu šo dobumu iekšienē. Bet kavernu tumšāko krāsu viegli izskaidrot ar māla daļiņu piejaukumu, ko sevī uzsūcis šis minismerčs.

Arī minētās bārkstiņas, ko konstatēju pāris dobumos, skaidri norāda uz šāda nokaitēta, ātri rotējoša gaisa stabiņa lomu šo neparasto dobumu izveidē. Tas uzsūcis šīs bārkstiņas sevī no apkārtējās gaisa telpas un pēc tam izoderējis ar tām paša izgrauztos caurumus dolomītu iežos.

NEPARASTO AKMENS NOTECĒJUMU DABA

Tagad, šķiet, pienācis laiks rūpīgāk pievērsties tiem neparastajiem akmens notecējumiem, kas rotā vairākas Līgatnes dolomītu alu sienas. Šādus notecējumus konstatēju arī nesen atklātajā Lejasškaparu alā.

Uzskaitīšu isumā tās anomālijas, kādas konstatēju šajos veidojumos un kas neļauj tos

pieskaitīt pie klasiskajām karsta procesu notecējumu formācijām (stalaktītiem, stalagmītiem, akmens aizkariem u. tml.), kādas ir ļoti izplatītas kaļķakmens iežu alās.

Un anomāliju šeit ir daudz. Pirmais, kas pievērš uzmanību, ir šo notecējumu krāsa. Tā reti kad ir balta, neitrāla. Visbiežāk tā šeit ir dažādas intensitātes dzintardzeltenā krāsā. Nereti novērojami arī brūni, sarkanbrūni un pat sarkanas krāsas notecējumi.

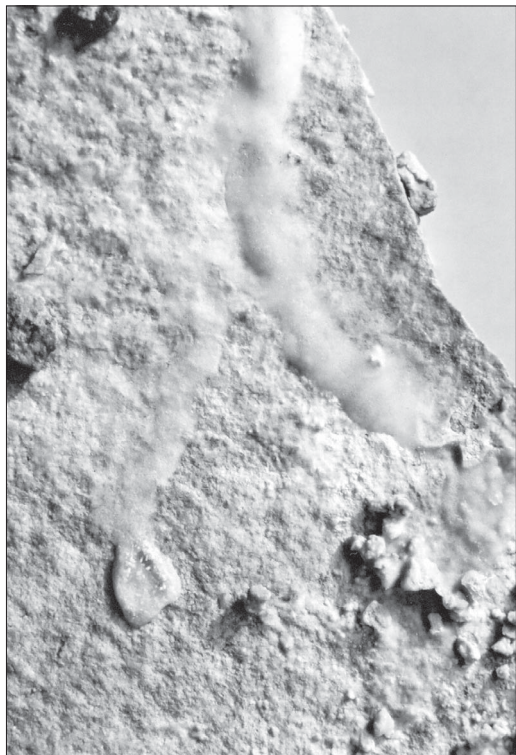
Taču krāsa šāda tipa formācijām vēl nebūtu nekas neparasts. Galu galā arī klasiskajos karsta procesos var novērot visdažādākās krāsas notecējumus, kam par cēloni ir dažādu metālu, galvenokārt dzelzs, savienojumi.

Taču tālāk sākas kaut kas pavisam divains un grūti izprotams, ja raugāties uz to no klasiskajām karsta pozīcijām.

Ja uzmanīgi pavērojam šo notecējumu faktūru un izskatu, atklājas ļoti neparasta aina. Pirmkārt, daudzi notecējumi ir gan plūduši pa dolomīta bloka vertikālo sienu, bet sastinguši tās vidusdaļā, nemaz neaizsniedzot bloka apakšējo daļu. Sevišķi izteiksmīgas ir tās notecējumu dzisliņas, kas pēkšņi apraujas pusceļā ar sastingušu pilienu galā (*sk. 6. att.*). Parastajos karsta procesos šāda aina nav iespējama, jo ar kaļķi piesātināts ūdens vienmēr noplūdis līdz sienas apakšai un nekad neapstāsies pusceļā.

Nākamais, kas šeit pievērš uzmanību, ir šo notecējumu divainās trajektorijas uz pilnīgi vertikālajām alu sienām. Šie iežu notecējumi izlocījušies visdažādākajos virzienos, kas bieži ir tālu no vertikālā, it kā ignorējot gravitācijas likumu. Šeit redzamā aina ļoti līdzinās tai, ko var novērot, kad vāja ūdens straumīte pirmoreiz noplūst pa pilnīgi sausu loga stiklu. Analogija ir pārsteidzoša.

Šajā gadījumā ūdens straumīte nemeklē vis taisnāko ceļu, bet veido divainas zigzagveida trajektorijas dažādos virzienos, pirms sasniedz stikla apakšu. Tieši tāda pati aina redzama šajos iežu notecējumos. Turklāt var novērot, ka šie notecējumi bieži it kā izšļākušies no klints iekšienes – kontaktzonā starp



6. att. Vidējā Zanderu ala. Sastingušais piliens viena minerālnotecējuma galā (*apakšā pa kreisi*) un divaini izlocītās šo notecējumu trajektorijas uz dolomīta virsmas (autiģenā brekčija). Šur tur redzami arī allogēno brekčiju piesviedumi, kas stingri iekausēti dolomīta virsmā. Palielināts 1,7 x. 2005. gada 14. maijs.

diviem horizontāli gulošiem dolomīta iežu blokiem (bloki ir cieši sasaistīti kopā kā ar visstiprāko cementu). Šeit var novērot tādas kā mazas akmens līgzdīņas (tukšumus), no kurām sākas minerālnotecējumu dzisliņas. Citur vairāki šādi notecējumi, saplūstot kopā, veido monolītu glazūru vairāku milimetru biezumā. Nereti pie šīs glazūras piemesti un cieši tai piesaistījušies sīki iežu gabaliņi, bet vietām minētā glazūra sevī pilnīgi ieslēgusi šos iežu fragmentus. Par to, cik lielā mērā šī kādreiz plūstošā masa bijusi stīgra un viskoza,

liecina kaut vai tas, ka dažu labu iežu plaisu tā spējusi aizpildīt tās augšdaļā, bet līdz plaišas apakšai nemaz nav noplūdusi. Šeit izveidojušies šā materiāla savdabīgi korķi, kas sasaista plaisu pretējās sienīņas. Nav grūti ievērot, ka šo korķu augšējās un apakšējās brīvās virsmas ir nevis plakanas, bet sfēriski ieliektas – meniskveida. Arī šis apstāklis norāda uz šā materiāla kādreizējo lielo viskozitāti. Šķērsgriezumā šī minerālnotecējumu glazūra uzrāda samērā haotisku slāņainību, kur atsevišķi slāņi mijas cits ar citu visneiedomājamākos veidos un ir vāji caurspīdīgā iedzeltenā krāsā. Savukārt notecējumu dzislu izvīrītās muguriņas nereti ir iegrimušas, bet šajos iegrimumos redzamas kalcīta kristālu galviņas. Tas liecina, ka šis materiāls sacietēšanas stadijā ir ievērojami sarucis tilpumā un kristalizējies. Tur, kur pie alas ieejas ir pietiekams apgaismojums, notecējumu dzislas klāj smaragdzaļa mikroflora (apsūnojums), kas lieliski dekorē šos veidojumus, kamēr blakus esošā dolomīta virsma ir praktiski bez šāda sūnojuma. To var redzēt pie Zanderu alām.

Pēdējo apstākli var izskaidrot divējādi: pirmkārt, ar palielinātu mikroelementu daudzumu šajos notecējumos, kas stimulē auglību, un, otrkārt, ar ļoti izroboto reljefu uz šo notecējumu muguriņām, kas radies jau minētā sarūkuma un kristalizācijas dēļ (šeit mikroflorai ir kur pieķerties). Pilnīgi iespējams, ka intensīvajā apsūnojumā lomu spēlējuši abi minētie faktori.

Beidzot uzskaitīt daudzo anomāliju klāstu, kādus konstatēju minētajos minerālnotecējumos, gribu vērst lasītāja uzmanību uz vēl kādu formāciju, kas, pēc visa spriežot, ir cieši saistīta ar šiem veidojumiem.

Runa ir par īpatnējiem stalaktītiem, kādus konstatēju nesen atklātajā Lejasšķaparu alā. To ir ļoti maz un grūti ieraugāmi, jo izmēros ir nelieli. Un tomēr nevaru tos šeit nepieminēt, jo manā skatījumā šie veidojumi ir samērā unikāli, neraugoties uz peticīgajiem izmēriem.



Garākais no šiem veidojumiem ir ap 3 cm garš un ap 0,5 cm resns brūnas krāsas cilindriera stalaktīts (*sk. 7. att. 56. lpp. ZvD, 2006. g. vasara*). Tieši tādi paši brūni notecējumi kā glazūra pārklāj blakusesošo dolomīta bloku, bet spraugu, kurā izveidojies minētais stalaktīts, cementē tamlīdzīgs brūns materiāls. Vēl pāris izmēros mazāki stalaktīti atrodas alas griestos. To krāsa – balta vai viegli iedzeltena. Citur alā stalaktīti nav konstatēti.

Nebūt nenoliedzot stalaktītu veidošanos klasiskajos karsta procesos, tomēr jāatzīmē, ka šāds process Latvijas dolomīta alās ir ārkārtīgi vājš un izpaužas pavisam īsu (0,5–1 cm) stalaktītu aizmetņu izveidē, kas atgādina baltus, sastingušus pilienus.

Arī Lielās Zanderu alas griestos, kur pa plaisām dolomītos pastāvīgi pil ūdens, ir novērojami tikai pilnīgi balti apkaļķojumi un nekas vairāk, kaut ala ir sena. Savukārt Lejasškaparu alā tajās vietās, kur no griestiem arī periodiski lāso ūdens, nav redzamas pat pazīmes no stalaktītu aizmetņiem, kaut arī šī ala, pēc daudzām pazīmēm spriežot, ir ļoti sena. Paradoksāli, bet fakts.

Nedrīkst aizmirst vēl vienu faktu, kas redzams visu to nelielo stalaktītu galos, kuri savulaik tika atrasti Zanderu dolomītu alās 1967. gadā (diemžēl šodien tie visi ir nolauzti, bet ir saglabājušās dažu šo stalaktītu fotogrā-

8. att. Mazajā Zanderu alā 2003. gada vasarā. Lidz 3 cm gari stalaktīti rotā alas griestus netālu no ieejas. Nav grūti ievērot, ka šo stalaktītu strupie gali sānos ir it kā iešķelti. Uzņēmums izdarīts neilgi pirms šo stalaktītu pazušanas.

fijas). Tāda pati aina ir novērojama arī uz tiem trim stalaktītiem, ko konstatēju gan pašā Lejasška-

paru alā (*sk. iepriekš*), gan uz līdzīgām notecējumu formācijām, ko atklāju uz viena dolomīta blukūša, kuru izcēlu no māla slāņa, atrokot alas ieeju (kādreiz šis blukūšis bija, pēc visa spriežot, alas griestu sastāvdaļa, kas vēlāk nobrukusi). Vienu, ap 1,5 cm garu, stalaktītu agrāk konstatēju arī 2002. gadā atklātajā Grantskalnu alā, par kuru esmu rakstījis *ZvD 2004. gada vasaras numurā*.

Visu šo stalaktītu gali nav smaili vai noapaļoti, kā tas ir klasiskajos karsta procesos, bet gan ir it kā strupi norauti. Taču patiesībā tie ir pilnīgi dabiski, tikai šeit to galos ir izveidojies savdabīgs krāterītis ar robiņiem un iešķēlumiem sānos (*sk. 8. att.*).

Kādus secinājumus varam izdarīt no visa iepriekšminētā? Tikai vienu: visi šie divainie dažādas krāsas minerālnotecējumi uz dolomītu alu sienām un pieminētie stalaktīti pieder pie vienas un tās pašas kategorijas gan pēc izcelsmes, gan pēc to sastāva. Šeit nevar būt nekādas runas par minerāla kalcīta lēnu, pakāpenisku izgulsnēšanos no kaļķa piesātinātiem ūdeņiem uz alu sienām. To pilnīgi un viennozīmīgi noliedz iepriekšminētie fakti. Mūsu klimatiskajos apstākļos dolomīts pārāk vāji padodas šķīšanai ūdenī (karsta procesiem), lai šādā veidā varētu izveidoties minētās alas. Tas pats attiecas uz aprakstītajiem minerālnotecējumiem un nepa-

rastajiem stalaktītiem. Tieši otrādi, vadoties no visa iepriekš teiktā, šie minerālveidojumi bijuši vienreizēji notecējumi. Vienreizēji tādā nozīmē, ka plūduši (tecējuši) tikai vienu vienīgu reizi un tikai dažas minūtes ilgi, nevis simtu un tūkstošu gadu garumā, kā tas norisinās klasiskajos karsta procesos kaļķakmens iežu alās. Šie neparastie minerālnotecējumi varēja šeit rasties tikai vienā – ārkārtīgi dramatiskā procesā, proti: līdz augstai temperatūrai nokaitētam un saspiestam gaisam kopā ar pārkarsētu ūdens tvaikiem (neizmirsisim, ka ledus laikmets toreiz vēl nebija pilnībā izbeidzies) ar milzīgu spēku ielaūzoties dolomīta iežos, tos deformējot, drupinot un kausējot. Tieši izkausētais iežu materiāls kopā ar māla piemaisījumu (no šejienes dažiem notecējumiem ir brūna krāsa) ir izveidojuši gan šos brīnišķīgos notecējumus, gan neparastos stalaktītus. Šis kausējums šeit plūdis kā biezs, viskozs šķidrums un pēc konsistences atgādinājis sirupu, svaigu medu vai sveķus, pie kura arī pielipuši ar gaisa triecienvilni piesviestie iežu gabaliņi – allogēnās brekčijas.

ALLOGĒNO BREKČĪJU DĪVAINĀS FORMĀCIJAS

Kādā no Zanderu alām konstatēju divainas formācijas uz dolomīta sienas, kas sastāvēja no sikām iežu šķēpelēm – allogēnajām

brekčijām. Atsevišķi dolomīta gabaliņi šeit cieši sasaistīti kopā grupveida agregātos. Neparasts ir šo agregātu novietojums un ārējais izskats, kas atgādina tādas kā miniatūras bezdelīgu ligzdas (*sk. 9. att.*). Taču ar istajām bezdelīgu ligzdām šim iežu formācijām nav nekāda sakara, izņemot ārējo izskatu. Turklāt nav grūti ievērot, ka šīs iežu formācijas ir kaut kā īpatnēji pieplacinātas no apakšas un iespiestas tajā iežu kausējuma glazūrā, par ko bija runa iepriekš. Rodas iespaids, ka šeit notikusi savdabīga šo iežu formāciju (allogēno brekčiju) piesviešana pie pusšķidrās kausējuma virsmas. Turklāt vēl no apakšas.

Kāds spēks varēja izveidot šādus neparastus iežu gabaliņu grupveida piesvielumus? Šeit var būt tikai viena atbilde: atstarotais triecienvilnis. Tieši atstarotais vilnis arī noformē meteorīta krātera ārējo izskatu tā galīgajā veidolā. Tas gan attiecas uz tiem zemeslodes rajoniem, kurus nav skāris leduslaikmeta apledējums. Mūsu gadījumā strauji izkausētā ledāja ūdeņi (meteorīta triecienu ietekmē) ātri vien aizpildījuši izveidotos virszemes krāterus ar saskaloto materiālu – smiltīm, granti, māliem, tāpēc tos šodien vizuāli ieraudzīt ir gandrīz neiespējami. Toties ir saglabājušās unikālas alas, kuru sienās mēs šodien varam skatīt meteorīta krāteru iežus it kā no iekšienes to sākotnējā izskatā. Par to mums jāpateicas šo alu nemainīgajam mikroklimatam un izoletībai no ārējās pasaules postošajiem faktoriem.



9. att. Atstarotā triecienvilņa piemestās un pieplacinātās allogēnās brekčijas (*kreisās puses vertikālā bloka apakšējā daļā un centrālās sienas pašā apakšā*). Vidējā Zanderu ala 2004. gada oktobrī.

Visi – autora foto

Atgriežoties pie neparasto piesviedumu formācijām, varam izdarīt šādu secinājumu: minētās alas ieži šeit izbaudījuši divkāršu triecienu. Pirmo, kas nācis no augšas kā tiešais jeb primārais triecienvilnis, un pēc nedaudz sekundēm otro – atstaroto triecienvilni, kas nācis no apakšas virzienā uz augšu. Ja pirmais šeit izdarījis pamatdarbu – izveidojis šos tukšumus dolomītos un apklausējis alu sienas, tad otrais ir pabeidzis šo darbu un piesviedis augšminēto iežu drumslas no apakšas pie apklausētajām alas sienām, kur tās redzamas vēl šodien. Viss šeit aprakstītais process varēja ilgt apmēram pārdesmit sekundes vai, visilgākais, minūti.

Un, visbeidzot, vēlos pieminēt vēl kādu faktu, ko konstatēju 2005. gada 1. septembrī. Šis fakts man ļāva izdarīt kādu nozīmīgu secinājumu attiecībā uz Ligatnes meteorītu. Īsumā par tā būtību.

Augšligatnē (apmēram 2,5 km uz dienvidiem no Grantskalnu alas), netālu no Paltmales kapiem (apmēram 200 m attālumā) ir konstatēts vēl viens alu rajons dolomītos. Tas atrodas tās pašas Ligatnes upītes kreisā krasta augšējā nogāzē – tikai dažus metrus zem augšējā lidzenuma.

Šeit, grūti pārvaramos brikšņos un neskaitāmu bedru izraibinātajā nogāzē, ir atrodami

vairāki caurumi dolomīta iežos, kas norāda uz pazemes tukšumu klātbūtni šajā rajonā. Diemžēl šie caurumi – varbūtēju alu atveres – ir pārāk mazi, lai tajos varētu iespraukties cilvēks. Taču dolomīta iežu fragmentu rūpīga izpēte pie vienas atveres (šeit acinredzot ir mēģināts alu atrakt) man ļāva konstatēt kādu nozīmīgu faktu: minētie dolomītu paraugi, kas atradās izrakto šķēpeļu kaudzē un blakus tai, izrādījās visistākās autigēnās brekčijas (ar allogēno brekčiju piemetumiem). Šie iežu paraugi ir identiski tiem iežiem, par ko esmu jau plaši un detalizēti aprakstījis gan šajā, gan iepriekšējos divos rakstos, kas veltīti Ligatnes meteorītam. Papildus tam šajā vietā esmu atradis arī brūnā karbonātmāla nelielus gabaliņus ar skaidri redzamām kusu ma pazīmēm, kādus pirms tam lielā skaitā atradu gan pie Zanderu alām, gan pie Lejasšķaparu alas. Šīs vietas izpēte ir tuvākās nākotnes uzdevums.

Tādējādi varu izdarīt secinājumu, ka Ligatnes meteorīta skartais reģions izrādās daudz plašāks un garumā pārsniedz 4,5 km, un tā garenass orientēta ziemeļu–dienvidu virzienā. Šeit patiešām nolijis īsts meteorītu lietus plašā rajonā. Meteorīta sākotnējā masa varēja sasniegt vairākus tūkstošus tonnu. 🐦

RAJONA OLIMPIĀDES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

(Sākums 49. lpp.)

10. klase

Ja eksistē kaut viens skaitļu pāris, kas abos 2006-stūros ir diametra galapunktos, tad par trešajām virsotnēm var ņemt jebkuras ar vienādiem numuriem – abi trijstūri būs taisnleņķa.

Ja tāda pāra nav, tad ņemam divus skaitļus, kas pirmajā 2006-stūrī ir pretējās virsotnēs (pieņemsim, tie ir x un y). Pieņemsim, ka skaitlis z otrā 2006-stūrī ir pretējā virsotnē

skaitlim x . Tad skaitļi x , y , z ir meklējamie: abi ar tiem sanumurētie trijstūri ir taisnleņķa.

3. Varam pieņemt, ka a ir mazākais no skaitļiem a ; b ; c . Tad $\frac{a}{bc+1} \leq \frac{a}{a^2+1}$.

Nevienādība $\frac{a}{a^2+1} \leq \frac{1}{2}$ ir pareiza, jo

$$(a-1)^2 \geq 0 \Rightarrow a^2+1 \geq 2a.$$

(Nobeigums sekos)

EVALDS HERMANIS, DMITRIJS DOCENKO

PLANĒTU APRINĶOŠANAS PERIODU HARMONISKAIS SADALĪJUMS

Matemātikā darbībās ar veseliem skaitļiem ir pazīstami jēdzieni: mazākais kopīgais dalāmais (mkd) un lielākais kopīgais dalītājs (lkd). Šos jēdzienus māca jau pamatskolā. Parasti tos attiecina tikai uz skaitļu pāri. Bet var taču rinda sastāvēt no vairākiem skaitļiem un tie var arī nebūt veseli. Vai varam šos jēdzienus vispārināt? Un vai vienmēr uzdevums ir precīzi atrisināms? Pieņemsim, ka mums dota šāda skaitļu rinda $S = [89, 42857, -36, 82353, 125, 2, 41, 73333, 208, 6667]$. Vai varam atrast tādu skaitli, kuru dalot ar jebkuru no šiem skaitļiem, rezultāts būtu vesels skaitlis? Un vai varam atrast tādu kopīgo reizinātāju, kuru pareizinot ar attiecīgu veselu skaitli, iegūsim jebkuru skaitli no dotās rindas? Dotajā gadījumā skaitļu S kopu programma ģenerējusi tā, lai šie atrisinājumi eksistētu. Analogs mkd rindai S ir skaitlis 626. To dalot ar visiem S kopas skaitļiem, iegūstam rezultātus veselos skaitļos: $[7, -17, 5, 15, 3]$. Lielākais kopīgais dalītājs ir 0,3507. Pareizinot šo skaitli ar veselu skaitļu rindas $[255, -105, 357, 119, 595]$ attiecīgajiem locekļiem, iegūstam sākotnējo rindu S . Arī $1785 \times 0,3507 = 626$.

Ja skaitļu rinda S būtu ņemta no dabiskiem procesiem (mērījumiem), tad katrs skaitlis būtu tikai aptuvenus un atbilstošie jēdzieni mkd un lkd būtu jāmodificē tādā veidā, ka tiktu atrasti tādi skaitļi (mkd un lkd), kuri minimizē attiecīgās novirzes no veseliem skaitļiem. Bija interesanti par rindas S elementiem izvēlēties Saules sistēmas pazīstamāko planētu aprinķošanas periodus.

Kādēļ periodus, nevis planētu citus parametrus? Pie tādas domas noveda pārdomas

par Furjē rindām. No Furjē rindu viedokļa minētā skaitļu rinda S un $mkd = 626$ nozīmē vienīgi attiecīgo harmoniku periodus. Mkd nozīmē Furjē rindas pirmās harmonikas periodu, S komponentes ir 7, 17, 5, 15 un 3 harmonikas periodi. Lielākais kopīgais dalītājs ir pats mazākais iespējamais harmoniskās rindas periods. Par planētu aprinķošanas laika izvēles lietderību liecināja arī sen atklātās lielo planētu rezonanses. Bija zināms, ka lielo planētu aprinķošanas periodi aptuveni attiecas kā veseli skaitļi:

Jupiters : Saturns $\approx 2:5$;

Saturns : Urāns $\approx 1:3$;

Urāns : Neptūns $\approx 1:2$;

Neptūns : Plutons $\approx 2:3$

(*sk., piem., <http://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_resonance>*). Tomēr bija interesanti noteikt šo planētu periodu mazāko kopīgo dalāmo, jo tas raksturotu visas lielo planētu kopas kustības periodu – tas ir, laika sprīdi, kad atkal visu planētu savstarpējie stāvokļi (fāzes) aptuveni atkārtojas. Šis lielums ir tuvs 500 gadiem, un tā nelielas novirzes ir atkarīgas no mērīto aprinķošanas periodu precizitātes.

Arī iekšējo planētu uzvedība daudz neatšķiras no lielajām. Izmantojot dažādus avotu planētu parametriem, šis lielums mainījās no 499 līdz 501.

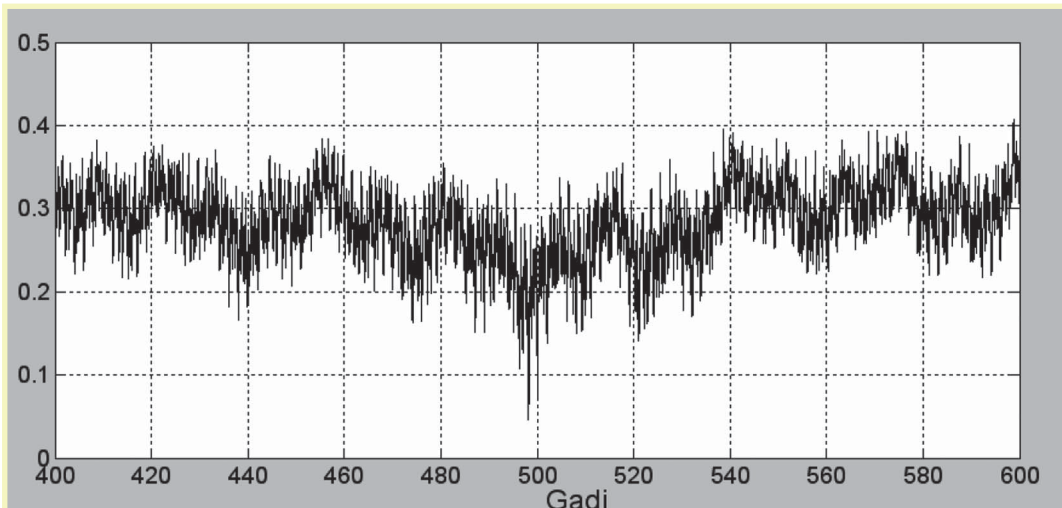
Problēmu ar planētu aprinķošanas periodiem radīja tas apstāklis, ka dažādi autori publicējuši atšķirīgas vērtības. Kuri dati ir pareizie? Vajadzēja noskaidrot mērīšanas kļūdas. Ņemot tās vērā un minimizējot mazākā kopīgā dalāmā četru milzu planētu un Plutona

noviržu summu no veseliem skaitļiem, tika iegūts lielums 499,8054 gadi. Bet tajā pašā laikā minimizācijas algoritms pielaižu robežās izmainīja arī planētu datus. Tādējādi dalījums ar modificētajiem planētu periodiem (gados) izskatās šāds: $499,8054/[11,8991, 29,4003, 83,9552, 164,8118, 247,9325] = [42,0035, 17,0000, 5,9532, 3,0326, 2,0159]$. Dalījumi, kā redzams, tuvi veseliem skaitļiem. Tas nozīmē, ka pēc katriem 500 gadiem lielās planētas viena pret otru atrodas aptuveni līdzīgās fāzēs.

Iekšējo planētu (no Merkura līdz Marsam) pievienošana principiālas atšķirības neuzrādīja, bet palielināja caurmēra novirzes no atrastā likuma.

sadalījumā vai tā ir tikai laicīga īpašība, kas pēc gadu tūkstošiem var mainīties, pagaidām atbildes nav. Taču ir zināms, ka harmoniskais likums precīzi piepildīties nevar, jo pašu planētu kustība ir nedaudz stohastiska.

Var atrast arī aptuvenu planētu periodu lielāko kopīgo dalītāju; tas ir aptuveni puse no Merkura apriņķošanas perioda un ir 0,1248 gadi. Tas nozīmē, ka Saulei tuvāk par Merkuru ir vēl viena vieta planētai, kas arī apmierinātu šo sadalījuma likumu. Vēsturiski Merkuru ilgstoši novēroja un nevarēja izskaidrot tā sarežģīto kustību. Lai to izskaidrotu, pieļāva, ka starp Merkuru un Sauli eksistē vēl viena maza planēta. Bija jau izgudrots šis



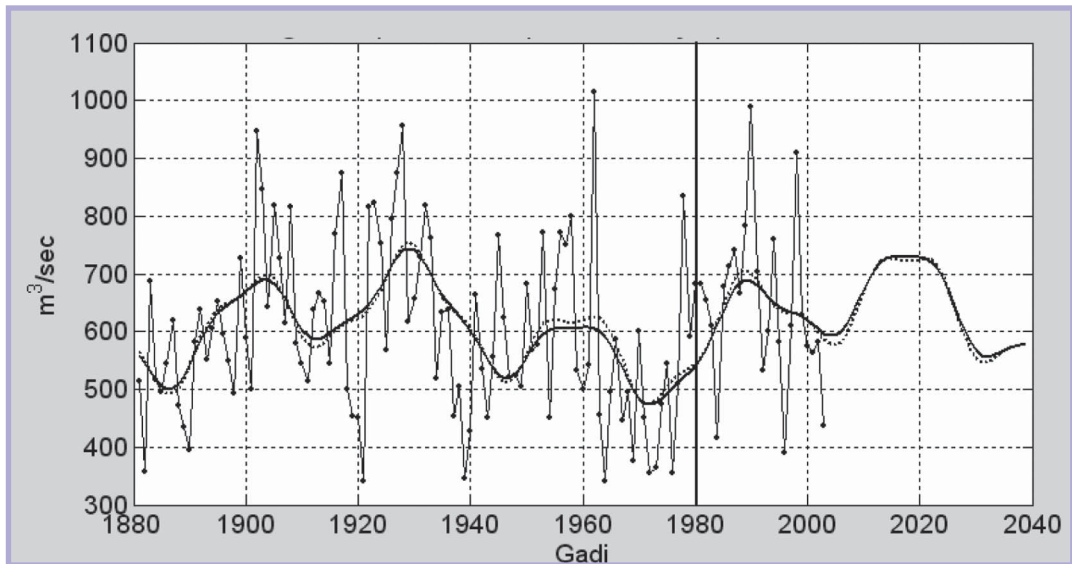
1. zīm. Novirzes ar koriģētiem planētu datiem. Redzams izteikts minimums pie 498 gadu vērtības.

Nedaudz mainījās mazākais kopīgais dalāmais: $498,2388/[0,2408, 0,6151, 1,0002, 1,8802, 11,8628, 29,3204, 83,9552, 164,8118, 247,9325] = [2069,0980, 810,0126, 498,1391, 264,9924, 42,0001, 16,9929, 5,9346, 3,0230, 2,00957]$; rezultāti atkal tuvi veseliem skaitļiem. Izrādās, ka no harmoniskā periodu sadalījuma likuma visvairāk novirzās Zeme. Izmetot Zemi no rindas, $mkd = 500,173$ gadu un dalījumu novirzes no veseliem skaitļiem caurmērā samazinās vairāk nekā 5,5 reizes. Vai tas norāda uz kādu Zemes īpašo lomu

planētas vārds "Vulkāns". Taču planētu izvietojums ir tāds, ka, no harmoniskā sadalījuma viedokļa, vairāk ir brīvo vietu nekā aizņemto un arī Vulkāns atrasts netika.

Planētu harmoniskais sadalījuma likums ir vispārīgs un, kā rāda Saturna pavadoņu dati, arī starp tiem ir rezonanses un tātad var tikt veikti mazākā kopīgā dalāmā un lielākā kopīgā dalītāja aprēķini. Te nu būtu darbs kādam astronomijas studentam.

Vai harmonisko planētu periodu sadalījuma likumu var izmantot, lai "zilētu" nākotni?



2. zīm. Daugavas plūsmas aproksimācija planētu bāzē.

Tā kā periodi atbilst Furjē harmonikām, tad tie ir lietojami ilgstošu procesu aproksimācijā. Tā, piemēram, Daugavas ūdeņu caurplūdes datus var aproksimēt ar planētu efemeridām. Daugavas ūdeņu plūsma pēc gadu vidējām vērtībām ir ļoti stohastiska (2. zīm. zigzaga likne), un to var censties prognozēt tikai vidējā nozīmē. Tādēļ aproksimācijai tika izvēlēti tikai četru lielāko planētu dati: Jupitera, Saturna, Urāna un Neptūna efemerīdas. Tā kā Jupitera apriņķošanas periods ir 11,86 gadi, tad arī aproksimācija ir atbilstoša šādu laika periodu vidējām vērtībām.

Lai pārbaudītu prognozēšanas ticamību, vispirms no 123 Daugavas gadiem (1881–2003) tika ņemti tikai sākotnējie 100 gadi (1881–1980) un iegūta nepārtrauktā likne (zīm. šo vietu norāda vertikālā līnija). Pēc tam aproksimācijai izmantoti visi 123 dati, un

tika iegūta maz atšķirīgā punktētā līnija.

Daugavas dati kā pēdējo ietver 2003. gadu, un ir redzams tagadējais sausuma periods ap 2005. gadu. Tas nozīmē, ka šogad un, jādomā, arī vēl nākamgad plūdi Daugavā var rasties tikai sastrēgumu un biežā ledus dēļ, bet nevis lielas ūdens plūsmas dēļ.

Vai var ticēt šādiem pareģojumiem? Ieteicams būtu nepaļauties. Tāpēc arī tika darīts kontrolrēķins no 100 pirmo datu gadiem un tad aplūkots, kā tas atbilst zināmajiem Daugavas datiem periodā no 1980. līdz 2003. gadam. Kā redzams, abas liknes caurmērā izseko Daugavas ūdeņu izmaiņai. Tas piešķir ticamību turpmāko pāris desmitu gadu Daugavas prognozei. Taču tas tā varētu būt, ja kaut kas nemainīties dabā vai cilvēku rīcībā (piem., būvēts daudz pieminētais Daugavas–Donas kanāls). 🐾

Kas notiek melnā cauruma iekšā?

Datums: Sat, 14 Jan 2006 07:17:57 +0200

Sūtītājs: [normunds_paeplitis](#)

Visur – Hokinga grāmatās, “Zvaigžņotajā Debesī” un citos zinātniska satura darbos, kur ir runa par melnajiem caurumiem, ne tikai nav norādīts, bet arī netiek iztīrīts jautājums – kas varētu atrasties starp notikumu horizontu un singularitāti? Būtu ļoti pateicīgs, ja Jūs ziedotu nedaudz no sava dārgā laika un atbildētu man vai arī norādītu avotus, kur es varētu pats atrast atbildes.

Vēl es nekādi nevaru atrast aprēķinus par Hokinga paziņojumu, kā no melnā cauruma izkļūst informācija.

Ar cieņu – Normunds

Einšteina vispārīgajā relativitātes teorijā (VRT)¹⁾ sfēriski simetriska nerotējoša ķermeņa pievilksana ārpus tā tiek aprakstīta ar tā saukto Švarcsilda metriku, kas ir statiska (t. i., nav atkarīga no laika). Taču šai metrikai piemīt singularitāte attālumā $r_g = 2GM/c^2$ no koordinātu sistēmas centra (kas sakrīt ar masas centru), un to nevar izmantot tuvāk centram. Tā kā metrika vienmēr ir saistīta ar kādas “testa daļiņas” eksistenci, tad var izsecināt, ka, atrodoties masas centram tuvāk par šo gravitācijas rādiusu r_g , daļiņas nevar nekustēties. Dabiski, ka šī kustība notiek masas centra virzienā – daļiņas krīt uz to. Tas nozīmē arī, ka nekas neapstādinās daļiņas kustību un tā paātrināti kustēsies līdz koordinātu sistēmas centram. Tāpēc arī $r = r_g$ virsmu sauc par melnā cauruma horizontu, jo viss, kas ir šā rajona iekšpusē, nevarēs izkļūt ārā²⁾.

Taču šī singularitāte attālumā $r = r_g$ no centra ir šķietama, tas ir, var izvēlēties tādu metriku, ka tā aprakstīs notikumus arī rajonā $r < r_g$.

¹⁾ Atbilde uz pirmo jautājumu ir dota tieši no VRT viedokļa, kas ir klasiska teorija, t. i., neiekļauj kvantu efektus.

Tā atbilst tā saucamajai “saistītai” atskaites sistēmai, kurā brīvi krītošs ķermenis nemaina telpiskās koordinātes. Šajā atskaites sistēmā daļiņa, kas šķērso melnā cauruma horizontu, galīgā laikā (kas dotajā gadījumā sakrīt ar īpašlaiku τ) piekļūst punktam $r = 0$. Šis punkts ir istā singularitāte.

Tātad, skatoties no testa daļiņas, nekādu kvalitatīvu atšķirību starp telpu ārpus melnā cauruma horizonta un tā iekšpusē nav. Starp horizontu un centrālo singularitāti nekas neatrodas, jo viss, kas tur iekļūst no ārienes, ātri krīt uz centru.

Informācija pamatā ir ņemta no grāmatas Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. *Теоретическая физика, том 2, Теория поля, 7 изд.– Москва, «Наука», 1988 г. (Глава XII).*

Informācija un melnie caurumi. Cik es saprotu, jautājums ir par profesora Stīvena Hokinga paziņojumu 2004. gada 21. jūlijā 17.

²⁾ Ja ķermeņa masa ir sadalīta rajonā, kura rādiuss ir lielāks par r_g , tad ķermenis var būt stabils. Taču, ja gravitācijas rādiuss ir lielāks par ķermeņa izmēru, tad paša šā ķermeņa daļiņas sāk krist uz centru un saskaņā ar VRT izveido melno caurumu.

vispārīgās relativitātes un gravitācijas konferencē Dublinā. Vēlāk tas tika publicēts žurnālā *“Physical Review D”* (n. 72, id 084013), bet tiem, kuriem šis žurnāls nav pieejams, var noderēt raksta kopija, kas ir atrodama pēc adreses <http://arxiv.org/hep-th/0507171>. Tiesa gan, arī tajā pazīstamais fiziķis nedod formulas, bet tikai principus, kā viņš nonāca pie atziņas, ka informācija melnajos caurumos nepazūd. Tur tiek arī norādīts, ka pašlaik viņa studenti strādā, lai strikti pierādītu iegūtos secinājumus.

Hokings pamato savu slēdzienu ar to, ka kvantu gravitācijas teorijā (jāpiebilst, ka šī teorija vēl ir ļoti tāla no pabeigtās) novērojumi var tikt veikti tikai tālu no pētāmā objekta (tāpat kā kvantu mehānikā mikroskopiskā objekta pētījumi tiek veikti ar attāliem makroskopiskiem

instrumentiem). Tāpēc novērotājs nevar būt pilnīgi pārliecināts, ka melnais caurums vispār eksistē, un var pateikt, ka ar atšķirīgu no nulles varbūtību pētāmā melnā cauruma vispār nav.

Ja melnā cauruma nav, tad informācija saglabājas (precīzāk būtu teikt – evolūcija ir unitāra). Taču, ja melnais caurums ar noteiktību pastāv, informācija zūd. Hokinga ideja ir, ka, tēlaini izsakoties, informācija tiek saglabāta, pateicoties nenulles varbūtībai, ka melnā cauruma nav.

Informācija ir ņemta arī no pazīstamā matemātiskā fiziķa Džona Baeza (*John Baez*) komentāriem par šo paziņojumu un citiem tīkla resursiem: <http://math.ucr.edu/home/baez/week207.html>; http://math.ucr.edu/home/baez/physics/Relativity/BlackHoles/info_loss.html; <http://arxiv.org/gr-qc/0508120>.

Dmitrijs Docenko

Interesanta parādība

Datums: Mon, 12 Jun 2006 22:31:05 +0300

Vakar, 11.06.2006., braucu no Līvāniem uz Rīgu pa Daugavpils šoseju un krietni pirms Salaspils ieraudzīju skaistu, mazu, bet ļoti spilgti izteiktu varavīksnes fragmentu debesīs. Pa rokai bija tikai foto “Nokia” telefonā, tāpēc bildes (sk. att.) nav diez ko labas! Fotografēju tikai viena iemesla dēļ – nekad nebiju redzējis tik spilgtu, izteiktu, mazu varavīksnes fragmentu un tik augstu debesīs! Liekas, tie pat bija spalvu mākoņi, gubu noteikti ne. Mākoņi nebija tumši lietus mākoņi, bet gaiši. Vai varbūt tā bija kāda mirāža, atspulgs? Vai varētu saņemt kāda gudrāka speciālista komentāru?

Valters

Interesantā parādība, ko novērojis mūsu lasītājs Valters, pieder pie tām gaismas parādībām Zemes atmosfērā, kuras sauc par halo parādībām. Tās rodas, kad pie debess ir tā saucamie spalvu slāņu mākoņi, kas sastāv no sīkiem ledus kris-



tāļņiem, kuriem dažāda forma, bet visbiežāk sešstūra prizmveida ledus adatas, arī sešstūrainas ledus plāksnītes. Ja Saules vai Mēness stari iet cauri šādiem ledus kristāļņiem, tie gan lūst, gan atstarojas atkarībā no ledus kristāļņu stāvokļa attiecībā pret gaismas stariem. Lūstot šie stari sadalās spektra krāsās.

Halo parādības labi aprakstījis meteorologs A. Zirnītis laikraksta "Rīgas Balss" 1959. gada 25. marta numurā, skaidrojot togad 23. martā no plkst. 11:30 līdz 12:00 pie debesīm Saules tuvumā redzamos krāsainos lokus un plankumus. Tāpēc citēsim šo autoru*.

"Visparastākās no tām [halo parādībām] ir **mazais aplis** jeb **dārzs** ap sauli vai mēnesi. Ap sauli visbiežāk to redzam kā krāsainu apļa virsējo daļu ar 22° rādiusu, pie tam iekšpuse sarkanā, ārpusē zilā krāsā. Šāds aplis rodas, stariem ejot caur divām neparalēlām un blakus neesošām sānu malām, ledus adatām atrodoties vertikālā stāvoklī. Sānu saules retāk novērojamas lielā dārza un horizontālā dārza krustošanās vietās. Vislabāk sānu saules redzamas, kad saule ir tuvu apvārsnīm. Dažreiz tās ir pilnīgi bez dārziem.

Mazā vai lielā dārza augšējai malai dažreiz pieskaras dažāda garuma krāsaini loki ar izliekumu uz spīdekļa pusi – tā saucamie **pieskarloki**. Tie rodas, gaismas stariem lūstot ledus kristālos, kas kritot svārstās ap savu līdzsvara stāvokli.

Dažreiz virs saules vai mēness vērojami **gaismas stabi**, kad saule vai mēness tuvu apvārsnīm. Gaismas stabi rodas, stariem vienkārši vai divkārši atstarojoties no ledus plāksnišu horizontālā pamata."

Spriežot pēc pievienotiem uzņēmumiem, Valters 11. jūnijā novērojis sānu Sauli, kas atrodas 22° pa kreisi no Saules, vietā, kur horizontālais dārzs krustojas ar mazo dārzu.

* Saglabāta oriģinālrakstība.

Andrejs Alksnis

Vasaras laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 7. Pitagors. 8. Lalemāns. 9. Tombo. 11. Grāds. 12. Ikaunieks. 15. Hidras. 18. Bianka. 19. Valzivs. 20. Ranger. 21. Nobile. 23. Altairs. 24. Gluško. 26. Ananke. 31. Sekstants. 33. Belka. 34. Vēzis. 35. Kretjēns. 36. Antaress.

Stateniski: 1. Visockis. 2. Daube. 3. Branks. 4. Kalike. 5. Amors. 6. Onidzuka. 10. Anhīzs. 13. Harpalike. 14. Nikolsons. 16. Kapella. 17. Kvaovars. 22. Japets. 25. Lemetrs. 27. Kalipso. 28. Pekina. 29. Šteins. 30. Skots. 32. Vētra.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2006. GADA RUDENĪ

Šogad rudens ekvinokcijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 7^h03^m. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♏), un sāksies astronomiskais rudens. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt ziemas saulgrieži 2006. gadā būs 22. decembrī plkst. 2^h22^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 28. uz 29. oktobri.

No zvaigžņotās debess novērošanas vielokļa, rudens ir pretrunīgs gadalaiks. Skaidrs laiks Latvijā tad ir diezgan reti. Raksturīgie rudens zvaigznāji nav bagāti spožām zvaigznēm. Tomēr rudens zvaigžņotās debess vērošana parasti atstāj lielu iespaidu, it īpaši tad, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaisma. Ogļmelnajās debesis tad ir redzamas praktiski visas vājās zvaigznes. Ļoti skaidri izdalās Piena Ceļa josla. Vēl šis laiks ir labvēlīgs arī debess dziļu objektu novērojumiem.

Izteikti spožu zvaigžņu rudens zvaigznājos ir ļoti maz. Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts Latvijā pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°). Tāpēc par labāko orientieri rudens debesis uzskatāms Pegaza un Andromedas četrstūris, jo citos zvaigznājos spožu zvaigžņu ir vēl mazāk.

No debess dziļu objektiem jāatzīmē pat ar neapbruņotu aci redzamais, slavenais An-

dromedas Miglājs (M31) Andromedas zvaigznājā. Lidzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā.

Rudens otrajā pusē pēc pusnakts labi redzami kļūst skaistie ziemas zvaigznāji – Orions, Vērsis, Dviņi, Vedējs, Lielais Suns, Mazais Suns.

Saules šķietamais ceļš 2006. gada rudenī kopā ar planētām parādīts 1. attēlā.

PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkuram** būs diezgan liels leņķiskais attālums no Saules. Tas visu laiku pieaugs, un 17. oktobri Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (25°). Tomēr tik un tā rudens sākumā un oktobrī Merkura novērošana tūlīt pēc Saules rieta praktiski nebūs iespējama.

Jau 8. novembrī Merkurs atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī novembra pirmajā pusē vēl arvien nebūs novērojams.

Savukārt 25. novembrī nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (20°). Tāpēc novembra otrajā pusē un decembra sākumā Merkurs būs diezgan labi redzams rītos isi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs –0^m,5. Pēc tam līdz rudens beigām tas vairs nebūs novērojams.

leņķiskais attālums no Saules un to nevarēs novērot.

23. septembrī plkst. 10^h Mēness paies garām 2,4° uz leju, 22. oktobrī plkst. 7^h 3,8° uz leju, 20. novembrī plkst. 4^h 4,8° uz leju un 19. decembrī plkst. 3^h 5,3° uz leju no Marsa.

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiters** praktiski nebūs novērojams. 22. novembrī tas būs konjunktijā ar Sauli un tāpēc arī novembrī un decembra pirmajā pusē nebūs redzams.

Sākot apmēram ar decembra vidu, tas kļūs novērojams rītos, īsu brīdi pirms Saules lēkta kā -1^m,7 spožuma spīdekļis.

Līdz 6. decembrim Jupiters atradīsies Svaru zvaigznājā, pēc tam – Skorpiona zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2006. gada rudenī parādīta 3. attēlā.

26. septembrī plkst. 13^h Mēness paies garām 5,8° uz leju, 24. oktobrī plkst. 7^h 5,7° uz leju, 21. novembrī plkst. 2^h 5,8° uz leju un 18. decembrī plkst. 22^h 6° uz leju no Jupitera.

Rudens sākumā **Saturns** būs novērojams rīta stundās. Oktobrī un novembra pirmajā pusē redzamības intervāls būs nakts otrā pusē. Tā spožums oktobra vidū būs +0^m,5.

Pēc tam līdz pat rudens beigām redzamības intervāls būs gandrīz visa nakts, izņemot vakara stundas. Tas būs ļoti labi novērojams, un tā redzamais spožums tad sasniegs +0^m,3.

Visu rudeni Saturns atradīsies Lauvas zvaigznājā.

16. oktobrī plkst. 19^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 13. novembrī plkst. 4^h 1° uz augšu un 10. decembrī plkst. 14^h Mēness aizklās (Latvijā aizklāšana nebūs novērojama) Saturnu.

Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs ļoti labi novērojams lielu nakts daļu, izņemot rīta stundas, kā +5^m,7 spožuma objekts. Novembrī un decembra pirmajā pusē to varēs redzēt nakts pirmajā pusē, ziemas beigās – vakaros.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā, un tā atrašanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

5. oktobrī plkst. 3^h Mēness paies garām 1° uz leju, 10. novembrī plkst. 12^h 1° uz leju un 7. decembrī plkst. 18^h 1° uz leju no Urāna.

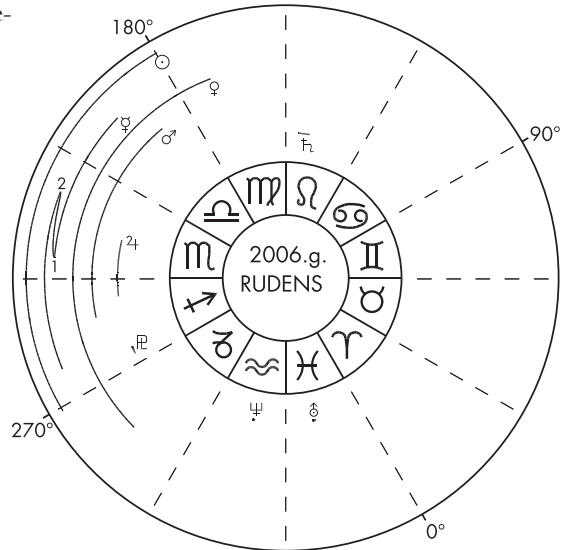
Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 2. attēlā.

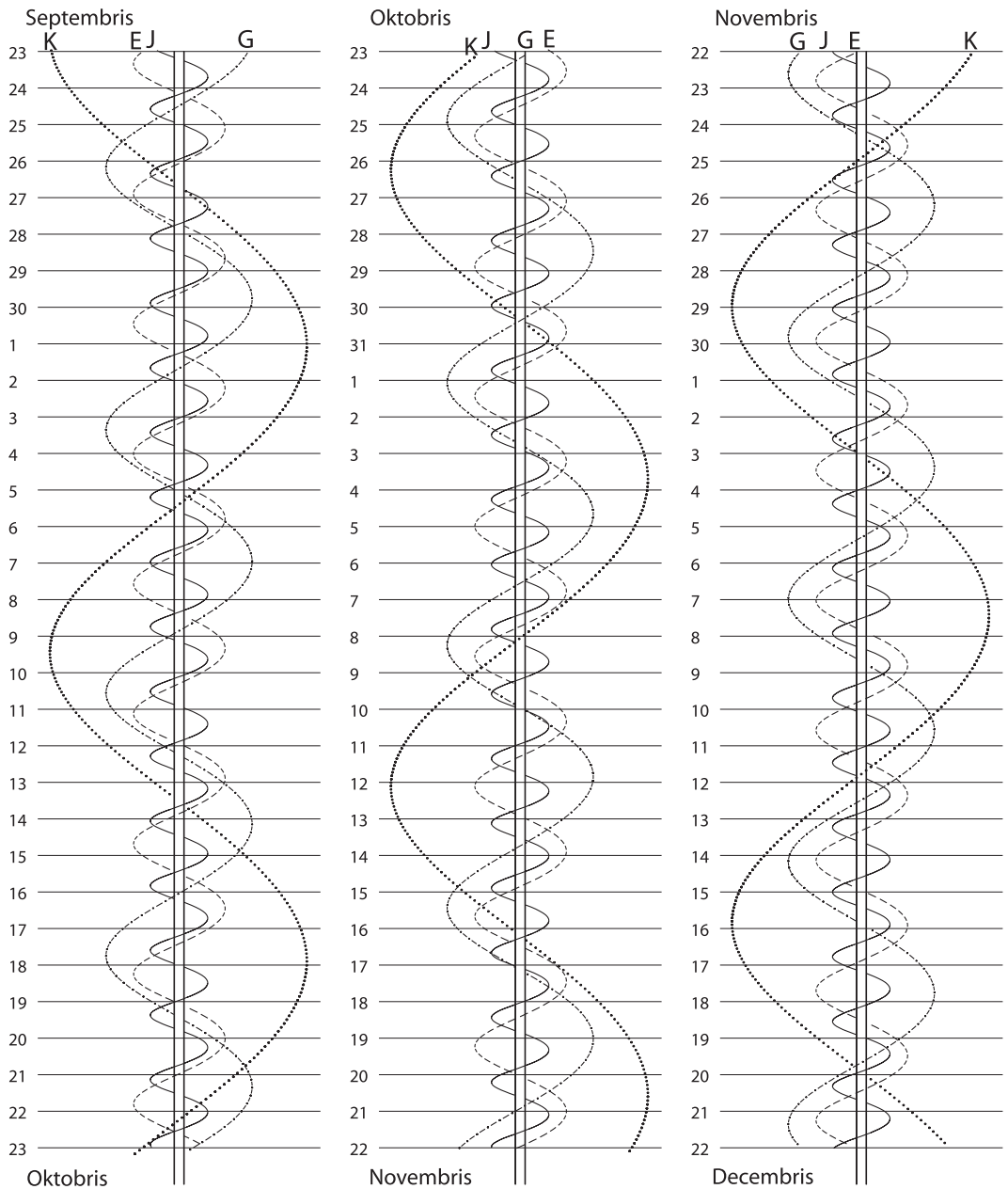
2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 23. septembrī plkst. 0^h, beigu punkts 22. decembrī plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 28. oktobris 22^h; 2 – 18. novembris 2^h.





3. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2006. gada rudenī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi.

MAZĀS PLANĒTAS

2006. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs trīs mazās planētas – Vesta (4), Hēbe (6) un Irīsa (7).

Vesta:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
12.11.	13 ^h 17 ^m	-2°32'	3,059	2,268	8,0
22.11.	13 36	-4 14	2,981	2,258	8,0
2.12.	13 55	-5 50	2,896	2,249	8,0
12.12.	14 13	-7 20	2,802	2,241	8,0
22.12.	14 31	-8 42	2,702	2,232	7,9

Hēbe:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	20 ^h 34 ^m	-22°55'	1,308	2,057	8,8
3.10.	20 38	-23 43	1,390	2,040	9,0
13.10.	20 46	-24 09	1,480	2,024	9,2

Irīsa:

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	3 ^h 27 ^m	+26°17'	1,093	1,847	8,2
3.10.	3 32	+26 35	1,014	1,841	8,0
13.10.	3 33	+26 33	0,947	1,836	7,7
23.10.	3 30	+26 07	0,895	1,834	7,4
2.11.	3 24	+25 16	0,861	1,834	7,1
12.11.	3 15	+24 04	0,848	1,835	6,8
22.11.	3 07	+22 37	0,858	1,839	6,9
2.12.	3 00	+21 10	0,890	1,844	7,3
12.12.	2 57	+19 54	0,943	1,852	7,6
22.12.	2 57	+18 57	1,014	1,862	7,9

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

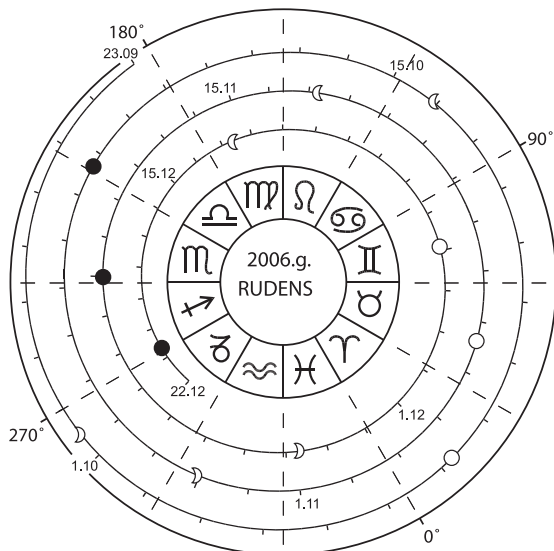
Perigejā: 6. oktobrī plkst. 18^h; 4. novembrī plkst. 2^h; 2. decembrī plkst. 2^h.

Apogejā: 19. oktobrī plkst. 12^h; 16. novembrī plkst. 1^h; 13. decembrī plkst. 21^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (sk. 4. att.).

25. septembrī 4^h55^m Skorpionā (♏)
27. septembrī 16^h17^m Strēlniekā (♐)
30. septembrī 1^h02^m Mežāzī (♐)
2. oktobrī 6^h25^m Ūdensvirā (♑)
4. oktobrī 8^h34^m Zivīs (♒)
6. oktobrī 8^h33^m Aunā (♈)
8. oktobrī 8^h05^m Vērsī (♉)

10. oktobrī 9^h07^m Dviņos (♊)
12. oktobrī 13^h22^m Vēzī (♋)
14. oktobrī 21^h39^m Lauvā (♌)
17. oktobrī 9^h17^m Jaunavā (♍)
19. oktobrī 22^h20^m Svaros (♎)
22. oktobrī 10^h55^m Skorpiona
24. oktobrī 21^h54^m Strēlniekā
27. oktobrī 6^h48^m Mežāzī
29. oktobrī 12^h18^m Ūdensvirā
31. oktobrī 16^h12^m Zivīs
2. novembrī 17^h47^m Aunā
4. novembrī 18^h06^m Vērsī
6. novembrī 18^h47^m Dviņos
8. novembrī 21^h47^m Vēzī
11. novembrī 4^h35^m Lauvā



- 13. novembrī 15^h19^m Jaunavā
- 16. novembrī 4^h15^m Svaros
- 18. novembrī 16^h48^m Skorpionā
- 21. novembrī 3^h16^m Strēlniekā
- 23. novembrī 11^h26^m Mežāzī

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 22. oktobrī 8^h14^m; 21. novembrī 0^h18^m; 20. decembrī 16^h01^m.
- ⋔ Pirmais ceturksnis: 30. septembrī 14^h04^m; 29. oktobrī 23^h25^m; 28. novembrī 8^h29^m.
- Pilns Mēness: 7. oktobrī 6^h13^m; 5. novembrī 14^h58^m; 5. decembrī 2^h25^m.
- ◌ Pēdējais ceturksnis: 14. oktobrī 3^h26^m; 12. novembrī 19^h45^m; 12. decembrī 16^h32^m.

- 25. novembrī 17^h42^m Ūdensvirā
- 27. novembrī 22^h22^m Zivīs
- 30. novembrī 1^h31^m Aunā
- 2. decembrī 3^h27^m Vērsī
- 4. decembrī 5^h07^m Dvīņos
- 6. decembrī 8^h02^m Vēzī
- 8. decembrī 13^h53^m Lauvā
- 10. decembrī 23^h32^m Jaunavā
- 13. decembrī 12^h01^m Svaros
- 16. decembrī 0^h44^m Skorpionā
- 18. decembrī 11^h11^m Strēlniekā
- 20. decembrī 18^h40^m Mežāzī

Tabula. Spožāko zvaigžņu aizklāšana ar Mēnesi.

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness vecums
13. X	49 Aur	5 ^m ,3	2 ^h 39 ^m	3 ^h 15 ^m	40°–45°	60%
3. XI	ε Psc	4 ^m ,3	22 ^h 23 ^m	22 ^h 49 ^m	41°–41°	96%
6. XI	27 Tau (Atlanta)	3 ^m ,6	18 ^h 34 ^m	19 ^h 20 ^m	15°–21°	98%
6. XI	28 Tau (Plejone)	5 ^m ,1	18 ^h 42 ^m	19 ^h 18 ^m	16°–21°	98%
8. XI	136 Tau	4 ^m ,6	18 ^h 13 ^m	19 ^h 01 ^m	4°–8°	87%
4. XII	17 Tau (Elektra)	3 ^m ,7	5 ^h 03 ^m	5 ^h 48 ^m	22°–16°	99%
4. XII	23 Tau (Merope)	4 ^m ,1	5 ^h 29 ^m	6 ^h 21 ^m	18°–12°	99%
4. XII	Plejāde C	3 ^m ,0	5 ^h 47 ^m	6 ^h 36 ^m	16°–10°	99%
4. XII	η Tau (Alcione)	2 ^m ,9	5 ^h 58 ^m	6 ^h 48 ^m	15°–9°	99%
4. XII	27 Tau (Atlanta)	3 ^m ,6	6 ^h 33 ^m	7 ^h 22 ^m	11°–6°	99%
6. XII	136 Tau	4 ^m ,6	6 ^h 07 ^m	6 ^h 59 ^m	32°–25°	98%
9. XII	γ Cnc	4 ^m ,7	3 ^h 38 ^m	4 ^h 00 ^m	54°–54°	82%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi. Nevienas spožas planētas aizklāšana rudenī Latvijā nav novērojama.

METEORI

1. **Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim. Maksimums 2006. gadā gaidāms 8. oktobrī plkst. 17^h30^m, 9. oktobrī plkst. 1^h20^m un no 7^h līdz 10^h. Plūsmas intensitāti ir grūti prognozēt.

2. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2006. gadā gaidāms 21. oktobrī, kad stundas laikā var būt novērojami 20–25 meteori.

3. **Leonīdas.** Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 14. līdz 21. novembrim. 2006. gadā maksimums gaidāms 17. novembrī plkst. 22^h50^m. Plūsmas intensitāti ir grūti prognozēt,

tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru intensitāti – apmēram līdz 50 meteoriem stundā.

4. **α Monocerotīdas.** Aktivitātes periods ir no 15. līdz 25. novembrim. Maksimums gaidāms 21. novembrī plkst. 23^h. Plūsmas aktivitāte parasti ir apmēram 5 meteori stundā, bet iespējami brīži ar lielu intensitāti.

5. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām un stabilākajām plūsmām. Tā novērojama laikā no 7. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī plkst. 12^h45^m, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā. 🦉

PIRMO REIZI “ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”

Evalds Hermanis – *Dr. habil. sc. comp.*, LZP projekta vadītājs LU Elektronikas un datorzinātņu institūtā. Beidzis Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti fizikas specialitātē (1962), ieguvis tehnisko zinātņu kandidāta (Rīgas PI) un doktora (Kauņas PI) grādu, specializējies isu elektrisku procesu mērīšanā un analizē. No 1962. līdz 1992. gadam vadījis mērīšanas problēmu laboratoriju ZA Elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūtā. Pēdējos desmit gadus nodarbojas ar filtru sintēzi sakaru tehnikas vajadzībām.



Filtru likumsakarības radijušas interesi pārbaudīt planētu apriņķošanas periodu atbilstību Furjē rindas prasībām. Tas deva iespēju aproksimēt arī Daugavas ūdeņu plūsmu un to ekstrapolēt tuvākiem gadiem.

Kur var iegādāties “Zvaigžņoto Debesi” ?

Apgāda “Mācību grāmata” veikalos **Rīgā**, LU galvenajā ēkā **Raiņa bulvārī 19** (1. stāvā) un **Katrīnas dambī 6/8**, kā arī izdevniecības “Zinātne” grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**.

Jaunākos numurus tirgo **Rīgā** – Grāmatu nams “Valters un Rapa” (**Aspazijas bulvārī 24**), *Jāņa Rozes* grāmatnīca (**Krišjāņa Barona ielā 5**), *LU Akadēmiskā grāmatnīca* (**Basteja bulvārī 12**), karšu veikals “*Jāņa sēta*” (**Elizabetes ielā 83/85**), *Rēriba* grāmatu veikals (**A. Čaka ielā 50**) u. c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās!

Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas pa tālr. **7325322**.

CONTENTS

“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO Ring-Like Solar Eclipse of 20 May 1966 *by N. Cimaboviča, A. Alksnis, and M. Dīriķis (abridged)*. Search for Family of Planets in Constellation Hercules *by N. Cimaboviča (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Astronomy in Antarctica. *A. Alksnis*. **NEWS** Novae Erupting Stars. *O. Smirnova*. Brown Dwarfs Propound Riddles. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Diary of Disrupting Comet *73P/Schwassmann-Wachmann 3*. *A. Barzdis*. Struve Geodetical Points – World Heritage. *J. Klētnieks*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Planetary Superrotation and Tidal Winds on Titan. *J. Jaunbergs*. Solar Sails. *V. Kalniņš*. Biological Effects of Galactic Cosmic Radiation. *A. Millers*. Image of Mt. Fuji First Acquired by *ALOS*. *I. Pundure*. **At SCHOOL** Solutions of Problems of Latvian Mathematical Olympiad in 2005/06 Academic Year. *A. Andžāns*. **MARS in the FOREGROUND** Dry Ice Clouds of Mars. *J. Jaunbergs*. **For AMATEURS** Problems of Pioneering Solar System. *V. Ustimenko*. Additional Data on Total Solar Eclipse of 29 March 2006. *M. Gills*. Stereo Photograph of Noctilucent Clouds. *O. Paupers*. **FOLK LORE** Folk Songs as Code of Laws. *N. Cimaboviča*. **FLASHBACK** Anniversary of the Latvian Academy of Sciences: LAS Observatory (1946–1996) *(concluded)*. *[A. Balklavs-Grinbofs]*. Main **BIBLIOGRAPHY** Related to History of LAS Observatory. **CHRONICLE** 60 Years of Astrophysical Observatory. *A. Alksnis, I. Pundure*. **BELIEVE IT or NOT** News about Ligatne Meteorite *(concluded)*. *I. Jurgītis*. **READERS' SUGGESTIONS** Harmonious Distribution of Planet Circling Periods. *E. Hermanis, D. Docenko*. **READERS' QUESTIONS** What is Going on Inside a Black Hole? *D. Docenko*. An Interesting Phenomenon in the Sky. *A. Alksnis*. **The STARRY SKY** in the AUTUMN of 2006. *J. Kauļiņš*
Supplement: Astronomical Calendar 2007

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Кольцеобразное затмение Солнца 20 мая 1966 года *(по статье Н. Цимахович, А. Алксниса, М. Дирикиса)*. Семейство планет можно искать в созвездии Геркулеса *(по статье Н. Цимахович)*. **ПОСТУПЬ НАУКИ** Астрономия в Антарктике. *A. Alksnis*. **НОВОСТИ** Новые – вспыхивающие звезды. *O. Смирнова*. Коричневые карлики задают загадки. *З. Алксне, А. Алкснис*. Дневник разрушающейся кометы *73P/Schwassmann-Wachmann 3*. *A. Барздис*. Геодезические пункты Струве – всемирное культурное наследие. *Я. Клетниэкс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Суперротация атмосферы и приливные ветры на Титане. *Я. Яунбергс*. Солнечные паруса. *В. Калниньш*. Особенности биологического воздействия галактического космического излучения. *A. Миллерс*. Первый снимок *ALOS* – гора Фудзи. *И. Пундуре*. **В ШКОЛЕ** Решения задач Латвийских олимпиад по математике 2005/2006 учебного года. *A. Анджанс*. **МАРС ВБЛИЗИ** Марсианские облака из диоксида углерода. *Я. Яунбергс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Проблемы освоения Солнечной системы. *В. Устименко*. Дополнительно к рассказам о полном Солнечном затмении 29. 03. 2006. *М. Гиллс*. Стереоснимок серебристых облаков. *O. Пауперс*. **НАРОДНАЯ МУДРОСТЬ** Народные песни – свод жизненно важных законов. *Н. Цимахович*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Юбилей Латвийской Академии наук: Обсерватория АН (1946-1996) *(окончание)*. *[А. Балклавс-Гринхофс]*. Главная **БИБЛИОГРАФИЯ**, связанная с историей Обсерватории АН. **ХРОНИКА** Астрофизической обсерватории 60 лет. *A. Алкснис, И. Пундуре*. **ХОЧЕШЬ ПОВЕРЬ, не ХОЧЕШЬ – НЕТ** Новости по поводу метеорита Лигатне *(окончание)*. *И. Юргитис*. **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** Гармоническое распределение периодов обращения планет. *Э. Херманис, Д. Доценко*. **СПРАШИВАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** Что происходит внутри чёрной дыры? *Д. Доценко*. Интересное явление. *A. Алкснис*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2006 года**. *Ю. Каулиньш*

Приложение: Астрономический календарь 2007

THE STARRY SKY, AUTUMN 2006
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2006
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2006. GADA RUDENS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2006
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālis *Jānis Kuzmanis*



Vislielākā Saules aptumsuma novērotāju grupa no Latvijas dalībnieku T-krekliņos Kemerā (Turcija). *M. Gilla foto*

Sk. M. Gilla "Vēlreiz par 2006. gada pilnā Saules aptumsuma novērojumiem".

Neaizmirsti abonēt žurnālu

terra

Izvēlies sev ērtāko veidu:



Latvijas Pasta nodaļās

Abonēšanas indekss 2213

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

PNS

Izdevniecībā
"Mācību grāmata"

iemaksājot naudu SIA "Mācību grāmata"
(reģ. nr. 50003107501)
kontā LV60 LPNS 0001000096214
jebkurā Latvijas Pasta nodaļā

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

Abonēšanas centrā
"Diena"

Cena:

vienam numuram – **Ls 1,30**

visam gadam – **Ls 7,80**

Papildus informācija:

www.lu.lv/terra

Juridiskās personas
var pieprasīt rēķinu
pa tel. 7325322
vai pa e-pastu mg@algs.lv

2006. gadā **Terra** iznāks

janvāra, marta, maija, jūlija, septembra un novembra sākumā

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

Rīgas panorāma no Zvalgaišu kalna.

A. Barzda foto



Neticami, bet fakts: ar neapbruņotu aci redzama Rīgas panorāma (~40 km attālumā).

A. Barzda foto

Sk. A. Alkšņa, I. Pundures "Astrofizikas observatorijai 60 gadu".



Pastaiga pa Observatorijas kādreizējo teritoriju un tās apkārtni gida Andreja Alkšņa (Astrofizikas observatorijā strādā kopš 1952. gada) pavadībā.

ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena Ls 1,65